

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, РОБОТОТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
МОНІТОРИНГУ ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ Шутко В. М.
«__» _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 153 «МІКРО- ТА НАНОСИСТЕМНА ТЕХНІКА»
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ
«ФІЗИЧНА ТА БІОМЕДИЧНА ЕЛЕКТРОНІКА»

Тема: «Проектування та алгоритмізація процесу впровадження системи клімат контролю на основі технології IoT»

Виконавець
студент групи МН-206М _____ Ковальчук Павло Романович

Керівник
к.т.н., доцент _____ Морозова Ірина Володимирівна

Консультант розділу
«Охорона праці» _____ Якимець І.В.

Консультант розділу
«Охорона навколишнього середовища» _____ Маджд С.М.

Нормоконтролер _____ Сініцин Р.Б.

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий інститут аеронавігації, електроніки та телекомунікацій

Кафедра електроніки

Спеціальність, ОПП: 153 «Мікро- та наносистемна техніка»,

«Фізична та біомедична електроніка»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Шутко В. М.

« » 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи студента

Ковальчука Павла Романовича

1. Тема дипломної роботи : «Проектування та алгоритмізація процесу впровадження системи клімат контролю на основі технології IoT» затверджена наказом ректора від «02» жовтня 2020 р. № 1900/ ст
2. Термін виконання роботи: з 05.10.2020 р. по 27.12.2020 р.
3. Вихідні дані до роботи: теоретичний матеріал по принципу роботи та моделюванні кліматконтрольних систем, теоретичний матеріал по технології інтернет речей
4. Зміст пояснювальної записки: 1. Елементи і системи кліматконтролю;
2. Розробка управління системи контролю клімату на основі Arduino Nano та ESP8266; 3. Розрахунково - проектувальний розділ; 4. Безпека життєдіяльності; 5. Охорона праці.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: схеми, рисунки, таблиці, презентація результатів роботи в практичному вигляді.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1.	Вступ	06.10.2020р.	Виконано
2.	Обробка матеріалів за темою дипломної роботи. Інтернет-ресурси, підручники.	16.10.2020р.- 30.10.2020р.	Виконано
3.	Вивчення систем контролю клімату, мікропроцесорів, протоколів передачі даних, алгоритму інтернет речей та автоматизації систем, розробка структурної схеми кліматконтролю.	1.11.2020р.- 10.11.2020р.	Виконано
4.	Розробка програмної частини. Розробка управління системи. Вибір основних компонентів. Розрахунок проектування контролю клімату. Зняття вихідних характеристик.	11.11.2020р.- 30.11.2020р.	Виконано
5.	Подання на кафедру. Усунення недоліків. Оформлення пояснювальної записки. Написання додаткових розділів.	01.12.2020р.- 10.12.2020р.	Виконано
6.	Електронна версія доповіді, ілюстративний матеріал доповіді.	11.12.2020р.- 13.12.2020р.	Виконано

7. Консультанти з окремих розділів

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	асистент кафедри цивільної та промислової безпеки Якимець І.В.		
Охорона навколишнього середовища	Д.т.н., професор, доцент кафедри екології Мадж С.М.		

8. Дата видачі завдання: 02 жовтня 2020 року

Керівник дипломної роботи _____

Морозова І.В.

Завдання прийняв до виконання _____

Ковальчук П.Р.

РЕФЕРАТ

Дипломна робота на тему: «Проектування та алгоритмізація процесу впровадження системи клімат контролю на основі технології IoT» містить: 101 сторінок, 25 рисунків, 8 таблиці, 6 використаних джерел.

Об'єкт дослідження – Система кліматконтролю на Arduino Nano

Мета дипломної роботи – розробити макет системи кліматконтролю для керування клімату приміщення.

Предмет дослідження – застосування мікроконтролерної системи контролю клімату інтернет речей на прикладі Arduino Nano та ESP8266

Розроблена система контролю клімату на основі Arduino Nano та ESP8266

Матеріали дипломної роботи рекомендується використовувати при проведенні наукових досліджень, у навчальному процесі та в практичній діяльності при викладанні дисциплін.

Ключові слова: КЛІМАТКОНРОЛЬ, МІКРОКОНТРОЛЕР, ДАТЧИК, АПАРАТНО ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ПЛАТФОРМА, ARDUINO, ARDUINO NANO, ESP8266, DHT11, ATMEGA328P, IOT, АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА, ЗАКОН ОМА, КОЕФІЦІЄНТ КОРИСНОЇ ДІЇ, ВОЛЬТ-АМПЕРНА ХАРАКТЕРИСТИКА.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

MPPT – контроллер відслідковує точки максимальної потужності

ВАХ – вольт-амперна характеристика

ККД – коефіцієнт корисної дії

ШІМ – широтно імпульсні перетворення

АКБ – акумуляторна батарея

АЦП – аналогово-цифровий перетворювач

БСА – блок-схема алгоритму

OTMM – відстеження точки максимальної потужності

IoT – інтернет речей

Зміст

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД СТАНУ ПРОБЛЕМИ	10
1.1. Що таке система клімат-контролю	10
1.2. Принцип роботи та особливості системи	11
1.3. У чому відмінність клімат контролю від кондиціонера	12
1.4. Плюси автоматичного управління	13
1.5. Особливості управління системою зі смартфона	14
1.6. Мінуси кліматичної системи	14
1.7. Висновки до розділу 1	16
РОЗДІЛ 2. ТЕОРІЯ ТА ОГЛЯД	17
1.8. Схема №1	20
2.1. Обґрунтування і розробка структурної схеми приладу	21
2.2. Вибір платформи Arduino на базі мікро контролера ATmega328P	24
2.2.1. Технічні характеристики Arduino Nano:	26
2.2.2. Програмне забезпечення (IDE) [3]	26
2.2.3. Переваги та недоліки Arduino Nano [4]	28
2.3. Датчик вологості та температури DHT11 [5]	29
2.4. Елемент виводу інформації чотирьохрозрядний 7-сегментний індикатор	31
2.5. Мікроконтролер ESP8266 для безпроводної передачі даних	32
2.6. Блок живлення	34
2.7. Інтернет речей (IoT)	39
2.7.1. Девайси інтернету речей	40
2.7.2. Недоліки концепції інтернету речей	41
2.8. Висновки до розділу 2	42
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТА ПРОГРАМУВАННЯ СИСТЕМИ КЛІМАТКОНТРОЛЮ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ІОТ	43
3.1. Схема побудови пристрою	43
3.1.1. Взаємодія з датчиком DHT11	43
3.1.2. Підключення до пристроїв виведення	45
3.2. Алгоритм IoT кліматконтролю	47
3.3. Реалізація програмного коду	48
3.3.1. Програмний код обробки інформації датчиків та вивід на індикатор [3]	48
3.3.2. Програмний код реалізації безпроводної передачі інформації в мережу	55
3.4. Висновки до розділу 3	59
ВИСНОВКИ ЗАГАЛЬНІ	60

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	62
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	64
4.1. Перелік небезпечних і шкідливих виробничих факторів діючих у робочій зоні	64
4.2. Технічні та організаційні заходи по зменшенню рівня впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів	65
4.2.1. Вимоги до температури повітря в робочій зоні	66
4.2.2. Вимоги до температури поверхонь обладнання та матеріалів	67
4.2.3. Низька освітленість робочої зони. Вимоги до освітлення	68
4.2.4. Вимоги до вологості повітря.....	71
4.2.5. Вимоги до циркулювання повітря.....	72
4.2.6. Вимоги до рівня шуму	73
4.2.7. Вимоги до рівня електромагнітного випромінювання та заходи щодо його зниження..	74
4.2.8. Вимоги до рівня електростатичного поля	76
4.3. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки при обслуговуванні системи клімат контролю на основі технології IoT	77
4.4. Інструкція з охорони праці при обслуговуванні системи клімат контролю на основі технології IoT	78
Висновки	79
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	80
5.1. Аналіз проблеми впливу на навколишнє середовище.....	80
5.2. Аналіз основних джерел впливу та їх наслідків на людину та її оточення.....	80
5.2.1. Вплив кондиціонера як складової системи клімату контролю на навколишнє середовище	80
5.2.2. Електромагнітне забруднення	82
5.2.3. Теплове забруднення	87
5.2.4. Шумове забруднення.....	88
5.2.5. Смітєве забруднення.....	90
5.2.2. Радіаційне забруднення.....	91
5.3. Попередження забруднень і спроби зробити довкілля чистішим	92
Висновок	96
ІНТЕРНЕТ РЕСУРСИ	98
ЗАКОНОДАВЧІ, НОРМАТИВНІ, ДОВІДКОВІ ТА МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ	99

ВСТУП

Швидко зростаючі потреби сучасного суспільства вимагають широкомасштабного, тотального використання новітніх технологій в різних галузях економіки. Розробка сучасних систем автоматизації технологічного процесу виробництва є однією з найактуальніших завдань розвитку економіки будь-якої держави.

Всі різноманітні засоби цифрової техніки: персональні комп'ютери, мікропроцесорні системи вимірювань і автоматизація технологічних процесів, цифровий зв'язок, телебачення, побутова техніка і т.д. будуються на єдиній елементній базі, до складу якої входять надзвичайно різні за складністю мікросхеми - від логічних елементів, що виконують найпростіші операції, до найскладніших програмованих кристалів, що містять мільйони логічних елементів. З появою мікропроцесорів відбулася якісна зміна підходу до методів проектування і виготовлення засобів автоматизації.

Мікропроцесор здатний виконувати команди, що входять до його систему команд. Змінюючи послідовність команд (програму), можна вирішувати різні завдання на одному і тому ж процесорі. Інакше кажучи, в цьому випадку завдання структура апаратних засобів не пов'язана з характером розв'язуваної задачі. Це забезпечує мікропроцесорах масове виробництво з відповідним зниженням вартості.

Дана робота присвячена розробці системи клімат-контролю в медичних, житих приміщеннях і офісах, передбаченої в так званих «інтелектуальних» будівлях, в яких крім неї передбачені:

- автономне живлення від дизель-генераторної установки і сонячних батарей;
- системи охоронної безпеки, включаючи пожежну, і блокування ліфтів;
- системи відеонагляду;
- системи телекомунікації - інтернет, супутниковий зв'язок та TV.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД СТАНУ ПРОБЛЕМИ

В результаті промислової діяльності людини екологія змінюється, і сьогодні це вже неможливо не помічати. Звичайно, деякі люди досі вважають, що глобальне потепління — це міф, але варто згадати про кліматичні [1] аномалії останніх років і температурні рекорди в тій же Європі — і скепсису відразу меншає. Щоб убезпечити людину від погодних катаклізмів і створити комфорт на цілий рік (принаймні, усередині приміщень), провідні виробники кліматичної техніки випускають все нові й нові, більш досконалі системи і моделі. Я ж в свою чергу вирішив удосконалити усім відому систему контролю клімату. [1]

1.1. Що таке система клімат-контролю

Сучасний клімат-контроль для лікарні, приватного будинку або квартири здатний забезпечити високий рівень життя та перебування всім мешканцям та працівникам, причому з урахуванням пріоритетів кожного з них. Але така система — розкіш, вона доступна не всім бажаючим. [1]

Якщо коротко і просто, то такий комплект електроніки забезпечує централізоване управління всіма наявними в житлі кліматичними системами і їх окремими елементами. [1]

Його основа — інтелектуальний модуль. Він регулює робочі параметри устаткування з метою охолодження, нагріву повітря у приміщеннях з урахуванням переваг власників житла. При цьому система клімат контролю, оптимізована для квартири чи будинку, здатна керувати всіма приладами, що впливають на мікроклімат. [2]

До них відносяться: [2]

- кондиціонери та спліт-системи;
- радіатори;

- теплі підлоги;
- котли, інші прилади для опалення;
- системи охолодження та вентиляції;
- фільтри;
- іонізатори, озонатори;
- будь-які вбудовані системи.

Крім того, може здійснюватися централізоване управління будь-яким іншим кліматичним устаткуванням: автоматичними сонцезахисними шторками, жалюзі. [2]

1.2. Принцип роботи та особливості системи

Клімат контроль - це одне або кілька пристроїв, які підтримують задану температуру, рівень вологості і хімічний склад повітря. Блок управління порівнює показники повітря в приміщенні з заданими параметрами. При відміні показників, він подає нову команду для їх зміни. Якщо температура в будинку виявилася нижче норми, система вимкне кондиціонер, при цьому опалювальний елемент почне нагрівати повітря до комфортної температури. У різних кімнатах можна встановити окремий температурний режим. [2]

Все це відбувається в автоматичному режимі. Втручання людини потрібно для перевірки роботи обладнання і установки нових значень.

Для роботи системи необхідно встановити блок опалення та охолодження, щоб повітря охолоджувався і нагрівався до заданої температури. Далі він буде рівномірно розподілений по периметру приміщення. Блок виконаний за простою схемою поділу потоків повітря. Показники температури регулюються за допомогою змішувача заслінки, керованої сервоприводом (це механічний привід з електричним мотором, в якому використовується негативний зворотний зв'язок, що

дозволяє управляти рухами приводу). [2]

Кліматична система - це комплекс пристроїв, які впливають на мікроклімат квартири. Вона може управляти кондиціонером, клімат контролем, радіаторами, фільтрами, котлами, системою «теплої підлоги»,увлажнителями і іншими агрегатами.

Клімат контроль виконує одночасно декілька функцій: [2]

- підтримує низьку температуру в певній кімнаті, наприклад, в коридорі, економлячи електрику;
- нагріває приміщення в автоматичному режимі (установка програми включення і виключення обладнання);
- враховує особливості мікроклімату на кухні, де постійно спостерігаються перепади температури за рахунок додаткових джерел тепла;
- враховує рівень вологості у ванній кімнаті і знижує його до комфортного значення;
- аналізує повітря в кімнатах і зволожує, визначає надлишок вуглекислого газу і видаляє його з приміщення.

1.3. У чому відмінність клімат контролю від кондиціонера

Відмінність полягає в принципі роботи. У кондиціонера є холодильний агент, компресор, випарник, конденсатор, дроселює. Конденсатор качає холодоагент під тиском і пропускає його через всю систему. Холодоагент спочатку потрапляє в конденсатор, де відбувається охолодження і перехід з газоподібного стану в рідке. Після цього він надходить в дроселює, далі в випарник, в якому встановлений вентилятор. За допомогою вентилятора повітря в відвідування потрапляє холодне повітря. [2]

Додатково кондиціонери очищають повітря, пропускаючи його через фільтри.

Недоліки:

- недостатній рівень вологості приміщення через осушення повітря;
- неможливість установки рівня вологості.

Клімат контроль - більш складна система з елементами, які беруть участь у створенні сприятливого мікроклімату в квартирі. Це датчики, опалювальний прилад, кондиціонер, система фільтрації, основний блок управління. Все це необхідно для автоматичної роботи устаткування. Якщо в кондиціонері потрібно самостійно збільшувати потужність потоку або змінювати режим, то клімат контроль зробить це без втручання людини.

1.4. Плюси автоматичного управління

Причини, чому зручно використовувати обладнання з автоматикою: [2]

- Автономність системи. Вам не потрібно буде турбуватися про надмірне холоді, оскільки клімат контроль підлаштується під температурний режим і при необхідності скоректує потужність. Від вас вимагається лише задати початкові параметри - температуру повітря і рівень вологості.
- Кілька режимів роботи. У моделей з автоматичним управлінням є режими, які підійдуть для різних цілей. Зазвичай в них передбачений режим «Гості». Використання цього режиму дозволяє швидко очистити повітря.
- Налаштування для окремих кімнат. Ви можете встановити температуру для спальні на позначці 25 градусів, а для коридору вибрати 22 градуси. Система буде підтримувати температуру в кожній кімнаті.
- Режими для особливих кімнат. До особливих приміщень можна віднести кімнату для зберігання картин або вина, оскільки ці предмети вимагають дотримання певного температурного режиму для

правильного зберігання. Звичайний кондиціонер не впорається з цим завданням.

- Налаштувати автоматичні програм. Якщо ви перебуваєте днем на роботі і повертаєтеся тільки ввечері, можна налаштувати, щоб днем система працювала в економічному режимі, а ввечері включалася на повну потужність. Для внесення коригувань можна скористатися блоком управління або мобільним телефоном. Нові моделі підтримують управління з телефону.

1.5. Особливості управління системою зі смартфона

У систему «Розумний будинок» можна інтегрувати клімат контроль і керувати ним віддалено. На мобільний телефон або планшет встановлюється програмне забезпечення, яке відображає стан температури, вологості і вуглекислого газу у всій квартирі. З телефону можна ввімкнути або вимкнути обладнання, встановлювати програми, перебуваючи в будь-якому місці. Головне, щоб в квартирі і на мобільному телефоні був доступ в Інтернет. Система передає дані за допомогою Інтернету на пристрій, навіть якщо він не приєднаний до домашньої мережі.

Якщо система не зможе підтримувати задані параметри або станеться збій обладнання, на мобільний телефон прийде сповіщення із зазначенням проблеми.

«Розумний будинок» забезпечує високий рівень безпеки, оскільки ризик перегріву окремих елементів - мінімальний. При великому навантаженні система автоматично вимкне прилад. [2]

1.6. Мінуси кліматичної системи

Клімат контроль має певні недоліки, які ускладнюють процес експлуатації та установки. Для використання обладнання доведеться витратити час на вивчення інструкції і програмного забезпечення.

Якщо в будинку встановлено багато приладів, що впливають на клімат, постраждає економічність. Використання системи обійдеться дорого, оскільки їй доведеться працювати на максимальній потужності.

Ще один недолік - висока вартість обладнання. Ціна навіть простої моделі вище, ніж у хорошого кондиціонера.

Монтувати кліматичну систему слід на етапі ремонтних робіт, щоб встановити всі елементи системи, підключити радіатори та інші прилади. Виконати монтаж в квартирі з ремонтом буде складніше.

1.7. Висновки до розділу 1

В Розіді 1 було зроблено огляд стану проблеми на основі джерел літератури за темою дипломної роботи.

В даній дипломній роботі була спроектована автоматизована система кліматконтролю. Ознайомлення з проблемами та недостатками різних систем які мають змогу керувати кліматом у приміщенні.

РОЗДІЛ 2. ТЕОРІЯ ТА ОГЛЯД

В даній дипломній роботі розробляється структурна схема мікропроцесрного контролера кліматконтролю. Розглянемо для порівняння три варіанта структурних схем, коротко охарактеризуємо і розглянемо основні характеристики роботи система та оберемо основну структурну схему, з якою будемо працювати і надалі.

Для вибору однієї із наведених нижче структурних схем, важливим елементом являється те, що користувач хоче отримати в результаті від системи, тобто який параметр буде найбільш важливим для роботи .

Розглянемо першу структурну схему, яка приведена на рисунку 1.

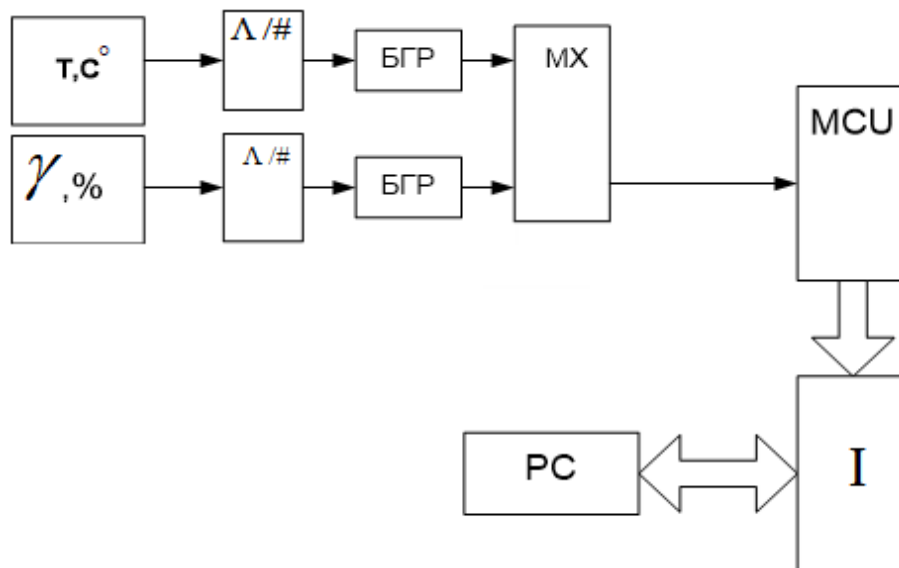


Рис. 2

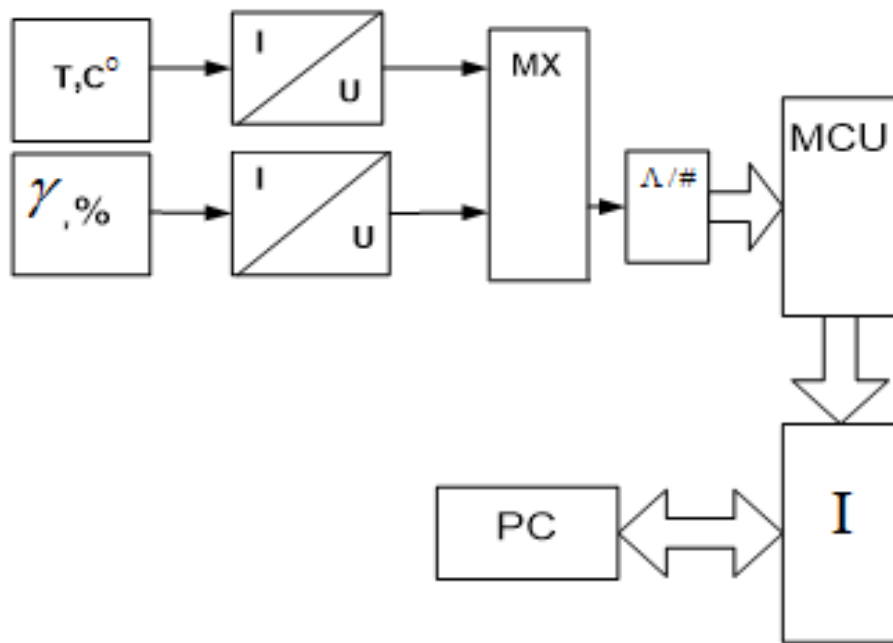
[1]

Рисунок 2 – Перший варіант структурної схеми. Умовні позначення: T, C° - датчик температури; $\gamma, \%$ - датчик вологості; $\Lambda/\#$ - АЦП; БГР- блок гальванічної розв'язки; МХ– мультиплексор; MCU – мікроконтролер; І – інтерфейс; PC – персональний комп'ютер або.

Принцип дії полягає в наступному:

Два датчика вимірюють свої фізичні величини. На виході яких після вимірювання утворюється аналогова величина, яка подається на відповідний АЦП. Яка перетворює аналогову величину в цифровий код. Після цього цей код проходить через гальванічну розв'язку, мультиплексор і поступає на мікроконтролер. А потім через інтерфейс на ПК.

Таким чином, структурна схема № 2 матиме наступний вигляд.



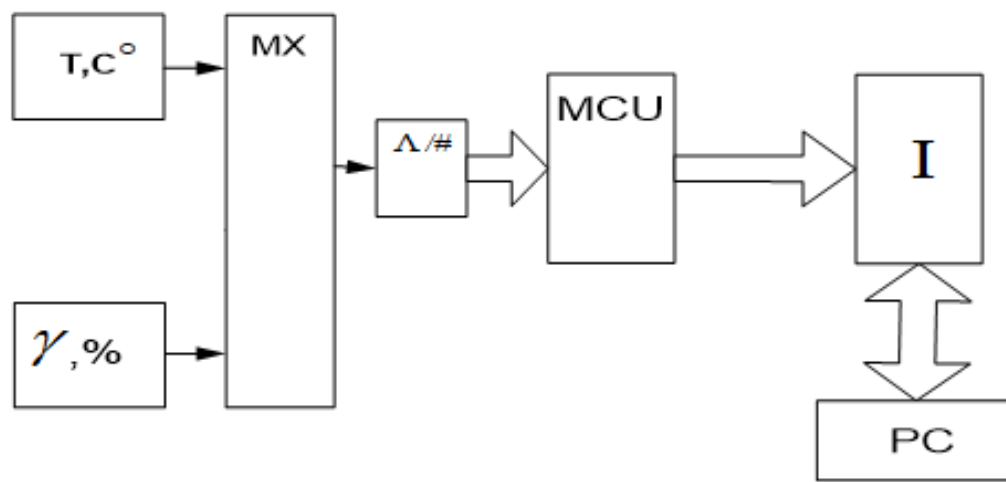
[1]

Рис. 2.1

Рисунок 2.1 – Другий варіант структурної схеми. Умовні позначення: T, C° - датчик температури; $\gamma, \%$ - датчик вологості; $\Lambda/\#$ - АЦП; I/U - перетворювач струму в напругу; MX – мультиплексор; MCU – мікроконтролер; I – інтерфейс; PC – персональний комп'ютер
Принцип дії полягає в наступному:

Три датчика вимірюють свої фізичні величини. На виході яких після вимірювання утворюється аналогова величина, яка подається на перетворювач роду величини. Після цього цей код проходить через мультиплексор і поступає на АЦП. Який перетворює аналогову величину в цифровий код. А потім через мікроконтролер, інтерфейс на ПК.

Таким чином, структурна схема № 3 матиме наступний вигляд



[1]

Рис. 2.3

Рисунок 2.3 – Третій варіант структурної схеми. Умовні позначення: T, C° - датчик температури; $\gamma, \%$ - датчик вологості; $\Lambda/\#$ - АЦП; MX – мультиплексор; MCU – мікроконтролер; I – інтерфейс; PC – персональний комп’ютер.

Принцип роботи схожий з принципом роботи попередніх схем. Два датчика вимірюють свої фізичні величини. На виході яких після вимірювання утворюється аналогова величина, яка подається через мультиплексор на АЦП. Яка перетворює аналогову величину в цифровий код. Після цього цей код проходить на мікроконтролер. А потім через інтерфейс на ПК.

Так як дана система буде використовуватись у високоточних експериментах, то найбільш важливим параметром являється точність вимірних показань та простота реалізації вимірювальної системи. Для того, щоб порівняти наведені структурні схеми, якій перерахуємо основні параметри системи. Для цього побудуємо таблицю 2.

Таблиця 2 – Порівняння структурних схем [2]

Параметри	Схема №1	Схема № 2	Схема № 3	Ідеальна схема
Швидкодія	1	0	1	1
Надійність	0	1	1	1
Простота реалізації	0	1	1	1
Собівартість	0	1	0	1
Точність показань	0	0	1	1
Σ	1	3	4	5

Обчислимо узагальнений коефіцієнт якості, який знаходиться за наступною формулою:

$$K = \frac{E_i}{E_n} \cdot (2.1)$$

Узагальнений критерій якості першої схеми:

$$K_1 = \frac{1}{5} = 0.2 .$$

Узагальнений критерій якості другої схеми:

$$K_2 = \frac{3}{5} = 0.6 .$$

Узагальнений критерій якості третьої схеми:

$$K_3 = \frac{4}{5} = 0.8 .$$

Як бачимо, критерій якості третьої схеми більший, ніж для інших структурних схем. Виходячи з цих розрахунків можна зробити висновок, що для поставленої нами задачі більше підходить структурна схема, представлена на рисунку 2.2.

Отже, ми запропонували оптимальний варіант структурної. Використаємо цю схему для побудови електричної принципової схеми системи, що розробляється.

2.1. Обґрунтування і розробка структурної схеми приладу

Підхід до вибору блоків, з яких складається структурна схема здійснювався на основі сучасних, модернізованих та ефективних мікроелектронних компонентів.

[2]

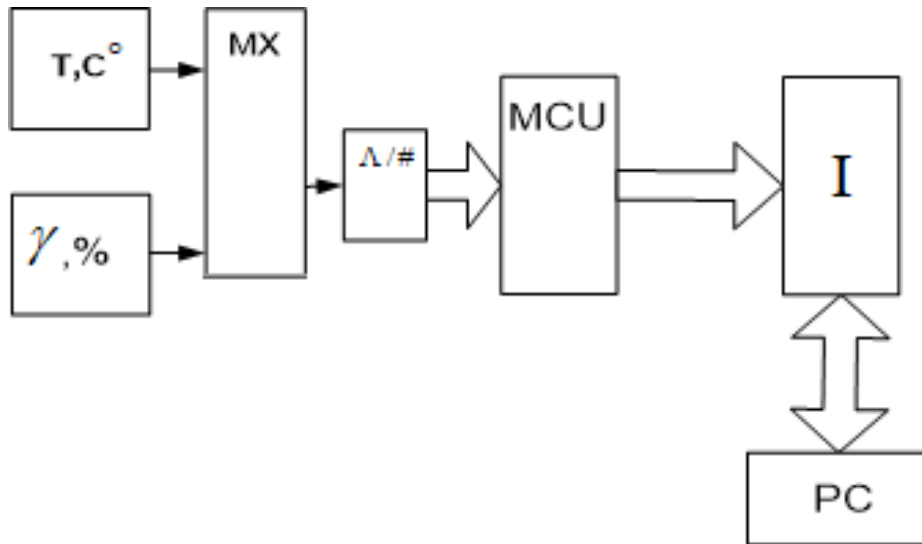
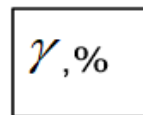


Рисунок 2.4 – структурна схема

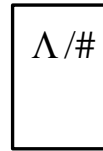
Структурна схема представлена на рисунку 2.4 , за рішенням першого пункту є актуальна і складається з таких блоків:



Блок 1,2

- датчик температури, призначений для вимірювання температури повітря

- датчик вологості, призначений для вимірювання вологості повітря



Блок 3, 4

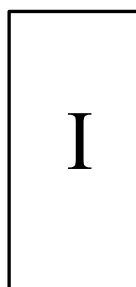
- мультиплексор, призначений для керування потоками даних для вибору каналу за якими проводиться вимірювання та інших задач пов'язаних с керуванням потоками інформації.

- АЦП, призначений для перетворення відхідної безперервної величини в якій міститься вимірювальна інформація у цифровий код, який теж містить цю інформацію.



Блок 5

- Мікроконтролер, призначений для обробки вимірювальної інформації, яка переставлена у цифровому вигляді, керування потоками інформації, забезпечення обміну даними між окремими частинами ІВС та зовнішніми пристроями.



Блок 6

- Інтерфейс, призначений для обміну даними між зовнішніми пристроями.



Блок 7

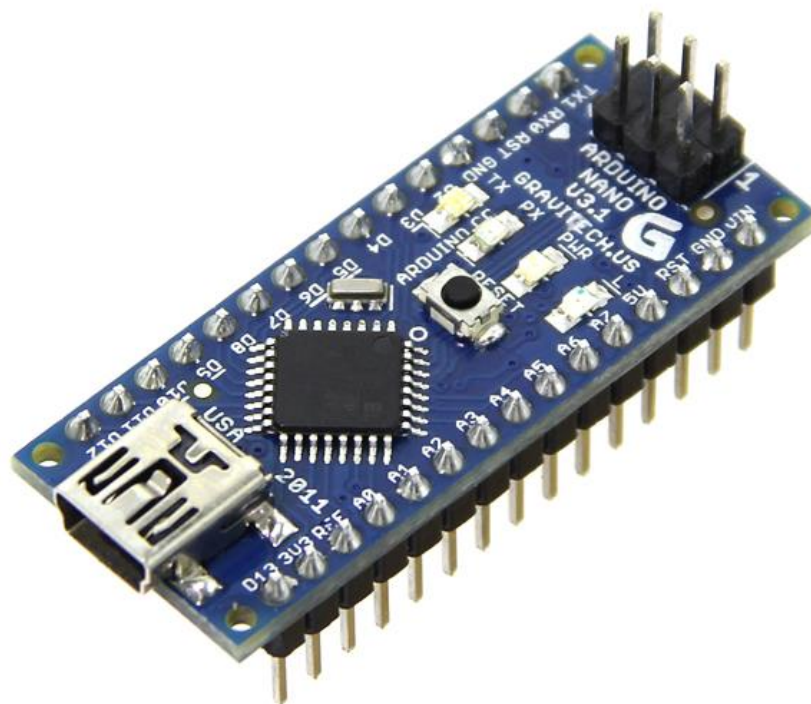
- Персональний комп'ютер .

Два датчика вимірюють свої фізичні величини. На виході яких після вимірювання утворюється аналогова величина, яка подається через мультирелексор на АЦП. Який перетворює аналогову величину в цифровий код. Після цього цей код поступає на мікроконтролер. А потім через інтерфейс на ПК.

2.2. Вибір платформи Arduino на базі мікро контролера ATmega328P

Для реалізації даного проекту було обрано платформу Arduino Nano на базі мікро контролера ATmega328P.

Arduino Nano — представляє з себе плату з мікро контролером, через яку ви зможете програмувати, щоб керувати всілякими зовнішніми пристроями.



[4]

Рис. 2.2

Вона взаємодіє з більшістю пристроїв зовнішнього світу через:

- датчики,
- двигуни,
- світлодіоди,
- динаміки.

Існує багато різновидів мікроконтролерів, але Arduino найбільш популярний завдяки саме тому, що у всесвітній мережі дуже активно викладаються і обговорюються найрізноманітніші проекти з його застосуванням. Самостійне вивчення Ардуіно - це не такий довгий процес, як може здатися спочатку.

Arduino Nano - це одноплатний контролер з відкритими початковими кодами, який можливо використовувати в безлічі різних додатків. Це - найпростіший і найдешевший варіант з мікроконтролерів для різних любителів, студентів і професійних розробників проектів на основі мікроконтролера. У платах Arduino використовуються або мікроконтролери Atmel AVR, або його найближчий побратим мікроконтролер Atmel ARM, а в деяких з версій є інтерфейс USB. Мають

шістьма або більше висновками аналогових входів і чотирнадцятьма або більш висновками цифрових входів і виходів, що використовуються для можливості підключення до мікроконтролеру датчиків, різних приводів і інших периферійних схем. Вартість плати Arduino в залежить від набору функцій - від семи до сорока п'яти доларів.

2.2.1. Технічні характеристики Arduino Nano:

- Напруга живлення 5В; [4]
- Вхідне живлення 7-12В (рекомендований);
- Кількість цифрових пинів - 14, з них 6 можуть використовуватися в якості виходів ШІМ;
- 8 аналогових входів;
- Максимальний струм цифрового виходу 40 мА;
- Флеш пам'ять 16 Кб або 32 Кб, в залежності від чіпа;
- ОЗУ 1 Кб або 2 КБ, в залежності від чіпа;
- EEPROM 512 байт або 1 Кб;
- Частота 16 МГц;
- Розміри 19 x 42 мм;

2.2.2. Програмне забезпечення (IDE) [3]

Програмне забезпечення, яке використовується для програмування Arduino, представлено розробкою Arduino IDE. IDE - Java програма, що працює на безлічі різних платформ, включаючи такі відомі системи як PC, Mac і Linux. Розроблялася для початківців, необізнаних з усіма тонкощами програмуванням. Включає редактор, компілятор і завантажувач. В IDE передбачені бібліотеки кодів для застосування периферії, послідовних портів і різних типів екранів. Програми для Arduino називають «скетчами».

Більшість плат Arduino підключається до комп'ютера за допомогою

USB кабелю. Це з'єднання дозволить завантажити скетчі на вашу плату Arduino.

NANO PINOUT

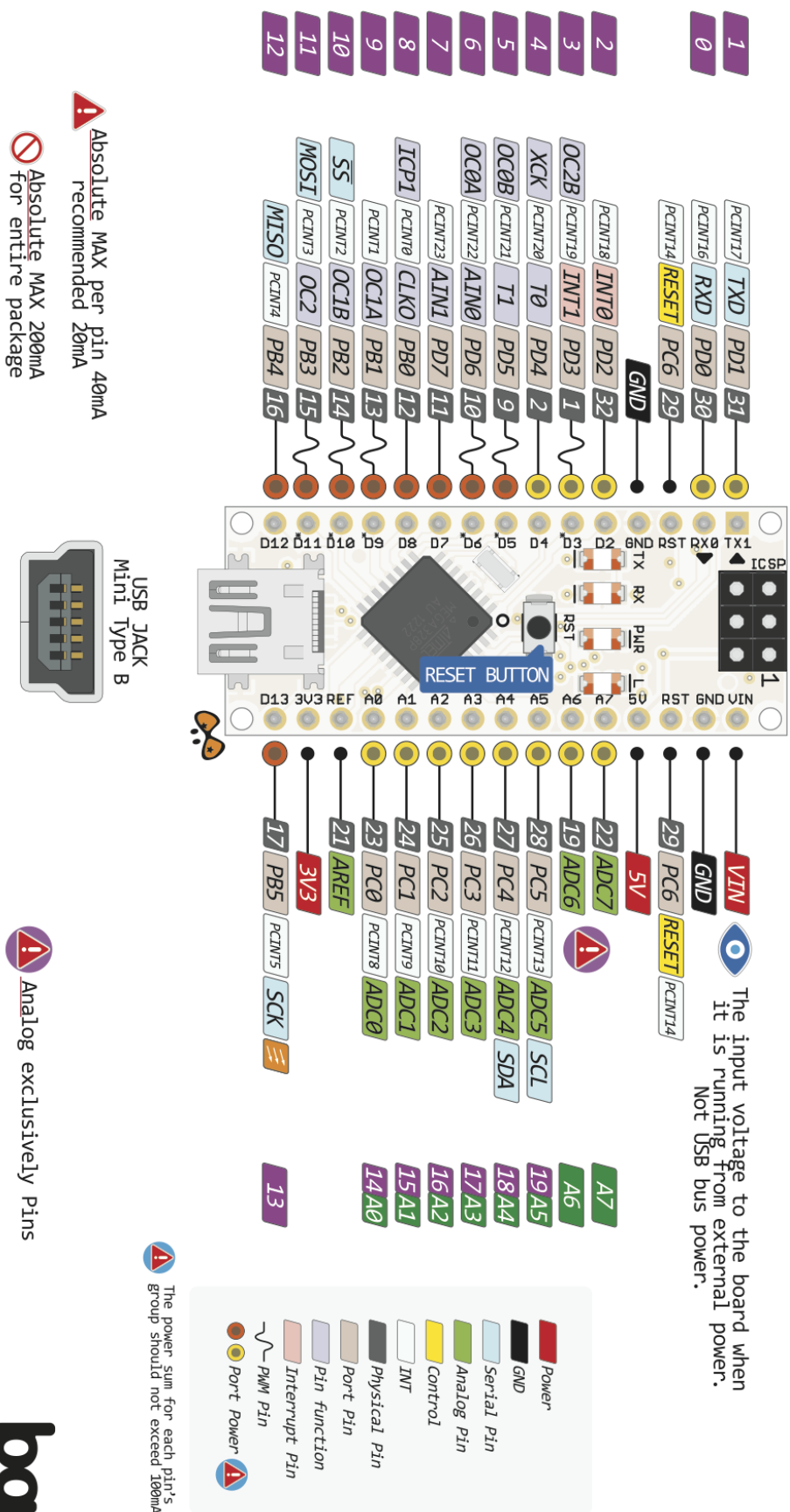


Рис.2.2.2 [4]

Переваги:

- Ціна. Arduino Nano можливо купити менш ніж за 150 грн.
- Кросплатформність. Програмне забезпечення Arduino здійснює роботу на більшості відомих програм Windows, Macintosh OS X, Linux, будучи відкритим додатком працюють на Java.
- Проста середовище програмування. Програмна оболонка є досить простий в застосуванні для новачків, але вельми гнучкою для більшості просунутих користувачів, щоб оптимально швидко досягти потрібного вам результату. Особливо комфортно в освітньому середовищі, де студенти досить легко розберуться з платформою, а викладачі зможуть розробити навчальний курс.
- Відкритий вихідний код. Мова може розширюється за допомогою C ++ бібліотек, значно більш просунутих, там фахівці можуть самостійно створити свій власний ексклюзивний інструментарій для Arduino на основі інноваційного компілятора AVR C.
- Відкриті специфікації і схеми обладнання. Arduino заснований на мікроконтролерах Atmel ATMEGA8 і ATMEGA168. Схеми модулів публікуються під ліцензією Creative Commons, через це досвідчені схемотехніки могли створювати свої власні версії модуля. Навіть дуже недосвідчені користувачі зможуть робити макетну версію даного модуля, щоб розуміти, яким же чином він здійснює роботу і заощаджує гроші.

З недоліків відзначаємо:

- досить «бідну» програмну оболонку;
- досить низьку частоту наявного процесора;
- досить мала кількість «дискової» флеш-пам'яті для створення програм.

Потужності Arduino Nano буде явно недостатньо для того, щоб самостійно зібрати якийсь складний винахід, але може бути цілком достатньо для різних найпростіших систем, які допоможуть споживачам швидко розібратися з усіма складнощами на призначеному для користувача рівні.

Arduino Nano - це мікроконтролери, які можуть дозволити самостійно займатися робототехнікою, а їх основна перевага - відсутність необхідності докуповувати ще щось-небудь.

2.3. Датчик вологості та температури DHT11 [5]

DHT11 - це цифровий датчик вологості і температури (Рис.2.3), що складається з термістора і ємнісного датчика вологості. Також датчик містить в собі АЦП для перетворення аналогових значень вологості і температури. Датчик DHT11 не володіють високою швидкістю і точністю, але зате простий, недорогий і відмінно підходить для навчання і контролю вологості в приміщенні.

Технічні характеристики:

- Живлення: DC 3,5 - 5,5 В
- Струм живлення
- В режимі вимірювання 0.3mA
- В режимі очікування 60μA
- Визначення вологості 20-80% з точністю 5%
- Визначення температури 0-50 ° C з точністю 2%
- Частота опитування не більше 1 Гц (не більше одного разу на 1 сек.)
- Розміри 15,5'12'5,5 мм

Датчик має 4 виведення стандарту 2,54 мм (рисунок 2.3.1):

- 1 - VCC (харчування 3-5 В);
- 2 - DATA (вихід даних);
- 3 - не використовується;
- 4 - GND (земля).

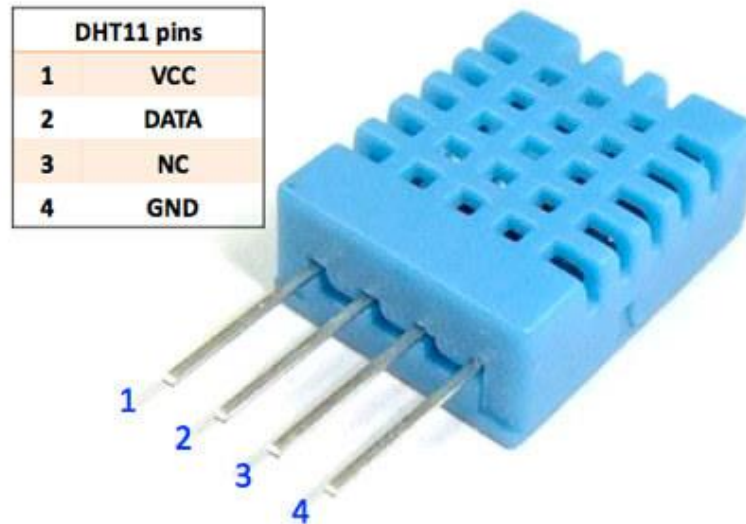
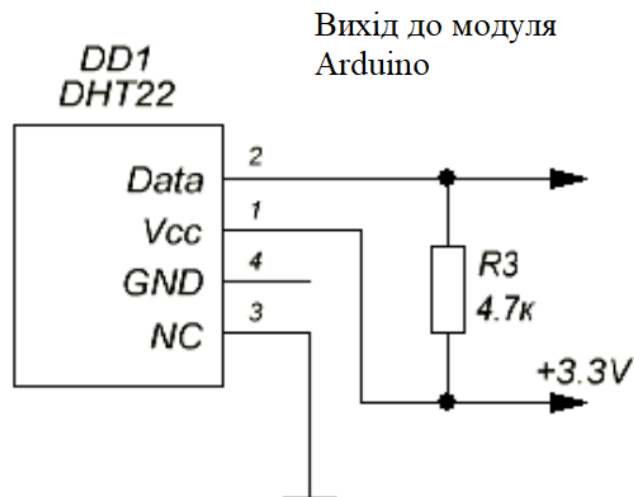


Рис. 2.3.1

[4]

На рисунку 2.3.2 представлена схема включення датчика DHT11.



[4]

Рис. 2.3.2

Схема включення датчика є досить простою, що дозволяє підключити датчик до Arduino модулю всього трьома проводами. Використання підтягує резистора R1 є необхідним, і відповідно до технічної документації [29]

розрахунок даного резистора не потрібно і вибирається номіналом $R3 = 4,7$ кОм.

2.4. Елемент виводу інформації чотирьохрозрядний 7-сегментний індикатор

У чотирьохрозрядного 7-сегментного індикатора (рис.2.4) дванадцять виходів: 8 для кожного розряду з точкою і 4 для вибору потрібного розряду. Щоб розібратися в підключенні, бажано мати картинку перед очима.

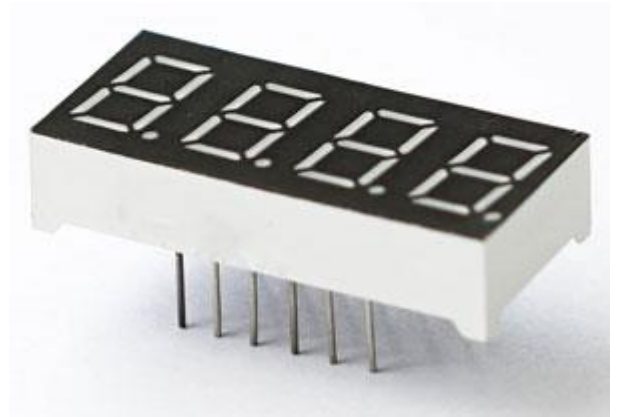


Рис.2.4 [4]

Якщо індикатор тримати точкою вниз, то відлік йде проти годинникової стрілки від нижнього лівого кута. (рис.2.4.1)

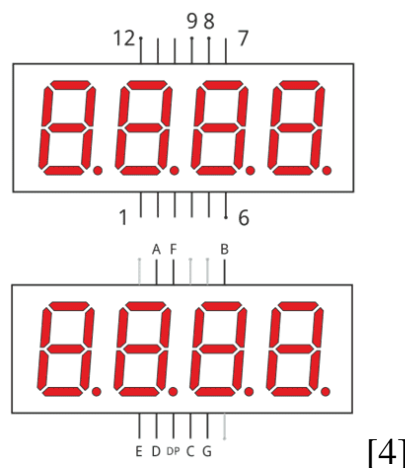
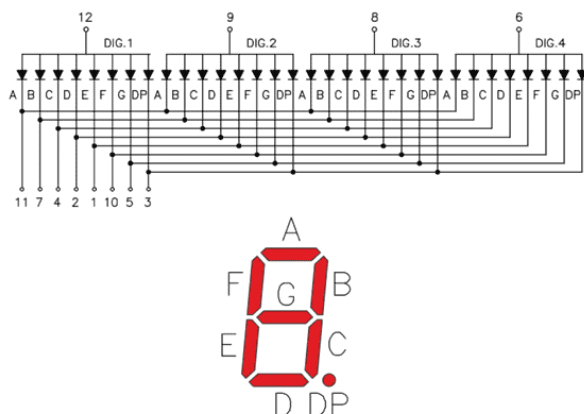


Рис.2.4.1

Виходи 6, 8, 9 і 12 (рис.4.3.2) відповідають за конкретні розряди. Це можуть бути загальні катоди або загальні аноди.

Виходи 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 11 відповідають за конкретні сегменти. Наприклад, сама верхня смужка позначена буквою А і має номер виводу 11.

Таким чином, якщо підключити висновки 11 і 12 індикатора до висновку 11 і 12 на платі Arduino, то можемо керувати цією смужкою стандартним способом, наприклад, моргнути світлодіодом.



[4]

Рис.2.4.2

2.5. Мікроконтролер ESP8266 для безпроводної передачі даних

ESP8266 - це мікроконтролер (рис.2.5.1), розроблений в 2014 році і випускається компанією Espressif Systems - китайською компанією з Шанхая. Він являє собою мережеве рішення з Wi-Fi- трансміттером на борту плюс можливість виконання записаних в його пам'ять додатків.

Існує безліч модифікацій плат, іменованих зазвичай від ESP-01 до ESP-12. Зараз вже з'явилися ще інші найменування плат від сторонніх розробників. Відмінності в платах полягає в основному в портах введення-виведення, кількості флеш-пам'яті, виду конекторів і т.п. Процесор - один і той же, так що з точки зору програмування не має значення яку плату програмувати.

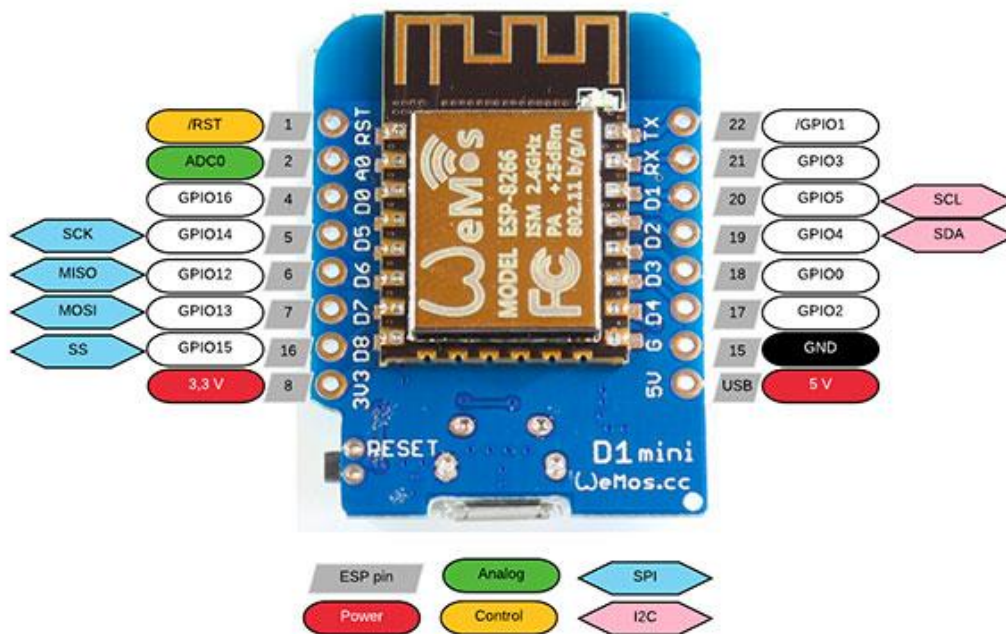


Рис.2.5.1

[5]

Специфікація ESP8266:

- Напруга живлення: 3,3 В
- Енергоспоживання: 10 мка ... 170 мА
- Флеш-пам'ять: до 16 мб максимум (зазвичай 512 кб)
- Процесор: Tensilica L106, 32 біта
- Швидкість процесора: 80 ... 160 МГц
- ОЗУ: 32 кб + 80 кб
- Порти введення-виведення загального призначення: 17
(мультиплексируемость з іншими функціями)
- АЦП: 1 введення з роздільною здатністю 1024
- Підтримка 802.11: b / g / n / d / e / i / k / r
- Максимальне число підключень TCP: 5

2.6. Блок живлення

Як джерело живлення в пристрої використовується літій-іонний акумулятор. Основними перевагами даного акумулятора є: широкий діапазон робочих температур (від -20 до $+50$ °C), видача більш високої напруги (в порівнянні з акумуляторами типів NiCd NiMH), висока щільність накопичуваної енергії і розрядних токів.

Основними недоліками даного акумулятора є: низька стійкість до надмірного заряду і повного розряду. Незважаючи на те, що розумні Li-Ionбатареї оснащуються вбудованими системами автоматичного відключення, вони також вимагають систему управління зарядкою акумулятора.

В якості такої системи використовується інтегральна мікросхема NCP1835.

Зовнішній вигляд мікросхеми NCP1835 представлений на рис. 2.6.1



[7]

Рис. 2.6.1 - Зовнішній вид мікросхеми NCP1835

Так як схема розробки приладу розрахована на 3,3 В, а напруга, що подається акумулятором рівна 3.7В, то необхідно використовувати стабілізуючий понижуючий перетворювач.

Основними параметрами вибору стабілізатора є:

1. Вихідна напруга живлення;
2. Мінімальне падіння напруги на стабілізаторі;
3. Максимальний вихідний струм.

Перший параметр вихідної напруги стабілізатора повинна відповідати напрузі живлення приладу, а саме 3,3 В.

Другий параметр - мінімальне падіння напруги на стабілізаторі має становити не більше 0,2 В. Вибір такого значення обґрунтований різницею між вхідним (номінальною напругою акумулятора, рівним 3,7 В) і вихідним напругами стабілізатора (або напруга живлення приладу, що дорівнює 3,3 В), а також допустимим запасом напруги в 0,2 В.

Третій параметр - максимальний вихідний струм стабілізатора повинен бути більше, ніж максимальне споживання струму розробляється приладу. Для вибору стабілізатора необхідно розрахувати останній параметр за формулою:

$$I_{\max} = I_{wf} + I_d + I_{ol} + I_{св} + I_{ст}, \quad (2.6.2)$$

Де I_{wf} - максимальний струм споживання ESP-8266, рівне 80 мА;

I_d - максимальний струм споживання датчика DHT11, рівний 2,5 мА;

I_{ol} - максимальний струм споживання індикатора-дисплея, рівний 20 мА;

$I_{св}$ - максимальний струм споживання світлодіодного індикатора живлення, рівний 10 мА;

$I_{ст}$ - максимальний струм споживання стабілізатора напруги, що дорівнює 35мкА.

Розраховане за формулою (2.6.2) максимально можливе споживання струму рівне $I_{\max} = 112,535$ мА.

При аналізі характеристик існуючих стабілізаторів був обраний стабілізатор XC6210B332PR. Зовнішній вигляд даного стабілізатора представлений на малюнку Рис. 2.6.3



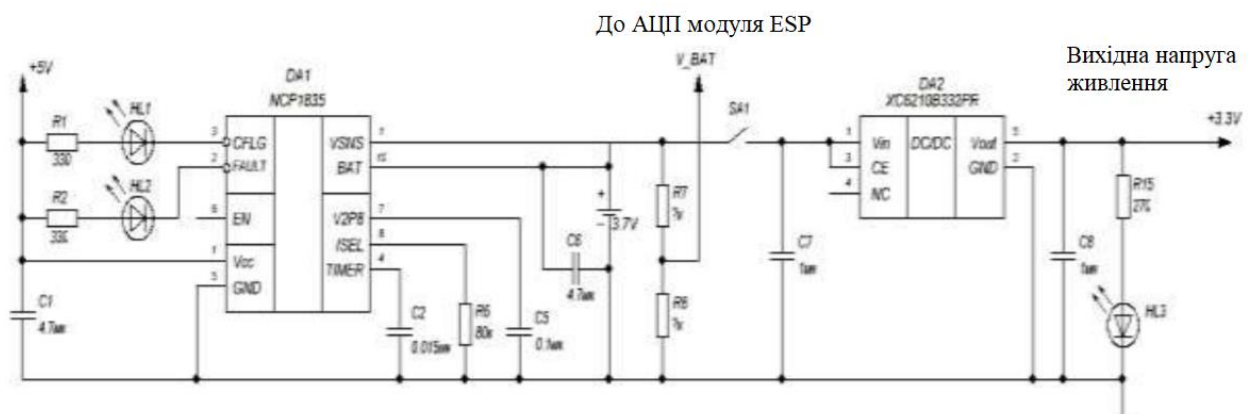
[7]

Рис. 2.6.3 - Зовнішній вигляд стабілізатора XC6210B332PR

Основні технічні характеристики даного стабілізатора наведені в таблиці 2.6.4 [32].

Параметр	Значення
Діапазон вхідних напруг	Від 1,5 до 6 В
Вихідна напруга	3,3 В
Струм споживання	35 мкА
Максимальний вихідний струм	700 мА
Падіння напруги	50 мВ
Діапазон робочих температур	Від -40 до 85 °С

На рисунку 2.6.4. приведена принципова схема блоку живлення, в складу якої входять мікросхеми XC6210B332PR і NCP1835



[5]

Рис. 2.6.4 - Схема включення Li-Ion акумулятора зі стабілізатором

Відповідно до технічної документації [33] до мікросхеми NCP1835 підключаються резистори R1, R2, R6, конденсатори C1, C2, C5, C6 і світлодіоди HL1, HL2. Розрахунок даних конденсаторів C1, C5, C6 і резисторів R1, R2 не потрібно.

Розрахунок конденсатора C2 розраховується за формулою:

$$T = 14 * C2,$$

(2.6.5)

Де T - час тривалості зарядки акумулятора.

У разі, коли акумулятор підключений до зарядки, але при цьому він вже довгий час заряджений на 100%, щоб не перевантажувати схему і захистити акумулятор від можливих перезаряджень, в мікросхемі передбачений таймер, який розмикає джерело живлення від акумулятора. Час T для таймера задається конденсатором C2.

Тривалість зарядки акумулятора була обрана T = 210 хв (3,5 години). Вививши з формули (2.6.5), отримуємо ємність конденсатора 15нФ.

Резистор R6 розраховується за такою формулою:

$$I = \frac{0,8 \cdot 10^5}{R6},$$

де I - струм зарядки акумулятора, рівний 1А.

Вививши з формули R6, отримано значення опору резистора, рівне 80 кОм. Резистори R1 і R2 послідовно з'єднані зі світлодіодами L1154GT, струм споживання яких складає 10мА, а напруга живлення 2,2В. Значення номіналів резисторів розраховується за формулою:

$$R_1 = \frac{U_{\text{общ}} - U_{\text{св}}}{I_{\text{св}}},$$

(2.6.6)

де Uобщ - напруга на виводі модуля, однакову 5В; Uсв – напруга світлодіода, рівна 2,2В; Iсв - струм споживання світлодіода, рівний 10мА.

Згідно з розрахунком за формулою (2.6.6), значення резистора $R1 = R2 = 280 \text{ Ом}$. На практиці дані світлодіоди світять досить яскраво. Щоб знизити струм i , відповідно, знизити яскравість (так як світлодіоди виконують функцію індикаторів процесу зарядки акумулятора). Опір резисторів були обрані $R1 = R2 = 330 \text{ Ом}$.

До входу АЦП ESP-12E підключається ділитель напруги на резисторах $R7$ і $R8$ для контролю напруги на виході акумулятора. Даний контроль необхідний для відображення залишку заряду акумулятора. У зв'язку з тим, що Wi-Fi модуль живиться від $3,3 \text{ В}$, то максимальна напруга на АЦП, до якого можна подати напругу, становить $3,3 \text{ В}$, але при повній зарядці акумулятора його вихідна напруга становить $4,2 \text{ В}$. Щоб знизити діапазон вимірювань, використовується дільник напруги.

Розрахунок даних резисторів проводиться за формулою:

$$U_{\text{ввых}} = \frac{R_8}{R_7 + R_8} \cdot U_{\text{вх}},$$

(2.6.7)

де $U_{\text{ввых}}$ - вихідна напруга, рівне $3,3 \text{ В}$;

$U_{\text{вх}}$ - максимальна напруга, що видається акумулятором при повному його заряді, рівне $4,2 \text{ В}$.

Нехай опір $R7$ дорівнює 10 кОм . Отже, висловивши параметр $R8$ з формули (2.6.7), отримуємо значення опору $R8 = 36 \text{ кОм}$.

Відповідно до технічної документації [32] до мікросхеми XC6210B332PR підключаються конденсатори $C7$ і $C8$. розрахунок даних конденсаторів не потрібно.

Світлодіод HL3 розраховується аналогічно светодиодам HL1, HL2 при напрузі живлення $3,3 \text{ В}$. Згідно з розрахунком за формулою (2.6.6) значення резистора одно $R15 = 110 \text{ Ом}$, але, як і в випадку, з попередніми світлодіодами, було прийнято рішення підвищити опір резистора до 270 Ом .

2.7. Інтернет речей (IoT)

Ми оточені розумними гаджетами. Сьогодні не проблема встановити собі розумне освітлення або розетку, вийти через телевізор в інтернет і прив'язати камеру відеоспостереження до додатка на смартфоні. І в багатьох новинах, пов'язаних з такими розумними девайсами то раз миготить загадкове словосполучення "інтернет речей". Настав час розібратися з тим, що це таке і як воно відноситься до вашого чайнику з Bluetooth!



[6]

За своєю суттю інтернет речей (Internet Of Things, IOT) — це концепція. Сформована і озвучена вона була ще в 1999 році. Тоді розробник концепту Кевін Ештон пропонував просунути його для управління логістичними ланцюгами в корпорації Procter & Gamble. Передбачалося встановити безліч радіочастотних міток для зв'язку електроніки та систем між собою. У загальному сенсі ІОТ являє собою концепцію простору, в якому поєднані предмети аналогового і цифрового простору для полегшення роботи виробництва або життя користувачу.

"Інтернет речей" передбачає взаємопов'язані автоматизовані процеси, які будуть відбуватися в вашому домі (або на роботі). Автоматизацією на початку двохтисячних неможливо було когось здивувати. Але об'єднання в одну систему всіх домашніх пристроїв, незалежно від їх спеціалізації,

звучало багатообіцяюче. Популярність концепту почала зростати, але піком розвитку аналітики вважають період 2008-2009 років. Тоді кількість підключаються до мережі гаджетів за даними корпорації Cisco перевищила чисельність населення всієї планети. Для нас саме словосполучення "інтернет речей" може звучати дико. Воно здається безглуздом, тому що є дослівним перекладом англomовного "Internet of Things", яке якраз звучить адекватно. Щоб почати правильно сприймати термін, необхідно усвідомити, що він відноситься не до якихось певних гаджетам. Чи не до речей, а саме до мережі, яка їх під собою об'єднує. Говорячи "інтернет речей", ми маємо на увазі цілу глобальну домашню або робочу систему, де ці речі переплітаються і зв'язуються між собою в віртуальному просторі.

2.7.1. Девайси інтернету речей

Технологій та пристроїв, які можуть увійти в ваш персональний інтернет речей безліч. Серед них:

- розважальні відео і аудіо системи;
- пристрої для забезпечення безпеки;
- датчики (температури, вологості, руху);
- домашні роботизовані і просто електронні асистенти;
- предмети розумної побутової техніки (дрібної і крупної);
- і багато інших пристроїв аж до розумних подушок.

[6]



В вашу персональну систему може увійти абсолютно все, що ви прив'яже. При цьому плутатися з купою додатків і девайсів (а для кожного сьогодні зазвичай надається окреме мобільне) не обов'язково, адже для управління розумним будинком вже розроблено безліч додаткових пристроїв, які об'єднують під собою інші гаджети. І ці додаткові пристрої також будуть входити в ваш інтернет речей.

2.7.2. Недоліки концепції інтернету речей

З самого початку популяризації концепту інтернету речей, до нього активно чіплялися. Ще в 2008 році концепція турбувала Національну розвідувальну раду США, який вважає технологію потенційно руйнівною. Передбачалося, що інтернет речей може вдарити по інформаційній безпеці. Але на сьогоднішній день головна проблема концепту аж ніяк не в цьому, а в роз'єднаності.

Поки інтернет речей не прийшов до єдиних стандартів. Розумних девайсів багато, з кожним роком стає ще більше. А ось єдиних систем управління ними набагато менше. І жодна з них не підтримує абсолютно всі пристрої. Однак, дірки концепції поступово закриваються. А користі від неї виходить більше, ніж шкоди.

2.8. Висновки до розділу 2

В розділі 2 було:

1. Обґрунтовано розробку структурної схеми приладу;
2. Обрано платформу Arduino на базі мікроконтролера ATmega328P;
3. Обрано датчик вологості та температури DHT11;
4. Елемент виводу інформації чотирьохрозрядний 7-сегментний індикатор;
5. Мікроконтролер ESP8266 для безпроводної передачі даних;
6. Блок живлення;
7. Інтернет речей;

Пристрій був розміщений на платах Arduino Nano складається з датчика температури та вологості DHT11 та мікроконтролера ESP8266 на базі якого базується система «Інтернет речей» та бездротовий доступ до приладу за допомогою WiFi. Для відображення інформації було використано чотирьохрозрядний 7-сегментний індикатор.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТА ПРОГРАМУВАННЯ СИСТЕМИ КЛІМАТКОНТРОЛЮ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ІoT

3.1. Схема побудови пристрою

На структурній схемі (Рис. 3) зображено структурну схему системи кліматконтролю яка включає в себе платформу Arduino на базі мікро контролера ATmega328P, датчик вологості та температури DHT11, мікроконтролер ESP8266 для безпроводної передачі даних, елемент виводу інформації чотирьохрозрядний 7-сегментний індикатор та USB вихід на самій платі Arduino до якого буде під'єднано блок живлення.

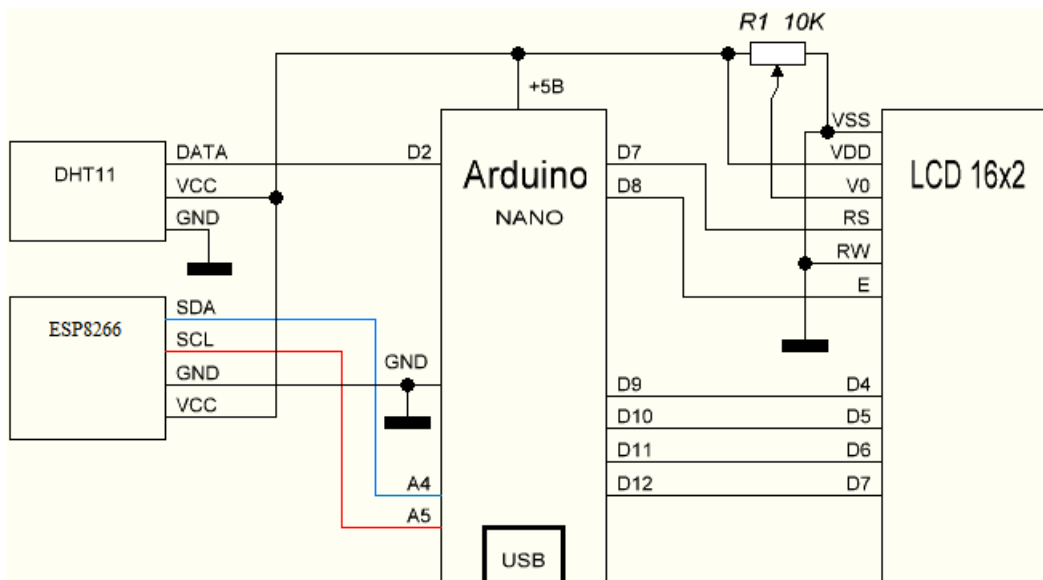


Рис. 3

3.1.1. Взаємодія з датчиком DHT11

Схема підключення датчика вологості та температури DHT11 (рис.3.1.1a). На схемі ми бачимо що потрібно встановити резистор номіналом в 5кОм. Процес отримання інформації з датчика DHT11 дуже простий і детально описаний в пункті (2.3). Щоб почати отримувати дані з датчика мікроконтролер повинен відправити датчику запит і дочекатися відповіді від датчика про те, що датчик готовий передавати інформацію. Коли мікроконтролер зібрався приймати дані, він повинен притягнути лінію даних до нуля на 18 мс, і після відпустити її назад до 1. Мікроконтролер переходить в режим очікування і стежить за тим, що відбувається

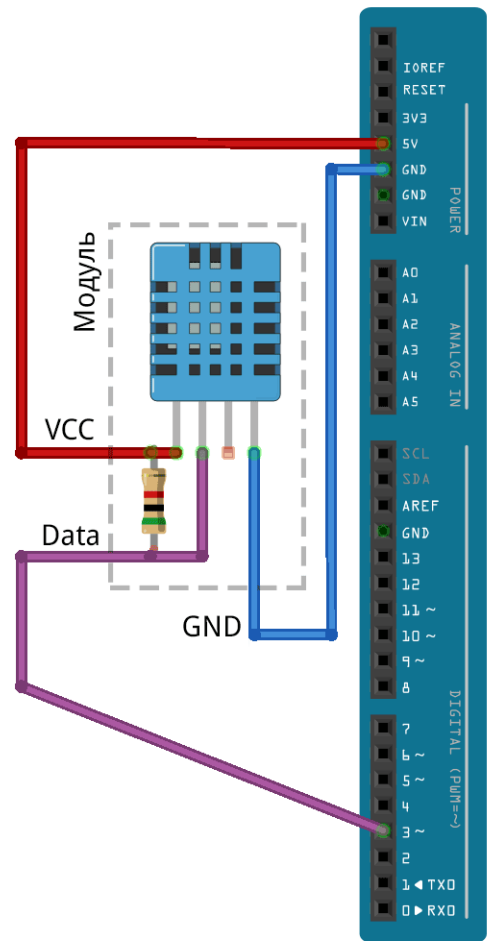


Рис.3.1.1a [4]

з лінією даних. Через 20-40 мкс, якщо все в порядку, датчик відповідає притягненням вже зі свого боку лінії даних до нуля на 80 мкс, і відпускає її на 80 мкс.(рис.3.1.1б) Таким чином датчик дає зрозуміти мікроконтролеру, що з ним все в порядку і він починає передачу даних. Дані передаються побітно.

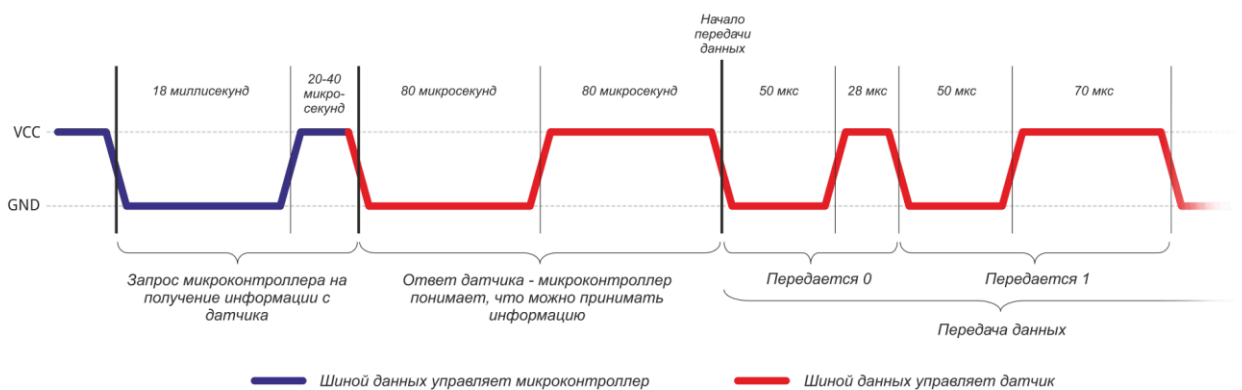


Рис.3.1.1б [4]

Перед передачею кожного нового біта датчик притягує лінію даних до нуля на 50 мкс, після цього відпускає її до 1. В залежності від того на скільки датчик відпускає дата-лінію до 1 мікроконтролер розпізнає який біт був переданий. Якщо тривалість часового проміжку до наступного притягнення до нуля - 26-28 мкс, то переданий 0, якщо 70 мкс - передана 1.

Передані дані містять як цілу, так і дробову частину цифрових даних про температуру / вологості. Загальний обсяг переданої інформації становить 40 біт: 1 і 2 байт містять відповідно цілу і дробову частину інформації про вологість, 3 і 4 байт містять цілу і дробову частину інформації про температуру і в 5 байті передається контрольна хеш-сума, яка вдає із себе останні 8 біт від складання попередніх 4 байт.

Після передачі пакета даних датчик переходить в сплячий режим, до наступного запиту з боку мікроконтролера.

3.1.2. Підключення до пристроїв виведення

Отримувати інформацію ми навчилися, тепер цю інформацію потрібно куди-небудь вивести. Розглянемо на прикладі 4-розрядного 7-сегментного індикатора.

Так як необхідно відображати дані і температури і вологості, будемо міняти значення на дисплеї, наприклад, кожні 2 сек. А оскільки значення обох показників не буде перевищувати 2 цифр, будемо підставляти в початок і кінець відображуваних даних символи, що дозволяють їх ідентифікувати - t (temperature) і h (humidity) на початку, і з і% в кінці. І для ще більшої зручності перевернемо індикатор (рис.3.1.2а) догори ногами, щоб точка (роздільник розрядів, який не використовується через відображення цілих чисел) була вгорі і запалювалася, імітуючи значок градуса:

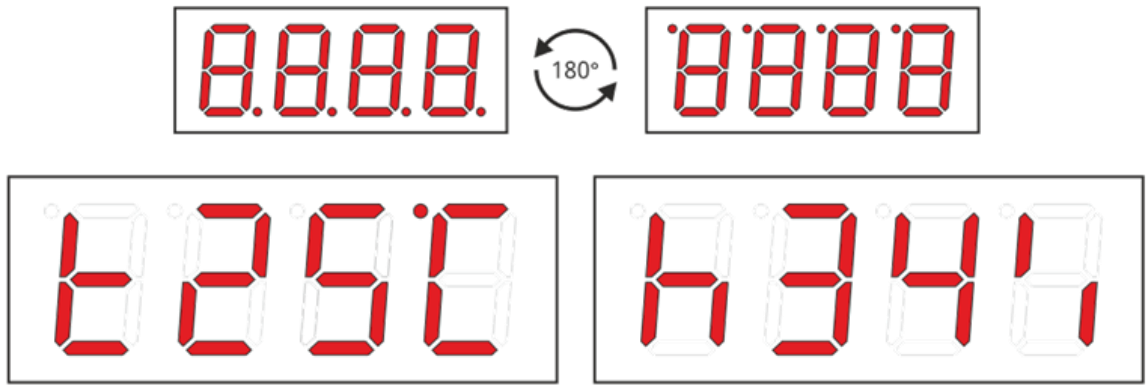
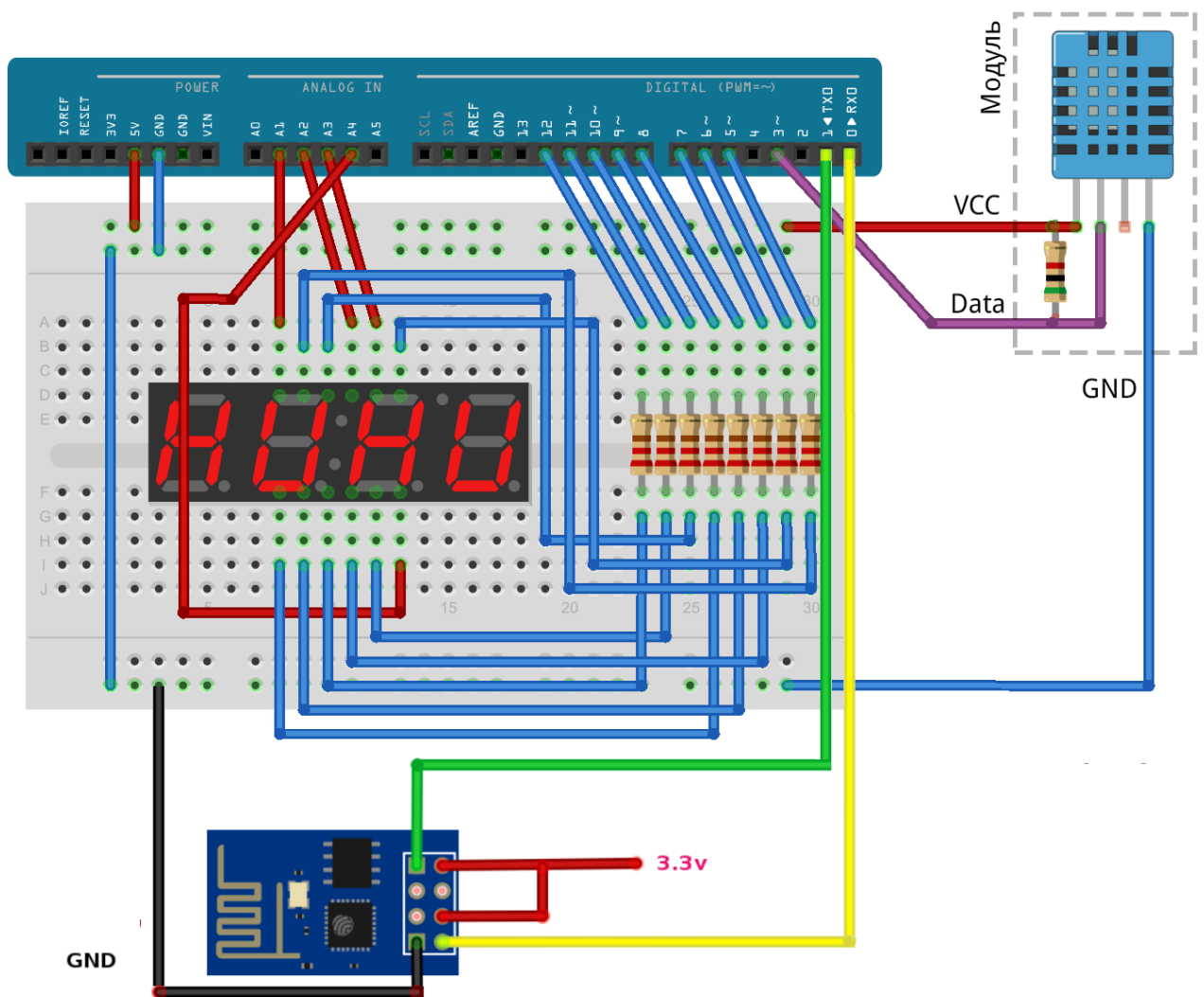


Рис.3.1.2а [4]

Додамо на схему датчик температури і вологості DHT11.(рис.3.1.2б)
 Після складання і завантаження скетчу, не забуваємо перевернути дисплей на 180 градусів.

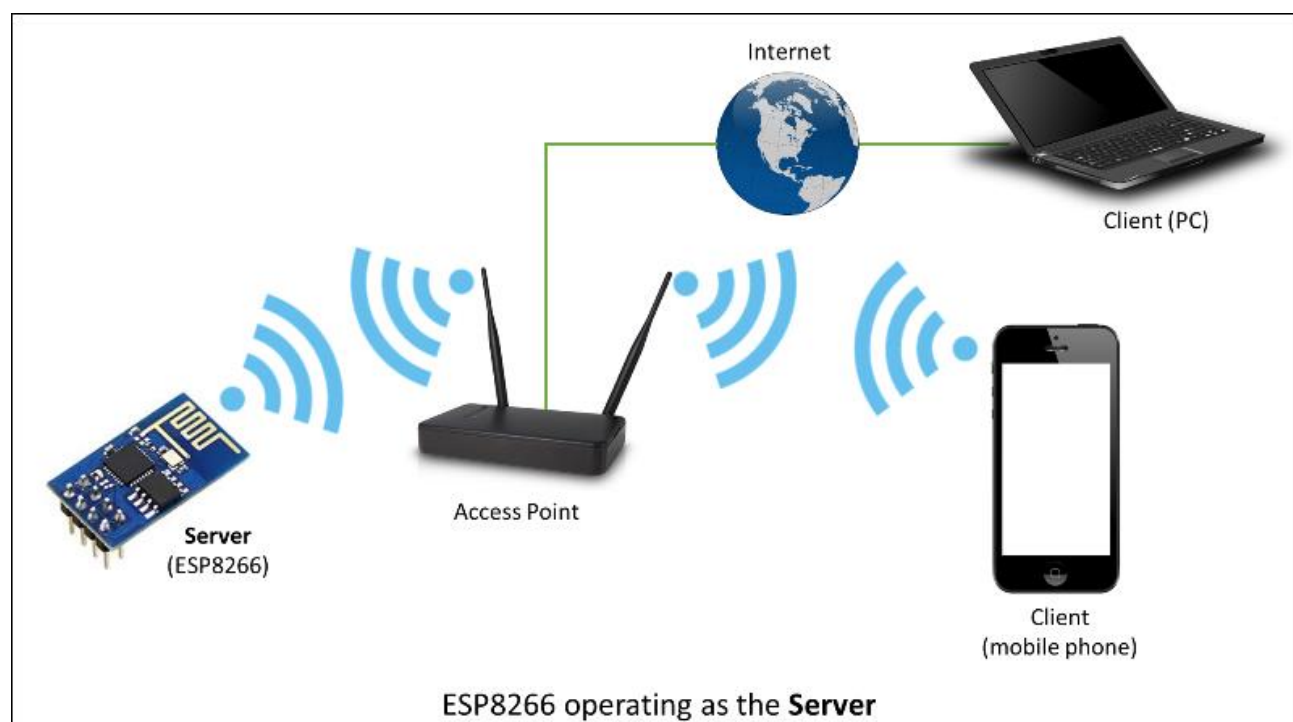


Функціональна схема кліматконтролю: (Рис. 3.1.2б)

Для підключення ESP8266 необхідно VCC і CH_PD підключити до живлення 3.3В, GND - до GND, TX і RX - до RX і TX відповідно (хрест-навхрест). Можна використовувати будь-яку Arduino, причому краще використовувати вільний UART - будь-який, крім нульового - або, якщо у плати їх кілька (як у Arduino Mega), то другий хардварний, або організувати софтверний за допомогою Software Serial.

3.2. Алгоритм IoT кліматконтролю

Сервери надають функціональність іншим програмам або пристроям, які називаються клієнтами. [6]



Клієнти підключаються до сервера для надсилання й отримання даних і доступу до наданих функціональних можливостей.

Налаштування веб-сервера на ESP8266 вимагає дуже мало коду і є напрочуд простим. Це завдяки функціональності, що надається універсальною бібліотекою ESP8266WiFi.

Метою цього прикладу буде підготовка веб-сторінки, яка може бути

відкрита у веб-браузері. Ця сторінка повинна показувати поточне значення аналогового входу ESP.

3.3. Реалізація програмного коду

Мова програмування пристроїв Ардуіно основана на C/C++ і скомпонований з бібліотекою AVR Libc і дозволяє використовувати будь-які її функції. Водночас вона простий в освоєнні, і на даний момент Arduino - це, мабуть, найзручніший спосіб програмування пристроїв на мікроконтролерах.

3.3.1. Програмний код обробки інформації датчиків та вивід на індикатор [3]

```
#define DHT_OK          0
#define DHT_ERROR_CHECKSUM  -1 // Помилка контрольної суми
#define DHT_ERROR_TIMEOUT  -2 // Помилка, таймаут

int pinData = 4;

// Оголошуємо змінні для зберігання даних
int humidity;    // Вологість
int temperature; // Температура

int anodPins[] = {A1, A2, A3, A4}; // Задаємо піни для кожного розряду
int segmentsPins[] = {5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12}; // Задаємо Піни для кожного сегмента (з 7 + 1 (точка))
int result;      // Змінна статусу запиту даних з датчика

unsigned long ms_mode = 0; // Лічильник для зміни режиму відображення
unsigned long ms_dht = 0; // Лічильник для поновлення даних з датчика
```



```

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  for (int i = 0; i < 4; i++) pinMode(anodPins[i], OUTPUT);
  for (int i = 0; i < 8; i++) pinMode(segmentsPins[i], OUTPUT);
  //pinMode(pinIn, INPUT);
  ms_mode = millis(); // Засікаємо початок роботи
  ms_dht = millis(); // Засікаємо початок роботи

  // Перший запит даних зробимо звідси
  int result = getTempDate(pinData);
  if (result == DHT_OK) {
    Serial.print("Temperature: "); Serial.print((int)temperature); Serial.print(" *C,
");
    Serial.print("Humidity: "); Serial.print((int)humidity); Serial.print(" %");
    Serial.println("");
  }
  else if (result == DHT_ERROR_CHECKSUM) {
    Serial.println("Error data checksum");
  }
  else if (result == DHT_ERROR_TIMEOUT) {
    Serial.println("Error data timeout");
  }
  delay(3000);
  getDigits(); // Отримуємо дані для відображення і записуємо їх в змінну arr[]
}

// Для економії пам'яті будемо зберігати дані в байтах
//{A, B, C, D, E, F, G,DP} - дисплей перевернутий, тому всі цифри
перевернуті!
byte seg[15] = {
  B11111100, //Цифра 0 не змінюється

```

```
В00001100, //Цифра 1
В11011010, //Цифра 2 не змінюється
В10011110, //Цифра 3
В00101110, //Цифра 4
В10110110, //Цифра 5 не змінюється
В11110110, //Цифра 6 змінюється з 9
В00011100, //Цифра 7
В11111110, //Цифра 8 не змінюється
В10111110, //Цифра 9 змінюється з 6
В11110001, //знак *С (Цельсій)
В11100010, //знак t
В00100100, //знак %
В01100110, //знак h
В00000000 //Пустий розряд
};
```

```
int err[4] = {
    В00000000, //Пусто
    В11110010, //Е
    В01000010, //r
    В01000010, //r
};
```

```
static byte arr[4]; // Змінна-масив для зберігання даних, які не потрібно кожен
раз перераховувати
int mode = 0; // Режим відображення даних 0-температура, 1-
вологість
int changemodoperiod = 2000; // Період зміни режимів, в мс. 1000 - зміна
кожну секунду
int refreshdataperiod = 10000; // Період оновлення даних з датчика, в мс. 3000
- оновлення кожні 3 секунди
```

```

void loop() {
  // Блок зміни режиму відображення =====
  if ((millis() - ms_mode) > changemodeperiod) {
    ms_mode = millis(); // Обнуляем счетчик
    mode = mode == 1 ? 0 : 1; // Меняем режим

    // Блок поновлення даних =====
    // Краще оновлювати дані в момент перемикання режиму
    if ((millis() - ms_dht) > refreshdatapeniod) {
      ms_dht = millis(); // Обнуляємо лічильник
      result = getTempDate(pinData);
      if (result == DHT_OK) {
        Serial.print(" *C, ");
        Serial.print(" %");
        Serial.println("");
      }
    }

    getDigits(); // Отримуємо дані для відображення і записуємо їх в змінну arr
    [] }
    displayMessage(arr);
  }

  int getTempDate(int pin) {
    String mydata = "";

    byte data[40];

    pinMode(pinData, OUTPUT); // Включаємо режим управління лінією даних
    // Подаємо сигнал датчику про те, що хочемо отримати дані
    digitalWrite(pinData, LOW); // Притягуємо до нуля лінію даних
    delay(18); // Чекаємо 18 мс
  }
}

```

```

digitalWrite(pinData, HIGH); // Відпускаємо до одиниці
delayMicroseconds(40); // Чекаємо 40 мкс

pinMode(pinData, INPUT); // Перемикаємося в режим прийому і починаємо
слухати

unsigned int timeoutInt = 10000; // Створюємо змінну, яка відслідковує
таймаут

// Датчик повинен притягнути лінію даних до 0 і ...
while (digitalRead(pin) == LOW)

    if (timeoutInt-- == 0) return DHT_ERROR_TIMEOUT; // Якщо пройшло
10000 ітерацій, а датчик не відреагував, то помилка!

// ... потім відпустити її
timeoutInt = 10000;
while (digitalRead(pin) == HIGH)

    if (timeoutInt-- == 0) return DHT_ERROR_TIMEOUT;

// Якщо дійшли до цього місця, значить все нормально - починаємо
приймати дані
// Нам потрібно прийняти 40 біт
for (int i = 0; i < 40; i++)
{
    timeoutInt = 10000;

    // Датчик притягнув лінію даних до нуля, чекаємо, коли відпустить
while (digitalRead(pin) == LOW)

    if (timeoutInt-- == 0) return DHT_ERROR_TIMEOUT;

// Засікаємо, коли датчик відпустить лінію даних до одиниці
unsigned long t = micros();
timeoutInt = 10000;

```

```

// Чекаємо коли датчик знову притягне лінію даних до нуля
while (digitalRead(pin) == HIGH)
    if (timeoutInt-- == 0) return DHT_ERROR_TIMEOUT;

// За інтервалу визначаємо, який біт був переданий
// Якщо більше 40 (нам потрібно 70мкс) - значить 1, якщо менше 40
(27мкс) - значить 0
    if ((micros() - t) > 40) data[i] = 1;
    else data[i] = 0; // Ініціалізація нульового значення
}

// Збираємо байти з бітів
byte bytes[5] = {0, 0, 0, 0, 0}; // Ініціалізуємо байти для зберігання
отриманих даних
int byteindex = 0; // Індекс байта
int posindex = 7; // Індекс біта в байті. Дані приходять в порядку: першим
приходить старший біт
for (int i = 0; i < 40; i++) {
    if (data[i] == 1) bytes[byteindex] |= (1 << posindex); // Задаємо біт за
допомогою побітового АБО
    posindex--;
    if (posindex < 0) {
        posindex = 7;
        byteindex++; // Переходимо до наступного байту
    }
}

uint8_t sum = bytes[0] + bytes[1] + bytes[2] + bytes[3];
// Перевірити контрольну суму
if (bytes[4] != sum) return DHT_ERROR_CHECKSUM; // Контрольна сума не
збігається - повертаємо помилку
// Всі перевірки пройшли нормально

```

```

// Надаємо отримані дані змінним температури і вологості
humidity = bytes[0];
temperature = bytes[2];

// Повертаємо позитивну відповідь
return DHT_OK;
}

void getDigits () { // Отримуємо масив з даними для кожного індикатора
if (result == DHT_OK) {
if (mode == 0) { //0-температура
arr[0] = seg[11]; arr[3] = seg[10];
arr[2] = seg[(int)temperature % 10];
if ((int)temperature > 9)
arr[1] = seg[(int)((int)temperature / 10)];
else arr[1] = seg[14];
arr[0] = seg[11]; arr[3] = seg[10];
}
else if (mode == 1) { // 1-вологість
arr[0] = seg[11]; arr[3] = seg[10];
arr[2] = seg[(int)humidity % 10];
if ((int)humidity > 9)
arr[1] = seg[(int)((int)humidity / 10)];
else arr[1] = seg[14];
arr[0] = seg[13]; arr[3] = seg[12];
}
}
else {
for (int i = 0; i < 4; i++)
arr[i] = err[i];
}
}

```

```

}

}

void displayMessage(byte dig[4]) {
  for (int i = 0; i < 4; i++) { // Кожен розряд по черзі
    //Serial.println(dig[4], BIN);
    for (int k = 0; k < 8; k++) { // Кожен сегмент по черзі - виходячи із заданої
карти
      digitalWrite(segmentsPins[k], ((bitRead(dig[i], 7 - k) == 1) ? LOW : HIGH));
    }
    digitalWrite(anodPins[3 - i], HIGH); // 3-i - при перевероті інвертуємо
порядок пинов
    delay(1);
    digitalWrite(anodPins[3 - i], LOW); // 3-i - при перевероті інвертуємо
порядок пинов
  }
  //Serial.println("=====");
}

```

3.3.2. Програмний код реалізації безпроводної передачі інформації в мережу [3]

```

// Load Wi-Fi library
#include <ESP8266WiFi.h>

// Replace with your network credentials

```

```

const char* ssid    = "NAUHUB_Pb"; //"REPLACE_WITH_YOUR_SSID";

const char* password = "nauhubpb";
//"REPLACE_WITH_YOUR_PASSWORD";

// Set web server port number to 80
WiFiServer server(80);

// Variable to store the HTTP request
String header;

static String str = "";

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  // Connect to Wi-Fi network with SSID and password
  Serial.print("Connecting to ");
  Serial.println(ssid);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  // Print local IP address and start web server
  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi connected.");
  Serial.println("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
  server.begin();
}

void loop(){

```



```

WiFiClient client = server.available(); // Listen for incoming clients

if (client) { // If a new client connects,
  Serial.println("New Client."); // print a message out in the serial port
  String currentLine = ""; // make a String to hold incoming data from
the client
  while (client.connected()) { // loop while the client's connected
    if (client.available()) { // if there's bytes to read from the client,
      char c = client.read(); // read a byte, then
      Serial.write(c); // print it out the serial monitor
      header += c;
      if (c == '\n') { // if the byte is a newline character
        // if the current line is blank, you got two newline characters in a row.
        // that's the end of the client HTTP request, so send a response:
        if (currentLine.length() == 0) {
          // HTTP headers always start with a response code (e.g. HTTP/1.1 200
OK)
          // and a content-type so the client knows what's coming, then a blank line:
          client.println("HTTP/1.1 200 OK");
          client.println("Content-type:text/html");
          client.println("Connection: close");
          client.println();

          if (Serial.available() > 0)
            {
              str = Serial.readString();
            }

          // Display the HTML web page
          client.println("<!DOCTYPE html><html>");

```

```
client.println("<head><meta name=\"viewport\" content=\"width=device-  
width, initial-scale=1\"><meta http-equiv=\"Refresh\" content=\"1\" />");
```

```
client.println("<link rel=\"icon\" href=\"data:,\">");
```

```
// CSS to style the on/off buttons
```

```
// Feel free to change the background-color and font-size attributes to fit  
your preferences
```

```
client.println("<style>html { font-family: Helvetica; display: inline-block;  
margin: 0px auto; text-align: center; background-color: rgb(245, 238, 238);  
margin-top: 20vh; } h1 { font-size: 5vw; color: rgb(170, 170, 170); } p { font-size:  
3vw; color: rgb(163, 163, 223); } </style></head>");
```

```
// Web Page Heading
```

```
client.println("<body><h1>Home Climate Control</h1>");
```

```
// Display current state, and ON/OFF buttons for GPIO 5
```

```
client.println("<p>" + str + "</p>");
```

```
client.println("</body></html>");
```

```
// The HTTP response ends with another blank line
```

```
client.println();
```

```
// Break out of the while loop
```

```
break;
```

```
} else { // if you got a newline, then clear currentLine
```

```
currentLine = "";
```

```
}
```

```
} else if (c != '\r') { // if you got anything else but a carriage return character,
```

```
currentLine += c; // add it to the end of the currentLine
```

```
}
```

```
}
```

```
}  
// Clear the header variable  
header = "";  
// Close the connection  
client.stop();  
Serial.println("Client disconnected.");  
Serial.println("");  
}  
}
```

3.4. Висновки до розділу 3

В розділі 3 було:

1. Розроблено схему побудови пристрою;
2. Налагоджено взаємодію із датчиком DHT11;
3. Підключено прилад до пристроїв виведення;
4. Реалізовано алгоритм IoT кліматконтролю;

ВИСНОВКИ ЗАГАЛЬНІ

В даній дипломній роботі була спроектована автоматизована система кліматконтролю. Ознайомлення з проблемами та недоліками різних систем які мають змогу керувати кліматом у приміщенні. Було наведено доцільність керування всією системою через інтернет речей або технологію розумного будинку.

Пристрій був розміщений на платах Arduino Nano складається з датчика температури та вологості DHT11 та мікроконтролера ESP8266 на базі якого базується система «Інтернет речей» та бездротовий доступ до приладу за допомогою WiFi. Для відображення інформації було використано чотирихрозрядний 7-сегментний індикатор.

Автоматизована система кліматконтролю працює при температурі навколишнього середовища від 0°C до +50°C, при відносній вологості повітря до 90%. Механічні удари, тряски, вібрації не впливають на роботу пристрою. Робота інших медико-біологічних приладів також не впливає на роботу пристрою. Живлення системи - крона або блок живлення (3.5В-5.5В). Хімічно активні компоненти в пристрої не присутні, тому його можна використовувати в жилих приміщеннях без вентиляції.

Було розроблено програмний код для взаємодії між елементами пристрою, що забезпечує простоту підключення і великий вибір датчиків дозволяє легко змінювати конфігурацію приладу в залежності від поставлених потреб. Реалізація передачі даних через плату ESP8266 дозволяє з легкістю підключати пристрій до різних систем «Інтернет Речей» (контроль клімату приміщень та теплиць, системи розумного будинку та офісу, інформаційні таблиці тощо).

1. В дипломній роботі зроблено огляд стану проблеми на основі джерел літератури за темою.
2. Було досліджено прототипи до виконаної розробки.
3. Обгрунтовано розробку структурної схеми приладу.
4. Обрано платформу Arduino на базі мікроконтролера ATmega328P;
5. Обрано датчик вологості та температури DHT11;

6. Елемент виводу інформації чотирьохрозрядний 7-сегментний індикатор;
7. Мікроконтролер ESP8266 для безпроводної передачі даних;
8. Блок живлення;
9. Інтернет речей;
10. Виконана робота може бути застосована в навчальному процесі НАУ та інших технічних університетах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Спеціалізовані мікроконтролерні системи. Теорія і практика: С71 Підручник / Є. І. Сокіл, І. Ф. Домнін, О. М. Рисований та ін. - Харків: НТУ "ХП", 2007. - 252 с.
2. Цирульник С. М., Лисенко Г. Л. Проектування мікропроцесорних систем - Вінниця: ВНТУ, 2010. - 201 с.
3. Програмування мікроконтролерів AVR: [навчальний посібник] / С. М. Цирульник, О. Д. Азаров, Л. В. Крупельницькій, Т. І. Трояновська. - Вінниця: ВНТУ, 2018. - 111 с.
4. Вивчаємо Arduino: інструменти и методи технічної магії: Пер. з англ. - СПб.: БХВ-Петербург, 2015. - 336 с.
5. Exploring Arduino: Tools and Techniques for Engineering Wizardry: Textbook, Jonh Wiley & Sons, Inc., Canada, 2013. - 384 p.
6. Intelligent IoT Projects in 7 Days: Build exciting projects using smart devices, Agus Kurniawan, United Kingdom, 2017. - 206 p.
7. NCP1835 Integrated Li-Ion Charger // ON Semiconductor. – Phoenix: Semiconductor Components Industries LLC, 2009. – URL: <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/NCP1835-D.PDF> (дата обращения 18.05.2019)
8. Є. О. Кріксунов, В.В. Пасічник, А.П. Сидорин. «Екологія». Видавничий дім «Дрофа», 1995; 235
9. Н. А. Агаджанян, В.І. Торшин. «Екологія людини». ММП «Екоцентр», КРУК, 1994;
10. В. М. Лапін. «Безпека життєдіяльності людини». – Київ – Львів, 1999;

11. Г. О. Біляшевський, Р. С. Фурдуй. «Основи екологічних знань». – Київ, 1997;

12. Є.П. Желібо, Н.М. Заверуха, В.В. Зацарний «Безпека життєдіяльності». Видавництво «Каравела», Київ, 2003.

13. Богословский В.Н., Щеглов В.П., Разумов Н.Н. Отопление и вентиляция: Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. - М.:Стройиздат, 1980. - 295 с.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Дипломний проект на тему «Проектування та алгоритмізація процесу впровадження системи клімат контролю на основі технології IoT» пов'язана з розробкою пристрою який буде функціонувати в реальних погодніх умовах, та підтримуватиме оптимальні показники температури та вологості повітря для людини.

Суб'єктом охорони праці в дипломному проекті є інженер-проектувальник та програміст, який створює прилад для моніторингу та контролю навколишнього середовища приміщень. На підприємстві суб'єкт займає посаду інженера, інженера-програміста. Об'єктом дослідження є його робоче місце у дослідницькому бюро.

4.1. Перелік небезпечних і шкідливих виробничих факторів діючих у робочій зоні

Відповідно до ГОСТ 12.0.003-74(1999) інженер під час роботи у робочій зоні може знаходитися під впливом наступних небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- підвищена або понижена температура повітря в робочій зоні;
- підвищена або понижена температура поверхонь обладнання та матеріалів;
- низька освітленість робочої зони;
- підвищена або понижена вологість повітря;
- підвищена або понижена циркуляція повітря;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень електромагнітного випромінювання;
- підвищений рівень статичної електрики.

Підвищений рівень статичної електрики. Рівень напруженості електростатичних полів на робочому місці інженера не повинен перевищувати: за тривалістю впливу 1 година - 60 кВ / м, і до 9 годин - 20 кВ/м (ГОСТ 12.1.045-84 «Допустимі рівні напруженості електростатичних

полів»). Поверхневий електростатичний потенціал не повинен перевищувати 500В. Підвищена або понижена вологість повітря; підвищена або понижена циркуляція повітря. Відповідно до ГОСТ 12.1.005-88(1998) про «Загальні Санітарно-гігієнічні Вимоги до Повітря робочої зони», а також ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» у виробничих приміщеннях при виконанні робіт з більш високим емоційним навантаженням, оптимальні значення температури повітря в 22-24 С і відносної вологості в 60 - 40% мають бути збережені, разом з циркуляцією повітря швидкістю не більше 0,1 м/с. Підвищений рівень шуму. Основні характеристики і граничні рівні шуму на робочих місцях, визначені у ДСН 3.3.6.037-99 "ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки ». Прийнятний рівень звукового тиску (SPL) для аналітичних та вимірювальних робіт становить 60 дБА. Низька освітленість робочої зони. Робота з електричними приладами вимірювання належить класу V зорової роботи - висока точність. Відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» для цього типу роботи рівень штучного освітлення унормований такими характеристиками: комплексне освітлення - 300-400 лк (у тому числі в загальній складності 200 люкс); в загальній системі освітленості 200-300 лк. ВДТ на основі електронно-променевих трубок є джерелом декількох видів електромагнітного випромінювання, зокрема мікрохвиль нетеплової інтенсивності. Експериментальне дослідження характеру й інтенсивності випромінювань ВДТ (при якому визначався вплив електромагнітних випромінювань на користувача при тривалій роботі) показало, що рівні опромінення в ультрафіолетовій, інфрачервоній і видимій областях спектра виявилися нижче припустимих значень.

4.2. Технічні та організаційні заходи по зменшенню рівня впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Небезпечні та шкідливі фактори, що перераховані вище, так чи інакше впливають на самопочуття людини, що призводить до зниження

продуктивності її праці. Заходами щодо зниження впливу шкідливих факторів можуть бути:

для підвищеного рівню статичної електрики: при підвищеному рівні напруженості електростатичного поля час роботи повинен бути скорочений, також повинен використовуватися захисний екран з тонкої сітки або скла, який приймає на себе електростатичний заряд, також людина не повинна бути розташована на відстані 5 -10 см від екрану монітора, тому що рівень інтенсивності може досягати 140 В / м для електричних компонентів, що значно перевищує допустимі значення ДСанПіН 3.3.2-007-98;

до несприятливого мікроклімату: потрібно дотримуватись правил і норм, зазначених в ГОСТ 12.1.005-88(1998) про «Загальні Санітарно-гігієнічні Вимоги до Повітря робочої зони» а також ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»; до підвищеного рівню запиленості робочої зони: необхідно часто робити вологе прибирання робочої зони; до підвищеного рівню шуму: зниження рівня шуму на шляху його поширення (за допомогою місцевої і загальної звукоізоляції, шумових екранів і поглинаючих фільтрів); до низької освітленості робочої зони: буде ретельно розглянуто в наступному пункті (див. нижче); в цілому: раціоналізація робочого часу і часу відпочинку (додаткові перерви);

4.2.1 Вимоги до температури повітря в робочій зоні

Згідно з ГОСТ 12.1.005-88 (1998) про «Загальні Санітарно-гігієнічні Вимоги до Повітря робочої зони» у кабінах, на пультах і постах керування технологічними процесами, в залах обчислювальної техніки та інших виробничих приміщеннях при виконанні робіт операторського типу, пов'язаних з нервово-емоційною напругою, повинні дотримуватися оптимальні величини температури повітря 22-24 ° С.

Вимоги до температури повітря на робочому місці

Табл 4.2.1

Період року	Оптимальна	Допустимі границі
Холодний	22 - 24°C	18 - 25
Теплий	23 - 25°C	28 - 20

Температура повітря в робочій зоні, виміряна на різній висоті і в різних ділянках приміщень, не повинна виходити протягом зміни за межі оптимальних величин, зазначених у табл. 4.2.1 для окремих категорій робіт.

4.2.2 Вимоги до температури поверхонь обладнання та матеріалів

Згідно з ГОСТ 12.1.005-88 (1998) про «Загальні Санітарно-гігієнічні Вимоги до Повітря робочої зони» при забезпеченні оптимальних показників мікроклімату температура внутрішніх поверхонь конструкцій, що обгороджують робочу зону (стін, підлоги, стелі та ін), або пристроїв (екранів і т.п.), а також температура зовнішніх поверхонь технологічного обладнання або огорожувальних його пристроїв не повинні виходити більш ніж на 2 ° С за межі оптимальних величин температури повітря, встановлених в табл. 4.2.1 для окремих категорій робіт. При температурі поверхонь конструкцій нижче або вище оптимальних величин температури повітря робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше 1 м.

При забезпеченні допустимих показників мікроклімату температура внутрішніх поверхонь конструкцій, що обгороджують робочу зону (стін, підлоги, стелі та ін), або пристроїв (екранів і т.п.) не повинна виходити за межі допустимих величин температури повітря, встановлених в табл. 4.2.1

При забезпеченні оптимальних і допустимих показників мікроклімату в холодний період року слід застосовувати засоби захисту робочих місць від радіаційного охолодження від застлених поверхонь віконних прорізів, у теплий період року - від потрапляння прямих сонячних променів.

Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів, інсоляції на постійних і непостійних робочих місцях не повинна перевищувати $35 \text{ Вт} / \text{м}^2$ при опроміненні 50% поверхні тіла і більше, $70 \text{ Вт} / \text{м}^2$ - При величині опромінюваної поверхні від 25 до 50% і $100 \text{ Вт} / \text{м}^2$ - При опроміненні не більше 25% поверхні тіла.

При наявності теплового опромінення температура повітря на постійних робочих місцях не повинна перевищувати зазначені в табл. 4.2.1 верхні межі оптимальних значень для теплого періоду року, на непостійних робочих місцях - верхні межі допустимих значень для постійних робочих місць.

4.2.3 Низька освітленість робочої зони. Вимоги до освітлення

Мінімальна освітленість встановлюється залежно від характеру зорової роботи за найменшим розміром об'єкта розрізнення, контрастом об'єкта з фоном і характеристикою фону. Враховується система робочого освітлення (загальне або комбіноване) та джерела світла (лампи розжарювання або газорозрядні).

Правила вимагають освітлення робочого місця інженера на поверхні столу в зоні робочих документів на рівні 300 - 500 люкс. Місцеве освітлення не повинно мати якесь відблиски на поверхні екрана або робити його яскравість більше 300 лк.

Як штучних джерела світла використовуються люмінесцентні лампи, їх переваги: ефективність, тривалий цикл життя, рівномірне освітлення в полі зору, спектр їх освітлення максимально наближений до природного світла.

Розрахунок рівня освітленості робочого місця означає вибір системи освітлення, розрахунок необхідної кількості ламп, їх тип і місце розташування. У приміщенні ми будемо використовувати загальні системи штучного освітлення з використанням джерел світла, що в цілому є лампами освітлення. Зазвичай використовуються люмінесцентні лампи типу ЛПО71-4x18-571/Мілано з рівнем освітлювання менше 70 ($R_{av} = 70$), в якості

світильника - тип УСП-35-4x18 з режимом плавного регулювання яскравості.

ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». Збереження людської здатності бачення і стан його нервової системи значною мірою залежить від освітлення.

У кімнаті, де розташоване робоче місце інженера, використовується комплекс освітлення, тобто поєднання природного і штучного освітлення. Природним освітленням є світло, що приходить через бічні вікна. Штучне освітлення використовується, коли не вистачає природного світла. Тип світильника: підвісний світильник растровий для громадських приміщень ЛПО71-4x18-571/Мілано з умовним номером групи 1.

Ми будемо використовувати метод потоку світла для розробки системи штучного освітлення, тому що ми будемо розраховувати рівномірне загальне освітлення освітлюваної кімнати в горизонтальній площині. Висота приміщення:

$$H = 3 \text{ м};$$

Висота поверхні стола:

$$hs = 0.8 \text{ м};$$

Висота плафона:

$$hh = 0.1 \text{ м}$$

Знайдемо висоту плафона над робочою поверхнею:

$$b = H - hs - hh;$$

$$b = 3 - 0.8 - 0.1 = 2.1 \text{ м}; \quad (4.2.3a)$$

Ширина кімнати:

$$A = 4 \text{ м}$$

Довжина кімнати:

$$B = 8 \text{ м}$$

Розрахунок площі освітлення:

$$S = A \times B; \quad (4.2.36)$$

$$S = 4 \times 8 = 32 \text{ м}^2;$$

Отже індекс приміщення:

$$i = Sb \times (A+B); \quad (4.2.3в)$$

$$i = 322.1 \times 4+8=1.26;$$

Коефіцієнт відбиття від стелі становить 70%, від стіни на 50% і 10% - від підлоги.

Вибір характеристик ламп: лампи типу ЛЕЦ (754), напруга 110 + / - 11В, життєвий цикл -5200 годин, освічування після 100 годин експлуатації 400 лм.

Особливості даної лампи:

довжина: $LL = 625 \text{ мм}$,

товщина: $Wl=625 \text{ мм}$,

висота: 100 мм

чотири лампи ЛЕЦ (754) від 18 Вт потужності кожна. Таким чином, світловий потік:

$$\text{Ц} = 4000 \text{ лм};$$

Враховуючи індекс приміщення, всі коефіцієнти відображення і тип світильника знаходимо коефіцієнт світлового потоку:

$$\eta = 40;$$

Коефіцієнт затінення:

$$Ksh = 1.4$$

Коефіцієнт затемнення заданої кімнати з зазначеним робочим місцем інженера:

$$K_y = 0.9;$$

Коефіцієнт зміни освітлення:

$$Z = 1.3;$$

Кількість люмінесцентних ламп у світильнику:

$$n = 4;$$

Освітлення:

$$E = 300 \text{ лк};$$

Знайдемо необхідну кількість світильників:

$$N_c = 100 \times E \times S \times K_z \times Z_{ni} \times \Phi \times \eta \times K_y; \quad (5.4)$$

$$N_c = 100 \times 300 \times 32 \times 1.4 \times 1.34 \times 4000 \times 40 \times 0.9 = 3.97;$$

Як ми можемо судити з розрахунків, необхідно $N = 4$ світильників типу ЛГ1071-4x18-57 для дфної кімнати з персональним комп'ютером (ПК).

При розміщенні світильників з люмінесцентними лампами, лампи поміщаються в ряд - паралельними рядами або до віконної рами.

Перш ніж розробляти системи штучного освітлення в кімнаті, ми повинні перевірити реальне освітлення в ній від 4 світильників:

$$E_r = N_c \times n_i \times \Phi \times \eta \times K_y 100 \times S \times K_z \times Z; \quad (4.2.3г)$$

$$E_r = 4 \times 2 \times 3000 \times 40 \times 0.9 100 \times 32 \times 1.4 \times 1.3 = 340 \text{ лк};$$

Отже ми отримали реальну освітленість кімнати, яка показує рекомендований рівень освітлення.

4.2.4 Вимоги до вологості повітря

Згідно з ГОСТ 12.1.005-88 (1998) про «Загальні Санітарно-гігієнічні Вимоги до Повітря робочої зони» параметри мікроклімату можуть мінятися в широких межах, тоді як необхідною умовою життєдіяльності людини є підтримка постійності температури тіла завдяки терморегуляції, тобто здібності організму регулювати віддачу тепла в оточуючу середовище. Принцип нормування мікроклімату – створення оптимальних умов для теплообміну тіла людини з навколишнім середовищем.

Обчислювальна техніка є джерелом істотних тепловиділень, що може привести до підвищення температури і зниження відносної вологості в приміщенні. В приміщеннях, де встановлені комп'ютери, повинні дотримуватися певні параметри мікроклімату. В санітарних нормах встановлені величини параметрів мікроклімату, що створюють комфортні умови. Ці норми встановлюються залежно від пори року, характеру трудового процесу і характеру виробничого приміщення (див. табл. 4.2.4) .

Об'єм приміщень, в яких розміщені працівники обчислювальних центрів, не повинен бути меншим 19,5м³/людина з урахуванням максимального числа одночасно працюючих в зміну. Норми подачі свіжого повітря в приміщення, де розташовані комп'ютери, приведені в табл. 4.2.4

Параметри мікроклімату для приміщень, де встановлені комп'ютери

Таблиця 4.2.4

Період	Оптимальні умови	Граничні умови
Холодний	40 - 60 %	40 - 75%
Теплий	40 - 60 %	40 - 75%

4.2.5 Вимоги до циркулювання повітря

Згідно з ГОСТ 12.1.005-88 (1998) про «Загальні Санітарно-гігієнічні Вимоги до Повітря робочої зони» для забезпечення комфортних умов використовуються як організаційні методи (раціональна організація проведення робіт залежно від пори року і доби, чергування праці і відпочинку), так і технічні засоби (вентиляція, кондиціонування повітря, опалювальна система).

Вимоги до швидкості руху повітря для приміщень, де встановлені комп'ютери

Період року	Величина
Холодний	до 0,1м/с
Теплий	0,1.0,2м/с

Норми подачі свіжого повітря в приміщення, де розташовані комп'ютери

Таблиця 4.2.5

Характеристика приміщення	Об'ємна витрата свіжого повітря, що подається в приміщення, м ³ /на одну людину в годину
Об'єм до 20м ³ на людину	Не менше 30
20.40 м ³ на людину	Не менше 20
Більше 40м ³ на людину	Природна вентиляція

4.2.6 Вимоги до рівня шуму

В Україні і в міжнародній організації зі стандартизації застосовується принцип нормування шуму на основі граничних спектрів (граничні допустимих рівнів звукового тиску) в октавних смугах частот.

Граничні величини шуму на робочих місцях регламентуються ДСН 3.3.6.037-99 "Шум. Загальні вимоги безпеки ". В ньому закладено принцип встановлення певних параметрів шуму, виходячи з класифікації приміщень за їх використання для трудової діяльності різних видів.

Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях слід вибирати згідно з табл. 4.2.6

В нормах передбачаються диференційовані вимоги до допустимих рівнів шуму в приміщеннях різного призначення в залежності від характеру праці в них. Шум вважається допустимим, якщо вимірювані рівні звуку

тиску у всіх октавних смугах частот нормованого діапазону (63—8000 Фт будуть нижчі, ніж значення, котрі визначаються граничним спектром.]

Використовується також принцип нормування, котрий базується на регламентуванні рівня звуку в дБА, котрий вимірюється при ввімкненні коректованої частотної характеристики А шумоміра В цьому випадку здійснюється інтегральна оцінка всього шуму, на відміну від спектральної.

Допустимі спектри рівнів звукового тиску

Таблиця 4.2.6

Рівень звуку І еквівалентний рівень звуку, дБА	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Рівень звукового тиску, дБ, в октавних смугах Із середньгеометричними частотами, Гц	71	61	54	49	45	42	40	38

Рівень шуму на робочому місці математиків-програмістів і операторів відеоматеріалів не повинен перевищувати 50дБ, а в залах обробки інформації на обчислювальних машинах - 65дБ. Для зниження рівня шуму стіни і стеля приміщень, де встановлені комп'ютери, можуть бути фанеровані звукопоглинальними матеріалами. Рівень вібрації в приміщеннях обчислювальних центрів може бути понижений шляхом встановлення устаткування на спеціальні віброізолятори.

4.2.7 Вимоги до рівня електромагнітного випромінювання та заходи щодо його зниження

Допустимі рівні електромагнітного поля (ЕМП) на робочих місцях при роботі з джерелами електромагнітних випромінювань (ЕМВ) встановлюються відповідно до вимог ГОСТу 12.1.006-84 ССБТ "Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих

местах и требования к проведению контроля на рабочих местах", що поширюється на діапазони частот 60 кГц - 300 ГГц.

У ближній зоні, яка має фізичне значення при частотах до 300 МГц, нормуються напруженості електричної і магнітної складових полів.

У дальній зоні в діапазоні частот 300 МГц - 300 ГГц, у якому, як правило, і перебуває персонал, що обслуговує джерела ЕМВ із довжиною хвилі менше метра, нормується густина потоку енергії та енергетичне навантаження.

У діапазоні частот 60 кГц — 300 МГц гранично допустима напруженість ЕМП на робочих місцях протягом робочого дня не може перевищувати наступних значень.

для електричних полів:

f, МГц 0,06-3 3-30 30-50 50-300

E, В/м 50 20 10 5

для магнітних полів:

f, МГц 0,06-1,5 30-50

H, А/м 5 0,3

У випадках, коли час впливу ЕМП на персонал не перевищує 50% тривалості робочого дня, допускаються рівні, вищі зазначених, але не більше ніж удвічі.

Гранично допустимі значення ГПЕ ЕМП у діапазоні частот 300 МГц - 300 ГГц на робочих місцях для персоналу слід визначати, виходячи з гранично допустимого енергетичного навантаження ЕНГДР на організм і часу впливу T.

Вибір того чи іншого способу захисту від дії електромагнітних випромінювань залежить від робочого діапазону частот, характеру виконуваних робіт, напруженості та щільності потоку енергії ЕМП, необхідного ступеня захисту.

До заходів щодо зменшення впливу на працівників ЕМП належать: організаційні, інженерно-технічні та лікарсько-профілактичні.

Організаційні заходи здійснюють органи санітарного нагляду. Вони проводять санітарний нагляд за об'єктами, в яких використовуються джерела електромагнітних випромінювань.

Інженерно-технічні заходи передбачають таке розташування джерел ЕМП, яке б зводило до мінімуму їх вплив на працюючих, використання в умовах виробництва дистанційного керування апаратурою, що є джерелом випромінювання, екранування джерел випромінювання, застосування засобів індивідуального захисту (халатів, комбінезонів із металізованої тканини, з виводом на заземлюючий пристрій). Для захисту очей доцільно використовувати захисні окуляри ЗП5-90. Скло окулярів вкрито напівпровідниковим оловом, що послаблює інтенсивність електромагнітної енергії при світлопропусканні не нижче 75%.

Взагалі, засоби індивідуального захисту необхідно використовувати лише тоді, коли інші захисні засоби неможливі чи недостатньо ефективні: при проходженні через зони опромінення підвищеної інтенсивності, при ремонтних і налагоджувальних роботах в аварійних ситуаціях, під час короткочасного контролю та при зміні інтенсивності опромінення. Такі засоби незручні в експлуатації, обмежують можливість виконання трудових операцій, погіршують гігієнічні умови.

4.2.8 Вимоги до рівня електростатичного поля

Заряди статичної електрики на робочому місці, де знаходиться електронне обладнання, можуть виникати на незаземлених металевих і діелектричних поверхнях устаткування, на покриттях підлоги, на панелях стін. Крім ушкоджень електронних компонентів, існують розряди статичної електрики, що виникають між іншими інженерами - програмістами й елементами устаткування, що викликають болючі відчуття, створюють нервозну обстановку, можуть привести до втрати працездатності, зниженню продуктивності праці. Тривалий вплив статичної електрики є причиною ряду

захворювань.

Гранично припустима напруженість електростатичного поля ($E_{\text{доп}}$) на робочому місці інженера - програміста не перевищує: при тривалості (t) впливу, рівному 1 ч – 60 кВ/м, 9 ч – 20 кВ/м .

4.3. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки при обслуговуванні системи клімат контролю на основі технології IoT

У відповідності до Закону України «Про пожежну безпеку» та вимог НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки в Україні» по запобіганню пожежі та пожежного захисту розглянемо необхідні заходи для забезпечення пожежної та вибухової безпеки. Пожежна та вибухова безпека – це стан об'єкту, при якому виключається виникнення пожежі і вибуху, а у випадку появи мінімізується чи ліквідується дія на людей небезпечних факторів пожежі і вибуху, а також забезпечується захист і збереження матеріальних цінностей. Під час обслуговування з проєктованою системою контролю клімату на основі технології IoT, пожежа може виникнути у випадку перевантаження електричного обладнання при обслуговуванні кліматконтролю, внаслідок пошкодження ізоляції, неякісного з'єднання електричної проводки чи короткого замикання. Для уникнення таких ситуацій електричне обладнання обладнане автоматом захисту у випадку перевантаження та короткого замикання. Крім того періодично проводять перевірку стану ізоляції проводів.

Для покращення температурного режиму необхідне обладнання обладнується системами охолодження. Також приміщення де розташовані робочі місця по обслуговуванні кліматконтролю, обладнуються засобами сповіщення у випадку виникнення пожежі. Для цього на стелі встановлюються датчики пожежної сигналізації.

4.4. Інструкція з охорони праці при обслуговуванні системи клімат контролю на основі технології IoT

Згідно з вимогами НПАОП 0.00-4.15-98 «Положення про розробку інструкцій з охорони праці» (Наказ Держнаглядохоронпраці від 29.01.1998 р. №9) розробимо типову інструкцію.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

- 1) До роботи з приладом допускається інженерно - технічний склад, що вивчив об'єкт, інструкцію з технічної експлуатації, діючу інструкцію, а також склав залік з технічної безпеки та пожежної безпеки;
- 2) Ремонт та наладку мають виконувати не менше, ніж два спеціаліста. При цьому інструмент має бути справним, джерело живлення відключеним;
- 3) Робоче місце або ділянка має бути устаткована засобами захисту від пожежі – вогнегасниками порошкового або іншого типу;
- 4) Готовий до роботи прилад має бути у надітому корпусі.

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПЕРЕД ПОЧАТКОМ РОБОТИ

Перед початком роботи слід пересвідчитись, що:

- прилад правильно підключений і має заземлення;
- перед запуском не залишилось зайвих незакріплених предметів;
- всі прилади, що досліджуються, закріплені належним чином, що відповідає аналогічно кріпленню на амортизаційній рамі літака;
- усі з'єднувальні кабелі та місця рознімання справні.

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ

Під час виконання роботи необхідно:

- використовувати тільки справний інструмент і за призначенням;
- слідкувати, щоб на робочому місці не було зайвих предметів, що відволікають увагу і можуть привести до його травмування;
- при появі іскріння, короткого замикання, запаху гару, диму прилад негайно відключити та виявити причини можливого виникнення пожежі.

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІСЛЯ ЗАКІНЧЕННЯ РОБОТИ

Після закінчення роботи необхідно:

- вимкнути прилад, коли спеціаліст залишає своє місце;
- прибрати своє робоче місце;
- перевірити наявність всього інструменту згідно опису;
- повідомити керівника робіт про виявлені недоліки в роботі приладу.

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ В АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЯХ:

- у випадку виникнення пожежі негайно викликати пожежну команду. До її приїзду приступити до тушіння пожежі підручними засобами, а також спасінню людей та надання їм допомоги;
- у випадку ураження електричним струмом відключити живлення, прийняти необхідні міри по наданню першої медичної допомоги;
- в робочому приміщенні працівники мають бути ознайомлені з планом та порядком евакуації з приміщення, що має бути повішеним на видному місці.

Висновки

В даному розділі розглядалось робоче місце інженера-проектувальника, програміста в дослідницькому бюро.

Основними шкідливими чинниками підвищення температури повітря у приміщенні являється робота комп'ютерів, місцевого освітлення, периферійних пристроїв та тепла яке виділяють працівники. Для даного типу приміщення можна запропонувати встановити приливно-витяжну установку з продуктивністю до $700 \text{ м}^3/\text{год}$ в тепло і звукоізолюваному корпусі.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Аналіз проблеми впливу на навколишнє середовище

В результаті промислової діяльності людини екологія змінюється, і сьогодні це вже неможливо не помічати. Звичайно, деякі люди досі вважають, що глобальне потепління — це міф, але варто згадати про кліматичні аномалії останніх років і температурні рекорди в тій же Європі — і скепсису відразу меншає. Щоб убезпечити людину від погодних катаклізмів і створити комфорт на цілий рік (принаймні, усередині приміщень), провідні виробники кліматичної техніки випускають все нові й нові, більш досконалі системи і моделі. Але не всі знають, що самі кліматичні системи також можуть суттєво впливати на навколишнє середовище. І саме на мінімізацію цього впливу спрямовані зусилля найбільших виробників кліматичного обладнання, зокрема і мої.

5.2. Аналіз основних джерел впливу та їх наслідків на людину та її оточення.

Наведу основні проблеми та вирішення забруднення навколишнього середовища при **«Розробці проектуванні та алгоритмізація процесу впровадження системи клімат контролю на основі технології IoT»**.

5.2.1. Вплив кондиціонера як складової системи клімату контролю на навколишнє середовище

З настанням спекотної погоди особливо гостро постає питання охолодження температури повітря в приміщеннях. Найбільш популярним методом зниження температури в офісі або квартирі, на сьогоднішній день, є кондиціонер. І дійсно це дуже зручно: влітку охолоджує, взимку нагріває. Проте часто ми чуємо про негативний вплив кондиціонера на здоров'я людини, і, нажаль, практично не замислюємось, що від надмірного використання цих приладів може постраждати ще й навколишнє середовище.

Головний та єдиний плюс застосування кондиціонерів у тому, що вони допомагають людям легше пережити літню спеку. Особливо це важливо для тих, хто страждає на серцево-судинні захворювання і ризикує від спеки та спричиненого нею надмірного навантаження на серце та судини, бути ураженим гіпертонічним кризом чи інфарктом. Комфортний мікроклімат дозволяє організму людини почуватися краще, допомагає він і окремим частинам людського тіла, наприклад, шкірі, котра ідеально себе відчуває саме за температури 23-24С°.

Щодо мінусів, то їх виявляється куди більше. Наприклад накопичення вуглекислого газу, вірусних та інфекційних мікроорганізмів при відсутності будь-якої вентиляції, які при звичайному провітрюванні швидко випаровуються. Також охолоджене пересушене повітря, яке шкідливе для шкірних покривів і слизових оболонок дихальних шляхів.

Ще один недолік кондиціонерів – фреон. Фреон – холодоагент, який застосовується в більшості сучасних кондиціонерів. Фреон важчий за повітря, тому при його витокі він може витіснити повітря з приміщення. Деякі різновиди фреонів при розкладанні виділяють небезпечні токсини і можуть викликати сонливість і задуху.

Та чи шкодять кондиціонери навколишньому середовищу? Цим питанням наразі переймаються не так українці, як жителі закордонних країн, але обговорювати його не припиняють. Так, деякі науковці зауважують, що робота кондиціонерів, а точніше його компонент хладагент, який містить молекули хлору, руйнує озонову оболонку Землі. В умовах глобального потепління клімату додаткові викиди газів із парниковим ефектом, а також колосальне поглинання енергії кондиціонерами є неприпустимими. В майбутньому виняток слід зробити лише для лікарень, музеїв, концертних, театральних залів та приміщень з великою кількістю комп'ютерної техніки (кімнатна температура особливо необхідна для нормальних умов утримання оргтехніки, адже вона теж погано переносить спеку та підвищену вологість повітря).

Сьогодні кондиціонери споживають в два рази більше електроенергії, ніж всі комп'ютери планети. В перерахунку на кількість вуглекислого газу це 140 мільйонів тонн на рік. Тому знижуючи використання кондиціонерів в два рази можна умовно забезпечити «безкоштовну» для екології роботу всіх комп'ютерів у світі.

І, в решті, кондиціонери псують зовнішній вигляд міських будівель, особливо тих, які мають історичну цінність. Що й казати: жодним українським законом (на відміну від закордону) монтаж кондиціонерів не заборонений, не поспішають приймати такі заборони й муніципальні установи.

Хоч, за статистикою, українці нині користуються найбільш дешевими системами кондиціонування, проблемою збереження довкілля та власного здоров'я вони цікавляться мало. Проте якщо ви хочете дбати про довкілля та відповідально ставитися до вибору побутової техніки, то для вас – екологічно нешкідливі кондиціонери. Вони повинні відповідати двом критеріям: мати низьке енергоспоживання, і в якості холодоагенту там повинен використовуватися фреон R410. Щодо першого, то багато кондиціонерів спроектовані за інверторною технологією, що дозволяє значно знизити енерговитрати. Крім того, є кондиціонери з можливістю включити економ-режим. Щодо другого, то мова про внесок фреону у руйнування озонового шару планети. Зараз людство переходить на безпечний фреон, який не руйнує озоновий шар.

5.2.2. Електромагнітне забруднення

Інтенсивний розвиток електроніки та радіотехніки викликав забруднення природного середовища електромагнітними випромінюваннями (полями). Головними їхніми джерелами є радіо-, телевізійні і радіолокаційні станції, високовольтні лінії електропередач, електротранспорт. Поблизу кожного обласного центру, багатьох районних центрів, великих міст

розташовані телевізійні центри або ретранслятори, радіоцентри, засоби радіозв'язку різного призначення.

Рівень електромагнітних випромінювань у таких районах (діапазон радіочастот об'єктів може змінюватися від 50— 100 Гц до 100 ГГц) часто перевищує допустимі гігієнічні норми й дуже шкодить здоров'ю людей, що мешкають поруч.

Мірою забруднення електромагнітними полями є напруженість поля (В/м). Ці поля завдають шкоди перш за все нервовій системі. Так, напруженість поля 1000 В/м спричинює головний біль і сильну втому, більші значення зумовлюють розвиток неврозів, безсоння, важкі захворювання.

Існують розроблені на основі медико-біологічних досліджень санітарні норми та правила щодо радіотехнічних і електротехнічних об'єктів. Вони регламентують умови їхньої експлуатації з метою охорони населення від шкідливого впливу електромагнітних випромінювань.

Зростання енергетичних потужностей становить небезпеку для довкілля — розширюється мережа та зростає напруга повітряних ліній електропередач. Вони негативно впливають на нормальний розвиток тваринного та рослинного світу.

Спеціальні дослідження показали, що технічно найперспективнішими є лінії надвисокої та ультрависокої напруги (760— 1150 кВ), котрі становлять небезпеку. Навколо них утворюються потужні електромагнітні поля, які негативно впливають на людину, порушують природну міграцію тварин, процеси росту рослин тощо.

Основні методи визначення забруднень

Турботу про стан навколишнього середовища стимулювала, започаткована в 1972 році, міжнародна програма UNEP (United Nation Environment Protection — Охорона навколишнього середовища ООН), яка

передбачає глобальний моніторинг навколишнього середовища. Під моніторингом розуміється система спостереження, контролю прогнозу та управління екологічними процесами. Моніторинг дозволяє виявляти критичні та екстремальні ситуації, фактори антропогенного впливу на довкілля, здійснювати оцінку та прогноз стану об'єктів спостереження, керувати процесами взаємовпливу об'єктів гідросфери, літосфери, атмосфери, біосфери та техносфери.

Таким чином, суть моніторингу зводиться до таких функцій:

- — контролю за станом об'єктів екосистеми;
- — контролю за джерелами поширення екологічної рівноваги;
- — моделювання та прогнозу екологічного стану екосистеми;
- — керування екологічними процесами.

Важливими елементами моніторингу є визначення гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих хімічних домішок у повітрі, воді, ґрунті, продуктах харчування.

Гранично допустима концентрація — максимальна кількість шкідливих речовин в одиниці об'єму або маси середовища води, повітря або ґрунту, яка практично не впливає на стан здоров'я людини. ГДК встановлюється компетентними установами, комісіями як норматив.

Останнім часом при нормуванні ГДК враховують не лише вплив забруднювачів на стан здоров'я людини, але й їхній вплив на диких тварин, рослин, гриби і мікроорганізми, природні угруповання, а також клімат, прозорість атмосфери і санітарно-побутові умови життя. Зараз у більшості країн встановлено значення ГДК більш ніж для 700 шкідливих газів, парів і пилу в повітрі. Гранично допустиме навантаження (ГДН) — граничне значення господарського або рекреаційного навантаження на природне середовище, яке встановлюється з врахуванням ємності природного середовища або ресурсного потенціалу, здатності до саморегуляції і відтворення з метою охорони навколишнього середовища від забруднення, виснаження і руйнування.

Ці нормативи мають законодавчу силу і є юридичною основою для санітарного контролю.

Для всіх об'єктів, які забруднюють атмосферу, розраховують і встановлюють норми гранично допустимих викидів (ГДВ). Гранично допустимі викиди — це кількість шкідливих речовин, що не має перевищуватися під час викиду в повітря за одиницю часу, і концентрація забруднювачів повітря, яка на межі санітарної зони не повинна перевищувати ГДК. Виконується інвентаризація джерел забруднення атмосфери для кожного підприємства, а також екологічна паспортизація всіх об'єктів, які забруднюють довкілля.

У зв'язку з тим, що в реальних умовах людина відчуває на собі комбіновану, комплексну і сумісну дію хімічних, фізичних та біологічних факторів навколишнього середовища і це реальне навантаження визначає можливі зміни у стані здоров'я, введено поняття максимально допустимого навантаження (МДН). Під МДН слід розуміти таку максимальну інтенсивність дії всієї сукупності факторів навколишнього середовища, яка не справляє прямого чи опосередкованого шкідливого впливу на організм людини та її нащадків і не погіршує санітарних умов життя. В Україні стан довкілля нині контролюється кількома відомствами і міністерствами. Держкомгідромет України здійснює спостереження за станом атмосферного повітря на стаціонарних пунктах державної системи спостережень, він же організовує спостереження за станом атмосферних опадів, за метеорологічними умовами, за станом поверхневих, підземних вод суші та морських вод на пунктах спостереження, за станом озонового шару у верхній частині атмосфери.

Мінекобезпеки України контролює джерела промислових викидів у атмосферу, дотримання норм ГДВ, норм скидів стічних вод, тимчасово погоджених скидів (ТПС) і гранично допустимих скидів (ГДС), контролює якість поверхневих вод суші, стан ґрунтів.

Важлива роль в питаннях контролю за станом довкілля належить Міністерству охорони здоров'я, лісового господарства, сільського господарства України, Держкомгеології, держводгоспу, держкомзему України та їхнім відділам в областях та районах.

Поява джерел забруднення

Електромагнітний фон був на планеті завжди. Він сприяє розвитку життя, але, надаючи природне вплив, що не завдає шкоди екології. Так, люди могли піддаватися електромагнітного випромінювання, використовуючи у своїй діяльності дорогоцінні й напівкоштовні камені.

Після того, як в промисловій життя стали використовуватися прилади, що працюють від електроенергії, а в побутовому житті – електротехніка, інтенсивність випромінювання підвищилася. Це призвело до появи хвиль такої довжини, яких раніше в природі не існувало. В результаті будь-який прилад, який працює на електроенергії, є джерелом електромагнітного забруднення.

З появою джерел забруднення антропогенного характеру, електромагнітні поля стали чинити негативний вплив і на здоров'я людей, і на природу в цілому. Так з'явилося явище електромагнітного смогу. Він буває як на відкритих просторах, в місті і за його межами, так і в приміщеннях.

Вплив на навколишнє середовище

Електромагнітне забруднення становить небезпеку для екології, оскільки негативно впливає на навколишнє середовище. Як саме воно відбувається, достовірно невідомо, але випромінювання впливає на мембранну структуру клітин живих організмів. Перш за все, забруднюється вода, змінюються її властивості, відбуваються функціональні

порушення. Також випромінювання уповільнює регенерацію тканин рослин і тварин, призводить до зниження виживаності і підвищення смертності. Крім цього, опромінення сприяє розвитку мутації.

В результаті забруднення цього типу у рослин змінюються розміри стебел, квіток, плодів, змінюється їх форма. У деяких видів фауни при впливі електромагнітного поля сповільнюється розвиток і зростання, підвищується агресія. У них страждає центральна нервова система, порушується обмін речовин, погіршується функціонування репродуктивної системи аж до безпліддя. Також забруднення сприяє порушенню чисельності видів різних представників в межах однієї екосистеми.

Нормативне регулювання

Щоб знизити рівень електромагнітного забруднення, застосовується нормативне регулювання роботи джерел випромінювання. У зв'язку з цим забороняється застосовувати прилади з хвилями, які вище або нижче дозволених діапазонів. За використання обладнання, яке випромінює електромагнітні хвилі, стежать національні та міжнародні інститути, контрольні органи і Всесвітня організація охорони здоров'я.

5.2.3. Теплове забруднення

Тепло, яке виділяється внаслідок виробництва, обробки, переробки чи використання певних ресурсів завжди є надмірним і небажаним, за виключенням випадків, коли за мету було поставлено обігрівання певних об'єктів (наприклад, взимку).

Теплове забруднення можна розділити на забруднення атмосфери і водних ресурсів. Основними джерелами теплового забруднення вод є атомні й теплові електростанції. Теплове забруднення поверхні водойм і

прибережних морських акваторій виникає в результаті скидання нагрітих стічних вод. Для таких екосистем є найбільш розповсюдженими наступні впливи теплового забруднення:

- підвищення температури води часто підсилює сприйнятливість організмів до токсичних речовин;
- температура може перевищити критичні значення для "стенотермних" стадій життєвого циклу водних організмів;
- висока температура сприяє заміні звичайної флори водоростей на менш бажані синьо-зелені водорості, що викликають "цвітіння" води;
- при підвищенні температури води тваринам потрібно більше кисню, оскільки в теплій воді його вміст знижений у зв'язку з меншою розчинністю. У промислових центрах і великих містах атмосфера піддається тепловому забрудненню у зв'язку з тим, що в неї постійно надходять речовини з більш високою температурою, ніж її власна.

Температура викидів зазвичай вище середньої багаторічної температури приземного шару повітря. З труб промислових підприємств, вихлопних труб двигунів внутрішнього згорання, при опаленні будинків, лісових пожежах виділяються речовини, нагріті до 60 градусів Цельсія і більше.

Середньорічна температура атмосферного повітря над великими містами і промисловими центрами на 6-7 градусів вище температури повітря прилеглих територій. Фахівці відзначають, що в останні 25 років середня температура тропосфери піднялася на 0,7 градусів Цельсія.

5.2.4. Шумове забруднення

Не менш дратуючим типом забруднення є шумове забруднення.

Шуми відносяться до числа шкідливих для людини забруднень атмосфери. Їх подразнююча дія на людину залежить від його інтенсивності, спектрального складу та тривалості впливу. Шуми з суцільними спектрами менш дратівливі, ніж шуми вузького інтервалу частот. Найбільше роздратування викликає шум в діапазоні частот 3000-5000 Гц.

Що ж стосується роботи в умовах підвищеного шуму, то вона викликає швидку стомлюваність та загострює слух на високих частотах. Потім людина ніби звикає до шуму, чутливість до високих частот різко падає, починається погіршення слуху, яке поступово розвивається в туговухість та глухоту. При інтенсивності шуму 145-140 дБ виникають вібрації в м'яких тканинах носа і горла, а також у кістках черепа і зубах. Якщо інтенсивність перевищує 140 232 децибел, то починає вібрувати грудна клітина, м'язи рук і ніг, з'являються біль у вухах і голові, сильна втома і дратівливість. А при рівні шуму понад 160 децибел може відбутися розрив барабанних перетинок.

Яскравими прикладами порушення усіх шумових застережень є різні фабрики та заводи, ігнорування людьми самого факту шкідливого впливу шуму на їх організм. Чим гучніше грає музика у навушниках слухача, тим швидше його вухо буде звикати саме до такого рівня гучності і поступово зовсім перестане сприймати менш помітні та тихі звуки. Так, добре всім відоме «недочування», потреба декілька разів повторювати одне і те саме, стає дуже розповсюдженим серед молоді. До цього всього також можна віднести і вплив всіляких дискотек з гучною музикою, та особливо різного роду рок-концертів, після яких закладені вуха можна відчувати ще деяку кількість діб.

Проте шум згубно діє не тільки на слуховий апарат, але і на центральну нервову систему людини, роботу серця, служить причиною багатьох інших захворювань.

5.2.5. Сміттєве забруднення

Якщо не найважливішим, то неймовірно впливовим забрудненням планети є звичайне сміття.

У кожному людському помешканні щодня утворюється величезна кількість непотрібних матеріалів та виробів, починаючи від старих газет та журналів, порожніх консервних банок, пляшок, харчових відходів, обгортки та упаковок, і закінчуючи битим посудом, зношеним одягом та поламаною побутовою чи офісною технікою. Кожного дня ми змушені стикатися з відходами: вдома, на вулиці, біля торгових точок. Всюди нас оточують папірці, обгортки з пластика, скло, целофан та інші залишки речей, що колись слугували корисними частинами побуту.

Зі збільшенням кількості міст та промислових підприємств постійно збільшується і кількість відходів, що вони виробляють. Промислові і побутові відходи створюють безліч проблем, таких як транспортування, зберігання, утилізація та ліквідація.

Особливої уваги варто приділити різній сучасній техніці, що рано чи пізно тим самим шляхом відправляється на сміттєзвалище. Це особливо небезпечний вид сміття, якого по суті не можна просто так позбавлятися. На кожному приладі точно знайдеться застереження, що він не підлягає утилізації. Кількість шкідливих і отруйних речовин, що була затрачена на виробництво техніки має досить вагомий вплив на навколишнє середовище.

Викидаючи сміття, люди порушують один з основних екологічних законів – кругообіг речовин у природі. Адже, вилучаючи з природи чимало речовин, людина змінює їх до невпізнанності та повертає у природу у вигляді сміття, яке не розкладається на вихідні речовини природним шляхом. У випадку з технікою чи електронікою у ґрунт або у воду починають виділятися шкідливі і отруйні речовини, що дуже негативно впливають на оточуючу місцевість і її екосистему. У цьому випадку, щоб не завдати шкоди

довкілля, варто утилізувати комп'ютерну або іншу техніку особливим чином – через 233 відведені приймальні пункти.

5.2.2. Радіаційне забруднення

Разом з новими ядерними технологіями з'явилося багато різноманітних можливостей і горизонтів. Одна з найцікавіших галузей – це атомна енергетика. В даний час вона є екологічно чистіша і дешевша, ніж теплова. У розвинених країнах вона забезпечує від 15 до 70% усієї електроенергії, що виробляється (Франція – 70%, США – 17%, Швеція – 50%, Канада – 15%) [4]. Однак у разі аварії атомні станції становлять дуже серйозну небезпеку для людей і оточуючого середовища.

Слід за електростанціями, а точніше перед ними, з'явилася ядерна зброя. Вона чинить дуже негативний вплив на все, що буде знаходитись у зоні її ураження. Під час ядерного вибуху утворюється велика кількість радіоактивних речовин, ядра атомів яких здатні розпадатись та перетворюватись у ядра інших елементів, випускаючи при цьому невидимі випромінювання. Вони уражають місцевість і людей, а також будівлі і різні предмети. Випромінювання радіоактивних речовин може бути трьох видів: α , β і γ . Але тим не менш, аварії на атомних електростанціях мають значні відмінності від ядерних вибухів. Вони відрізняються від них більшою тривалістю викидів, що змінює напрямки потоків повітряних мас, тому практично немає можливості прогнозувати розміри зон ураження. У будь-якому разі, забруднення, що можуть бути спричинені ядерними речовинами, несуть виключно згубний характер. Потрібно дотримуватися максимального рівня захисту ядерних об'єктів, регулярно проводити їх перевірку, а у найкращому випадку – взагалі ізолювати такі об'єкти від навколишнього світу.

5.3. Попередження забруднень і спроби зробити довкілля чистішим

Населені пункти – одне з найбільш забруднених місць на землі. В додаток до всіх антропогенних впливів на навколишнє середовище і організм людини у місті знайдеться чимало інших джерел забруднення. Це і машини, що працюють на паливі, пил, який спричинює різні захворювання та алергічні реакції. Частка автотранспортного забруднення атмосфери в загальній їх кількості становить в Ужгороді - 91%, Полтаві - 88%, Львові - 79%, Києві - 75% [4]. За останній час в міському повітрі виріс об'єм оксидів вуглецю, вуглеводнів, оксидів азоту, сажі. Але найбільшу небезпеку, окрім оксидів азоту, становлять сірчані та свинцеві сполуки. Їх вміст у міському повітрі значною мірою зріс.

На підтримку свого організму у здоровому стані необхідно дотримуватися не тільки простих правил гігієни, а і змінити свій спосіб життя. Окрім необхідного мінімуму спортивних вправ і рухів також слід виконувати регулярні прогулянки через парки або місцевості, що покриті лісами. Ідеальний варіант – це житло поза межами міста. Природне оточення без асфальту, спокійні вечори без гулу машин чи криків людей на березі водойми. Загалом, рекомендується частіше виїжджати на природу та проводити там час.

Іншою, не менш болючою темою забруднення є харчування. У багатьох випадках нам доводиться купувати неякісну продукцію, зіпсовану їжу чи просто «кота у мішку». Заводи, що виробляють харчову продукцію не завжди дотримуються санітарних норм. А останнім часом ще й поширилася тенденція економити на інгредієнтах. Таким чином, у їжі з'являється все більше замінників і синтетичних речовин. Щоб не обмежувати свій організм тим, що пропонується в магазині, варто пошукати якісну домашню продукцію. Багато людей ще й досі торгують на ринках фруктами, домашнім м'ясом та овочами – у них можна знайти здорову їжу.

І найсуттєвіша проблема – електроніка. Дедалі більше часу ми проводимо поруч із комп'ютерами і мобільними пристроями. Щоб уникнути та попередити усі можливі проблеми, слід регулярно провітрювати приміщення, де знаходиться техніка, протирати пил та розташувати неподалік живі рослини. Є навіть повір'я, що каштани, будучи покладеними поруч з технікою, зможуть «поглинути» шкідливе її випромінювання. Важливо також і вміння організовувати свій час, робити перерви та фізичні вправи під час довготривалої роботи за комп'ютером.

РОЗРАХУНОК ШКІДЛИВИХ ВИДІЛЕНЬ У ПРИМІЩЕННІ

Розрахунок надходження у приміщення всіх шкідливостей від людей виконують для трьох періодів (теплого, холодного та перехідних умов) і проводять з урахуванням прийнятого значення температури внутрішнього повітря для кожного періоду року. Розрахунок виконують з використанням питомих значень тепло-, волого- та газовиділень, які залежать від важкості виконуваної роботи й температури повітря у приміщенні і наведені у довідковій літературі або в табл. 5, причому окремо обчислюють явні та повні тепловиділення від людей.

Виділення тепла, вологи і вуглекислого газу однією людиною:

Таблиця 5

Показники	Питомі виділення явного $q_{Я}$ і повного $q_{П}$ тепла, Вт/люд, вологи $m_{В}$, г/(год·люд), та вуглекислого газу v_{CO_2} , л/(год·люд), чоловіками при температурі повітря у приміщенні, °С					
	10	15	20	25	30	35
	У стані спокою					
Тепло явне $q_{Я}$	140	120	90	60	40	10
Тепло повне $q_{П}$	165	145	120	95	95	95
Волога $m_{В}$	30	30	40	50	75	115
Вуглекислий газ v_{CO_2}	23					
	При легкій роботі					
Тепло явне $q_{Я}$	150	120	100	65	40	5
Тепло повне $q_{П}$	180	160	150	145	145	145
Волога $m_{В}$	40	55	75	115	150	200
Вуглекислий газ v_{CO_2}	25					
	При роботі середньої важкості					
Тепло явне $q_{Я}$	165	135	105	70	40	5
Тепло повне $q_{П}$	215	210	205	200	200	200
Волога $m_{В}$	70	110	140	185	230	280
Вуглекислий газ v_{CO_2}	35					
	При важкій фізичній роботі					
Тепло явне $q_{Я}$	200	165	130	95	50	10
Тепло повне $q_{П}$	290	290	290	290	290	290
Волога $m_{В}$	135	185	240	295	355	415
Вуглекислий газ v_{CO_2}	45					

Примітки. 1. Жінки виділяють 85 %, а діти – 75 % тепла, вологи і вуглекислого газу порівняно з чоловіками. 2. Роботи легкі – такі, що виконуються сидячи, стоячи або пов’язані з ходьбою і супроводжуються незначними фізичними напруженнями. Роботи середньої важкості – пов’язані з постійною ходьбою, переміщенням чи перенесенням предметів вагою до 10 кг і супроводжуються помірними напруженнями. Роботи важкі – пов’язані з поступовим пересуванням, переміщенням та перенесенням важких (понад 10 кг) предметів і вимагають значних фізичних зусиль.

Обчислення проводять за формулами:

$$Q_{Я} = q_{Я} \cdot (N_{Ч} + 0,85N_{Ж} + 0,75N_{Д}), \text{ Вт}$$

$$Q_{П} = q_{П} \cdot (N_{Ч} + 0,85N_{Ж} + 0,75N_{Д}), \text{ Вт}$$

$$M_{В} = m_{В} \cdot (N_{Ч} + 0,85N_{Ж} + 0,75N_{Д}), \text{ г/ГОД}$$

$$V_{CO_2} = v_{CO_2} \cdot (N_{Ч} + 0,85N_{Ж} + 0,75N_{Д}), \text{ л/ГОД}$$

де:

$Q_{я}, Q_{п}$ – загальні теплонадходження явного та повного теплавід людей, Вт;

$q_{я}, q_{п}$ – питомі виділення явного та повного тепла відоднієї людини, Вт/люд

M_w – загальне надходження вологивід людей, г/год;

m_w – питомі виділення вологи від однієї людини,г/(год·люд);

V_{CO_2} – загальне надходження вуглекислого газув V_{CO_2} від людей, л/год; питомі виділення вуглекислого газу від однієї людини, л/(год·люд) (табл.5);

$N_{ч}, N_{ж}$ та $N_{д}$ – кількістьвідповідно чоловіків, жінок і дітей віком до 12 років, щоперебувають у приміщенні, осіб.

Приклад. Визначити надходження тепла, вологи і вуглекислогогазу від людей в актовій залі на 200 місць для холодного періоду року.

Розв’язок. Розрахунокнадходженняуприміщеннявсіхшкідливостей від людей виконаний у табличній формі ізвикористанням питомих значень тепло-, волого- та газовиділень, які залежать від температури повітря у приміщенні та важкостівиконуваної роботи і прийняті за табл.5а. У розрахунку прийнятий найнесприятливіший, з точки зорувиділення шкідливостей, випадок, коли у приміщенні знаходятьсясамі чоловіки. В розрахунку також прийнято, що люди перебуваютьу приміщенні в стані спокою. Результати розрахунків:

Таблиця 5а

N, к-сть люде й	Темпе- ратура, $t_e, ^\circ C$	Питомі виділення на одну людину				Всього			
		$q_{я}$	$q_{п}$	m_w	v_{CO_2}	$Q_{я}$	$Q_{п}$	M_w	V_{CO_2}
200	22	80	11 1	44	23	1600 0	2220 0	880 0	4600

Висновок

Основні інструменти, що використовують виробники кліматичного обладнання, щоб відповідати вимогам міжнародного, і особливо європейського законодавства, наступні:

- Технологія інверторного управління механізмами кліматичної системи (насамперед, компресором).
- Використання холодоагентів (фреонів) нового покоління, що мають низькі значення GWP (ПГП — потенціал глобального потепління) — для обладнання побутового і комерційного призначення це холодоагент R-32, а для промислового обладнання (наприклад, чилерів) — холодоагенти 1234ze / R-1234yf та інші.
- Зменшення викидів CO₂ — як на заводах, що виробляють кліматичну техніку, так і самою кліматичною технікою у процесі її роботи та експлуатації.
- Повторне використання холодоагентів — використання відновленого холодоагенту такої ж якості, як і первинний, дозволяє щороку економити на виробництві понад 150 000 кілограмів первинного холодоагенту.
- Використання альтернативних джерел енергії — насамперед, це системи з тепловим насосом, що випускаються різних типів (наприклад, «повітря-повітря», «повітря-вода» та «грунт-вода»).

В цілому, зменшення впливу кліматичної техніки на навколишнє середовище — це напрямок, що повністю вписується у концепцію сталого розвитку. Не випадково, саме сталий розвиток та його складові — такі, як економіка замкненого циклу, інновації та системи управління — стали ключовою темою Європейського VRV-саміту у Копенгагені. Під час заходу було представлено широкий спектр продуктів та послуг, що активно

сприяють зменшенню викидів CO₂ та дозволяють уникнути виснаження природних ресурсів. Всі ці поради були проаналізовані та по можливості застосовані у моєму проекті.

ІНТЕРНЕТ РЕСУРСИ

1. <http://www.mon.gov.ua> - Офіційний сайт Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.
2. <http://www.dnopr.kiev.ua> - Офіційний сайт Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничного нагляду (Держгірпромнагляду).
3. <http://www.mns.gov.ua> - Офіційний сайт Міністерства надзвичайних ситуацій України.
4. <http://www.social.org.ua> - Офіційний сайт фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України.
5. <http://base.safework.ru/iloenc> - Енциклопедія по охроне и безопасности труда МОТ.
6. <http://base.safework.ru/safework> - Библиотека безопасного труда МОТ.
7. <http://www.nau.ua> - Інформаційно-пошукова правова система «Нормативні акти України (НАУ)».
8. <http://www.budinfo.com.ua> - Портал «Украина строительная: строительная компания Украины, строительные стандарты: ДБН ГОСТ ДСТУ».

ЗАКОНОДАВЧІ, НОРМАТИВНІ, ДОВІДКОВІ ТА МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

1. Закон України „Про охорону праці”.
2. Ткачук К.Н., Зацарний В.В. та ін. Охорона праці та промислова безпека. Навчальний посібник. – К.: Лібра, 2010. – 559 с.
3. ГОСТ 12.1.005-88. «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
4. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. «Вибрационная безопасность. Общие требования».
5. ГОСТ 12.1.002-84. ССБТ. «Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах».
6. ГОСТ 12.1.045-84. ССБТ. «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».
7. ГОСТ 12.1.006-84. «Допустимые поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».
8. ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. «Оборудование производственное. Общие требования безопасности».
9. ГОСТ 12.3.002-75. ССБТ. «Процессы производственные. Общие требования безопасности».
10. ГОСТ. 12.2.064-81. ССБТ. «Органы управления производственным оборудованием. Общие эргономические требования».
11. ГОСТ12.2.051-80. «Оборудование технологическое ультразвуковое».
12. ГОСТ 12.2.025-76 «Медична техніка. Правила електробезпеки».
13. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. «Защитное заземление, зануление». 13
14. ДНАОП.0.00-1.21-98 “Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів”.

15. ДНАОП 0.00-1.32-01 „Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок”.
16. ДНАОП 1.1.10-1.07-01 „Правила експлуатації електрозахисних засобів”– Харків: ФОРТ, 2001.– 117с
17. ПУЕ „Правила улаштування електроустановок”. Розділ 1 Загальні правила. Гл.1.7 Заземлення і захисні заходи електробезпеки. – К.: ОЕП ”ГРІФЕ”, 2006.– 77с.
18. Сабарно Р.В. и др. Электробезопасность на промышленных предприятиях. - К.:Техніка, 1991.-285 с.
19. ДБН, В. 2. 5. – 28– 2006 Збірник 28. Природне і штучне освітлення.
20. ДСН 3.3.6.039-99.”Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрацій”.– К.: МОЗ України, 2000.– 45с.
21. ДСН 3.3.6.037-99.”Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку”.– К.: МОЗ України, 2000 – 29с.
22. ДСН 3.3.6.042-99 „Державні санітарні норми параметрів мікроклімату” - К.: МОЗ України, 2000.
23. СН 245-71 «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий».
24. ДСН 173-96 „Державні санітарні норми планування та забудови населених пунктів”.
25. «Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці». № 442-92.
26. «Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних характеристик умов праці». № 614-2004.
27. «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості на небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». № 528 - 2001.

28. «Предельно допустимые уровни воздействия постоянных магнитных полей при работе с магнитными устройствами и материалами». № 1742-77.
29. «Санитарные нормы и правила выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты (50 Гц)». № 5802-91.
30. «Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц». №3206-85.
31. ДНАОП 0.03-3.09-91 „Санітарні норми і правила улаштування та експлуатації лазерів”№5804-91.
32. «ПДУ воздействия электромагнитных полей диапазона частот 10-60 кГц». № 5803- 91.
33. «Санітарно-гігієнічні норми допустимої напруженості електростатичного поля». №1757-77.
34. ДСН 3.3.6.096-2002. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів.– К.: МОЗ України, 2002.– 45с.
35. ДСНіП № 239-96 «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань».
36. ДСНіП № 476-2002 «Державні санітарні норми та правила під час роботи з джерелами електромагнітних полів».
37. ДНАОП 0.00-1.31-99 “Правила охорони праці під час експлуатації ЕОМ” – Держнагляд охорони праці, №21, 10.02.1999 р.