

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»  
Факультет комп'ютерно-інформаційних технологій та автоматизації  
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра електронної техніки  
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри електронної техніки

\_\_\_\_\_ Олександр ВОВНА  
(підпис) (ім'я та прізвище)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

## Випускна кваліфікаційна робота

\_\_\_\_\_ бакалавра  
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Розробка електронного пристрою моніторингу експлуатаційних параметрів безпеки лабораторних приміщень»

Виконав студент 3 курсу, групи ЕЛТп-19  
(шифр групи)

спеціальності \_\_\_\_\_ 171 Електроніка  
(шифр і назва спеціальності)

\_\_\_\_\_ Стадніченко Артем Станіславович  
(Прізвище, Ім'я та По-батькові) (підпис)

Керівник доц. каф. ЕТ, к.н.т доц. \_\_\_\_\_ Олександр ШТЕПА  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ім'я) (підпис)

Рецензент доц. каф. ЕЛІН, к.ф.-м.н доц. \_\_\_\_\_ Олена ЛЮБИМЕНКО  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ім'я) (підпис)

Нормоконтроль  
зав. кафедри ЕТ, д.т.н., проф.

*Засвідчую, що у цій випускній кваліфікаційній роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.*

\_\_\_\_\_ Олександр ВОВНА  
(підпис)

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Луцьк – 2022 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»  
Факультет комп'ютерно-інформаційних технологій та автоматизації  
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра електронної техніки  
(повна назва кафедри)

Захист відбувся \_\_\_\_\_  
(дата)

з оцінкою \_\_\_\_\_

Секретар ЕК \_\_\_\_\_  
(підпис)

**Випускна кваліфікаційна робота**  
бакалавра \_\_\_\_\_

Тема: «Розробка електронного пристрою моніторингу експлуатаційних параметрів безпеки лабораторних приміщень»

Спецчастина: \_\_\_\_\_

Виконавець, студент

гр. ЕЛТп – 19

Артем СТАДНІЧЕНКО

(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник

Олександр ШТЕПА

(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультанти:

Олександр ВОВНА

(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Іван ЛАКТІОНОВ

(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Олександр ШТЕПА

(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

**Державний вищий навчальний заклад  
"Донецький національний технічний університет"**

Інститут, факультет Комп'ютерно-інформаційних технологій та автоматизації

Кафедра Електронна техніка

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Галузі знань \_\_\_\_\_ 17 Електроніка та телекомунікації

(шифр і назва)

Спеціальність 171 Електроніка

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри електронної техніки**

# Олександр ВОВНА

« 2022 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Стадніченко Артем Станіславович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка електронного пристрою моніторингу експлуатаційних параметрів безпеки лабораторних приміщень

керівник проекту (роботи) Штепа Олександр Анатолійович, к.т.н., доцент

( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 06.05.2022 року № 180

## 2. Строк подання студентом проекту (роботи)

### 3. Вихідні дані до проекту (роботи)

Технічна документація та матеріали з переддипломної практики

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) аналіз та характеристика об'єкту; обґрунтування та розробка структурної схеми електронного пристрою; розробка принципової схеми електронного пристрою; синтез мікропроцесорної частини електронного пристрою; розробка алгоритмічного та програмного забезпечення пристрою.

## 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	доц. каф. ЕТ, к.т.н., доц. Штепа О.А.		
2	доц. каф. ЕТ, к.т.н., доц. Штепа О.А.		
3.1	зав. каф. ЕТ, д.т.н., проф. Вовна О.В.		
3.2	проф. каф. ЕТ, д.т.н., доц. Лактіонов І.С.		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи )	Примітка
1	Огляд існуючих систем моніторингу експлуатаційних параметрів безпеки приміщень		
2	Розробка структурної та функціональної схем електронного пристрою моніторингу експлуатаційних параметрів безпеки лабораторних приміщень		
3	Розробка електронного пристрою моніторингу експлуатаційних параметрів безпеки лабораторних приміщень		
4	Додаток А – Охорона праці та безпека під час надзвичайних ситуаціях на підприємстві		

Студент

\_\_\_\_\_ **Артем СТАДНІЧЕНКО**  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ **Олександр ШТЕПА**  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

## ЛИСТ ЗАУВАЖЕНЬ

Посада, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ	Суть зауваження, оцінка та підпис

## АНОТАЦІЯ

Стадніченко, А.С. Розробка електронного пристрою моніторингу експлуатаційних параметрів безпеки лабораторних приміщень / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» зі спеціальності 171 Електроніка. – ДВНЗ «ДонНТУ», Луцьк, 2022.

Пояснювальна записка: 66 стор., 51 рис., 5 табл., 21 посилання.

Розроблено електронний пристрій моніторингу експлуатаційних параметрів безпеки лабораторних приміщень на основі платформи Arduino. У ході роботи було проведено дослідження існуючих систем безпеки та управління доступом та виявлено функції, які реалізовані у пристрою моніторингу експлуатаційних параметрів безпеки лабораторних приміщень та обґрунтовано необхідність розробки пристрою.

На підставі аналізу відомих рішень була розроблена функціональна схема та обґрунтовано вибір компонентів для реалізації всіх обраних функцій пристрою, що розробляється.

Розроблено структурну схему пристрою, електричну принципіальну схему пристрою та відповідне алгоритмічне забезпечення роботи окремих функціональних частин електронного пристрою моніторингу експлуатаційних параметрів безпеки лабораторних приміщень.

Ключові слова: мікроконтролер, алгоритм, Arduino, контроль доступу, вологість, температура, наявність руху.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ БЕЗПЕКИ ПРИМІЩЕНЬ.....	8
1.1 Моніторинг температури.....	8
1.2 Моніторинг вологості.....	12
1.3 Моніторинг складу повітря.....	17
1.4 Моніторинг руху.....	18
1.5 Огляд існуючих аналогів систем моніторингу.....	22
2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ МОНІТОРИНГУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ БЕЗПЕКИ ЛАБОРАТОРНИХ ПРИМІЩЕНЬ.....	30
2.1 Основні функції моніторингу пристрою моніторингу експлуатаційних параметрів безпеки лабораторних приміщень.....	30
2.2 Розробка функціональної схеми пристрою.....	30
2.3 Вибір та обґрунтування елементів апаратної реалізації пристрою.....	32
3 РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ МОНІТОРИНГУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ БЕЗПЕКИ ЛАБОРАТОРНИХ ПРИМІЩЕНЬ.....	47
3.1 Розробка структурної схеми пристрою та її схемотехнічна реалізація.....	47
3.2 Розробка алгоритмічного та програмного забезпечення для модулів пристрою.....	48
ВИСНОВКИ.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	58
ДОДАТОК А – Охорона праці та безпека під час надзвичайних ситуацій на підприємстві.....	60

## ВСТУП

На сьогоднішній день більшість компаній використовують високотехнологічне обладнання у своїй діяльності та працюють у різних інформаційних системах. Для безперервного функціонування та продуктивності інформаційних систем потрібне постійно контролювати приміщення, в якому розташовані та технічне обладнання.

В даний час при проектуванні будівель в приміщеннях де розміщені засоби обчислювальної техніки, передбачено використання засобів пожежогасіння та сигналізації, пристроїв вентиляцій та кондиціонування повітря, а також пристроїв контролю параметрів живлення електромережі та безперебійного електроживлення.

Крім необхідності застосування зазначених технічних засобів за їх прямим призначення в даний час до лабораторних приміщення, додатково встановлюють системи охорони від небажаного проникнення сторонніх осіб з метою розкрадання дорогої техніки або несанкціонованого доступу до даних, які можуть становити таємницю громадян.

Оскільки сучасне обчислювальне обладнання створюється з урахуванням роботи в певних мікрокліматичних умовах, то експлуатація обладнання в умовах, відмінних від рекомендованих заводом-виробником, може призвести до виходу з ладу обладнання і, як наслідок, відсутності можливості гарантійного ремонту. Таким чином, система контролю стану мікроклімату північного приміщення так само дозволяє збільшити термін служби обладнання.

В рамках даної роботи передбачається розробити модель пристрою, який буде здійснювати моніторинг експлуатаційних параметри безпеки лабораторних приміщень, що забезпечить ефективну роботу лабораторного обладнання та устаткування та безпеку його експлуатації.



## 1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ БЕЗПЕКИ ПРИМІЩЕНЬ

Перед тим як розпочати проектування інформаційної системи, необхідно вивчити основні визначення та проаналізувати існуючі рішення на ринку для виявлення особливостей та недоліків у використанні подібних систем, що дозволить найбільш повно сформулювати технічні та організаційні вимоги.

Найбільш типовими завданнями моніторингу приміщень є:

- моніторинг кліматичних параметрів приміщення;
- моніторинг концентрацію вуглекислого газу;
- моніторинг доступу до приміщення та наявності руху в кімнаті;
- моніторинг наявності електроживлення;
- оповіщення персоналу у разі потреби.

Система моніторингу повинна постійно відстежувати ці параметри і працювати безперебійно протягом тривалого часу, бути простою в установці та налаштуванні, а також не вимагати частого сервісного обслуговування.

### 1.1 Моніторинг температури

Температурні датчики - це пристрої, які надають інформацію про температуру вимірюваного середовища у вигляді електричного сигналу. Тип термопари датчика (термоопірний, термоелектричний або напівпровідниковий) вибирається відповідно до діапазону вимірюваних температур та умов роботи датчика.

Основний поділ датчиків температури включає:

- інтегровані датчики;
- дистанційні датчики;
- напівпровідникові датчики;

- термопари (термоелектричні датчики);
- терморезистивні датчики.

### Напівпровідникові датчики температури

Напівпровідникові датчики температури бувають двох різних типів: локальний датчик температури та дистанційний цифровий датчик температури. Місцеві датчики температури - це інтегральні схеми, які вимірюють температуру власної матриці за допомогою фізичних властивостей транзистора. Виносні цифрові датчики температури вимірюють температуру зовнішнього транзистора [1].



Рисунок 1.1 – Терморезистивний датчик температури

Датчики температури можуть використовувати аналогові або цифрові виходи. Аналогові виходи можуть використовувати напругою або струмом, тоді як цифрові виходи можна переглянути в кількох форматах, таких як I<sup>2</sup>C, SMBus, 1-Wire® та послідовний периферійний інтерфейс (SPI). Датчики температури визначають температуру на друкованих платах або навколишнє повітря [1].

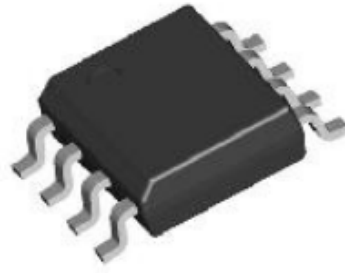


Рисунок 1.2 – Напівпровідниковий датчик температури

Цифрові датчики температури працюють так само, як датчики температури, використовуючи переваги фізичних властивостей транзистора. Відмінність полягає в тому, що транзистор розташований подалі від мікросхеми датчика. Деякі мікропроцесори та FPGA включають біполярний чутливий транзистор для вимірювання температури матриці цільової мікросхеми [1].

#### Термопари

Термопари є найбільш поширеним типом датчика температури. Вони використовуються в промислових, автомобільних та побутових сферах. Термопари мають автономне живлення, не вимагають збудження, можуть працювати в широкому діапазоні температур і мають швидкий час відгуку.

Термопари виготовляються шляхом з'єднання двох різнорідних металевих проводів. Це створює ефект Зеєбека. Ефект Зеєбека — це явище, при якому різниця температур двох різних провідників викликає різницю напруг між двома речовинами. Саме цю різницю напруг можна виміряти та використати для обчислення температури. Існує кілька типів термопар, і вони виготовлені з різних матеріалів, що допускають різні діапазони температур і різну чутливість. Окремі типи розрізняють буквеним маркуванням. Існують, серед інших, такі типи: E, J, K, N, T, R / S, B [1].

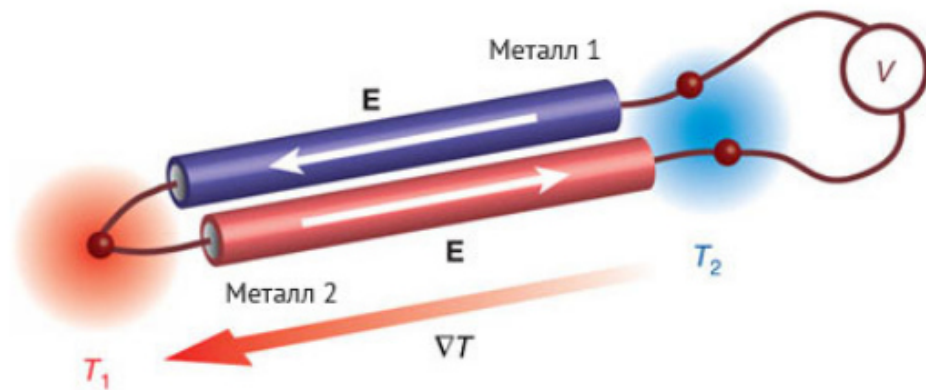


Рисунок 1.3 – Принцип роботи термопар

Деякі недоліки термопар включають те, що вимірювання температури може бути складним через їх низьку вихідну напругу, що вимагає точного підсилення, сприйнятливості до зовнішніх шумів на довгих проводах і холодний спай. Холодний спай - це місце, де дроти термопар зустрічаються з мідними сигнальними ланцюгами. Це створює ще один ефект Зеєбека, який потрібно компенсувати, який називається компенсацією холодного спаю [2].

### Інфрачервоні датчики

Інфрачервоні датчики є безконтактними датчиками. Наприклад, якщо ви безконтактно піднесете звичайний інфрачервоний датчик на передню частину свого столу, датчик повідомить вам температуру столу на основі його випромінювання - можливо, кімнатної температури. У разі безконтактного вимірювання крижаної води, вимірювання буде трохи нижче 0 °C через випаровування, що може дещо знизити очікувані показники температури [2].



Рисунок 1.4 – Пірометр

## 1.2 Моніторинг вологості

За принципом дії, гігрометри поділяються на:

- ємнісні;
- резистивні;
- термісторні;
- оптичні;
- електронні.

### Ємнісний датчик вологості

Відносну вологість вимірюють за допомогою різних датчиків і передавачів відносної вологості (також відомих як гігрометри). Вимірювальним елементом промислових передавачів вологості Delta Ohm є ємнісний датчик відносної вологості, який піддається впливу вимірюваного повітря. Конструкція типового ємнісного датчика відносної вологості схожа на конструкцію конденсатора.

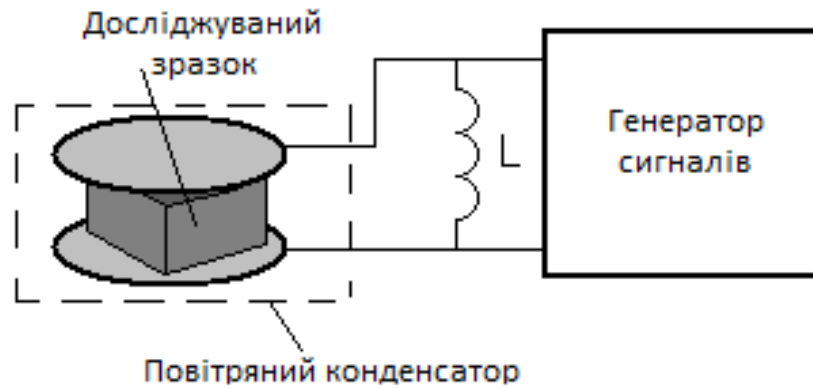


Рисунок 1.5 – Ємнісний датчик вологості

Датчики вологості та температури - конструкція ємнісного датчика вологості - характеристики ємнісного датчика вологості. Датчики відносної вологості оснащені двома електродами, які відокремлені один від одного тонким шаром гігроскопічного полімеру, який виконує роль діелектрика. Зміна діелектричної проникності гігроскопічного матеріалу пропорційна виміряній відносній вологості повітря, в якому розташований датчик вологості. Характерною особливістю ємнісних датчиків вологості є низький температурний коефіцієнт і здатність працювати при високих температурах (навіть 150...200 °C). Крім того, важливою особливістю ємнісних датчиків відносної вологості є можливість повної регенерації ємнісних датчиків у разі конденсації водяної пари на поверхні датчика та висока стійкість до хімічних парів. [3].



Рисунок 1.6 – Ємнісний датчик вологості

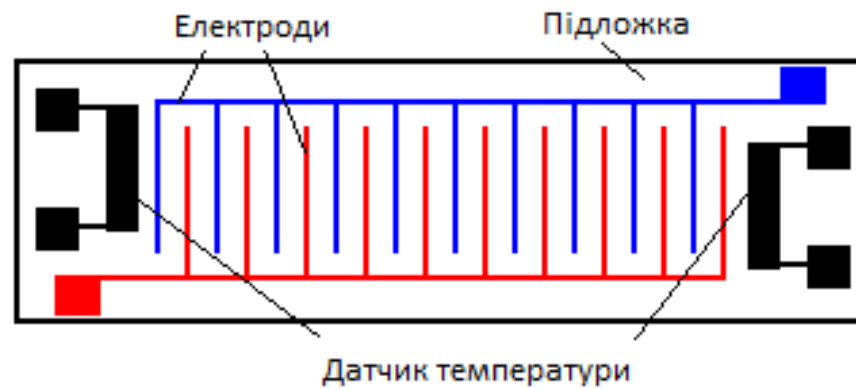


Рисунок 1.7 – Ємнісний тонкоплівковий гігрометр

Ємнісний тонкоплівковий гігрометр.

Ємнісного датчика вологості - це ємнісний тонкоплівковий гігрометр. Він включає підкладку, на яку нанесені два гребінчасті електроди. Гребінчасті електроди грають у разі роль обкладок. З метою термокомпенсації в датчик додатково вводять ще два термодатчики. [4].

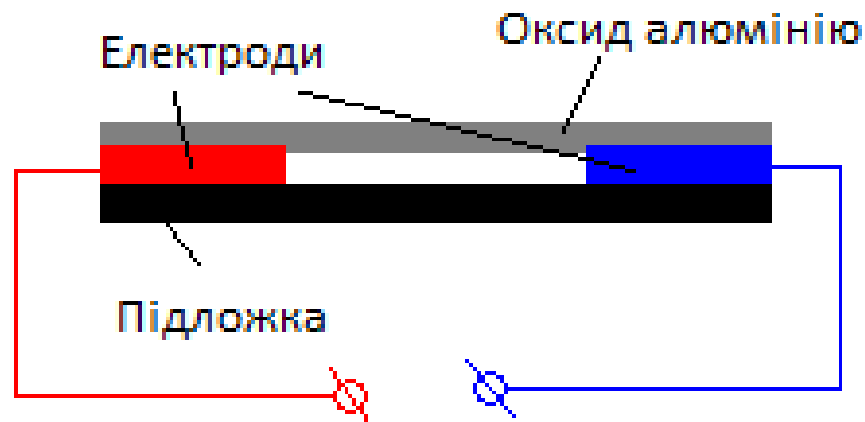


Рисунок 1.8 – Резистивний датчик вологості

Резистивний датчик вологості

Багато виробників економічно ефективних передавачів RH використовують менш дорогі RTD замість ємнісного датчика. Датчики опору RH вимірюють провідність гігроскопічного матеріалу (наприклад, провідного полімеру), яка змінюється в результаті поглинання води з навколишнього

середовища.

Однак термін служби таких датчиків вологості менший, а стійкість до хімічних випарів та інших забруднень нижча. Основний недолік – відсутність стійкості до насичення через конденсацію. Ці типи датчиків вологості втрачають свої властивості після насичення і їх слід замінити на нові. Тому цей тип передавачів використовується тільки для вимірювання вологості в приміщеннях зі стабільними умовами та низькою вологістю. Їх не можна використовувати в умовах високої температури та вологості та для метеорологічних вимірювань. [4].



Рисунок 1.9 – Резистивний датчик вологості

#### Термісторний датчик вологості

Термісторний гігрометр складається з пари однакових термісторів. Термістор – це нелінійний електронний компонент, опір якого залежить від його температури.



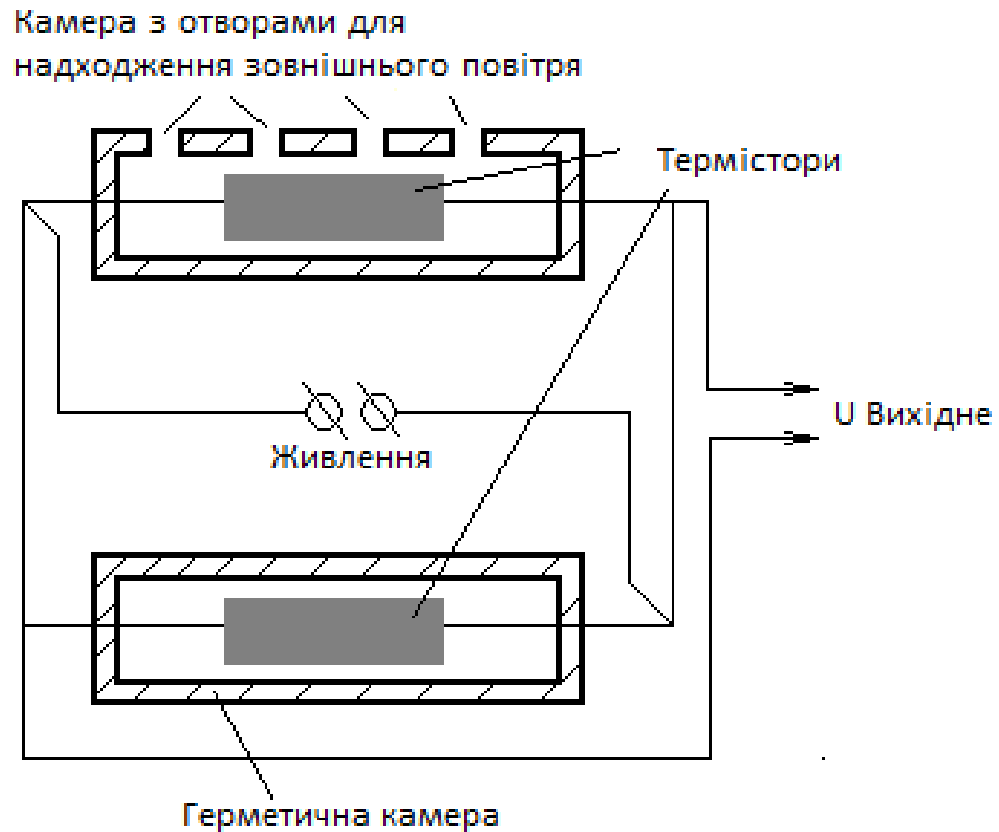


Рисунок 1.10 – Термісторний датчик вологості

Один із включених у схему термісторів розміщують у герметичній камері із сухим повітрям. А інший - у камері з отворами, через які в неї надходить повітря з характерною вологістю, значення якої потрібно виміряти. Термістори з'єднують за мостовою схемою, на одну з діагоналей моста подається напруга, а з іншого діагоналі зчитують показання [3].

Коли напруга на вихідних клеммах дорівнює нулю, температури обох компонент рівні, тому вологість однакова. У випадку коли вихід не дорівнює нулю, у камерах є різниця вологості. Таким чином, значення, отримане під час вимірювання напруги, визначає вологість [4].

При збільшенні вологості, з корпусу термістора починає випаровуватися вода, при цьому температура корпусу зменшується, і чим вище вологість, тим інтенсивніше відбувається випаровування, і тим швидше остигає термістор.

### 1.3 Моніторинг складу повітря

Види детекторів чадного газу.

Датчик виявлення чадного газу CO класифікують за призначенням та характерними для кожного виду параметрами. На підставі такої класифікації усі датчики ділять на типи

- датчик чадного газу побутовий (детектор чадного газу побутовий);
- пожежний детектор;
- датчик чадного газу промисловий.

Усі датчики умовно можна розділити на дві підкатегорії - апарати безперервного чи періодичного контролю. Цей параметр важливий при виборі моделі, яка здатна працювати в будь-яких умовах 24/7. Для складських приміщень, цехів або офісів зазвичай вибирають детектор чадного газу періодичного контролю, який можна відключати при необхідності. Датчик чадного газу безперервної дії встановлюють на потенційно небезпечних об'єктах, де токсичний витік речовини більш ймовірна. [9].

Залежно від типу живлення (провідний, бездротовий) датчик на чадний газ може працювати стаціонарно і за пересувним методом. Стаціонарно апарати встановлюють у тих зонах, де необхідний постійний контроль рівня токсичних газів пропану, метану та інших.



Рисунок 1.11 – Датчик концентрації чадного газу MQ-2

#### 1.4 Моніторинг руху

##### Види датчиків руху

Датчики руху стали невід’ємною складовою навколишнього світу. Їхня присутність у нашому оточенні настільки поширена, що ми часто не знаємо про їхню роботу. Датчик руху - це пристрій, що містить електронні елементи, які виявляють рух у його полі дії та дозволяють активувати інші пристрої. Ці пристрої замінюють різні типи вимикачів. Одним з їх перших застосувань був сигнал тривоги, коли в кімнаті було виявлено зловмисника. В даний час, поряд зі зниженням вартості датчиків і можливістю їх установки в різні корпуси, вони також використовуються в управлінні освітленням, кондиціонуванням та багатьма іншими побутовими приладами [5]. Завдяки вбудованому перемикачу часу ви можете заощадити на електроенергії. Використання датчиків руху підвищує не тільки комфорт, але і безпеку.

Датчики руху для своєї роботи можуть використовувати кілька різних технологій. Основний поділ датчиків, що визначає їх застосування в конкретних умовах, це:

- активні датчики (ультразвукові);
- пасивні датчики (PIR);
- змішані системи
- лазерні системи на основі камер.



Рисунок 1.12 – Датчик відстані ультразвуковий

#### PIR датчики (пасивні)

Датчики PIR (пасивний інфрачервоний) - це електронні сповіщувачі, призначені для виявлення руху. Вони є незамінним елементом систем сигналізації, а також установки автоматичного включення освітлення, вентиляції та ін. Як і активні датчики, вони працюють, аналізуючи інфрачервоне випромінювання. Основна відмінність між датчиками полягає в тому, що пасивні датчики не випромінюють інфрачервоне випромінювання, а лише аналізують його зміни в полі виявлення. Вони реагують, коли в зоні дії датчика з'являється об'єкт, температура якого вища за температуру навколишнього середовища. Основними елементами PIR-датчика є піроелемент (інфрачервоний детектор) на основі нітриду галію (GaN) або нітрату цезію (CsNO<sub>3</sub>) і лінза Френеля або дзеркало. З метою ліквідації т. зв. Для помилкових тривог використовуються спеціальні алгоритми. Датчики цього типу працюють

на ділянці кількох метрів. Недоліком такого типу датчиків є неможливість регулювання чутливості приладу [5]



Рисунок 1.13 – Датчик руху пірометричний

#### Ультразвукові датчики (активні)

Вони виявляють інфрачервоне випромінювання в зоні їх виявлення. Під час роботи такий пристрій посилає промінь інфрачервоного випромінювання в зону своєї роботи. Виявлені зміни в промені інфрачервоного випромінювання, викликані присутністю людей або тварин (кожна жива істота випромінює тепло), спричиняє активацію системи перемикання датчика та відповідну реакцію, наприклад, вмикання тривоги.

Активні датчики можуть вимірювати не тільки випромінювання, відбите об'єктом, а й відбите та розсіяне випромінювання. Такі пристрої (так звані датчики штор) можуть використовувати електромагнітні хвилі. Перевагою цього типу рішення є можливість регулювання чутливості, щоб несанкціоновані події не активували пристрій, наприклад, переміщення домашніх тварин не впливало на активацію датчика. Вони стають все більш

популярними на ринку ВЧ (високочастотні) мікрохвильові датчики. Завдяки тому, що мікрохвилі проникають в пластик, дерево, скло та інші тонкі матеріали, їх можна встановлювати в невидимих місцях, що робить їх ідеальними для систем сигналізації. Перевагою мікрохвильових детекторів є відсутність чутливості до зміни температури навколишнього середовища або рухомого об'єкта. Однак датчики такого типу зазвичай мають більш високу ціну. [5].



Рисунок 1.14 – Датчик руху мікрохвильовий

### Змішані системи

Датчики за змішаною технологією. Пристрій, що працює за таким стандартом, може виявити зміну інфрачервоного випромінювання та мікрохвильового випромінювання. Завдяки використанню двох типів виявлення, вони поєднують в собі особливості PIR та активних датчиків, вони більш ефективні та менш сприйнятливі до явищ, що викликають помилкові тривоги.



Рисунок 1.15 – Датчик руху комбінований

### Лазерні системи

Лазерні системи є особливим типом датчиків. У лазерних датчиках використовується генератор лазерного променя. Кожного разу, коли безперервність лазерного променя переривається, система запускається.

## 1.5 Огляд існуючих аналогів систем моніторингу

Розглянемо основні параметри двох систем моніторингу приміщень, такі як UniPing Server Solution інформаційна система моніторинга параметрів приміщення та пристрій віддаленого моніторингу серверних кімнат NetPing v4

### 1.5.1 Інформаційна система моніторинга параметрів приміщення UniPing Server Solution

Пристрій призначений для збору інформації про параметрів навколишнього середовища та датчиків доступу в умовах закритих приміщень. Інформація яка передається з датчиків надходить через Ethernet по протоколу HTTP.



Рисунок 1.16 – Зовнішній вигляд UniPing Server Solution

Для підключення бінарних датчиків використовується 16 роз'ємів

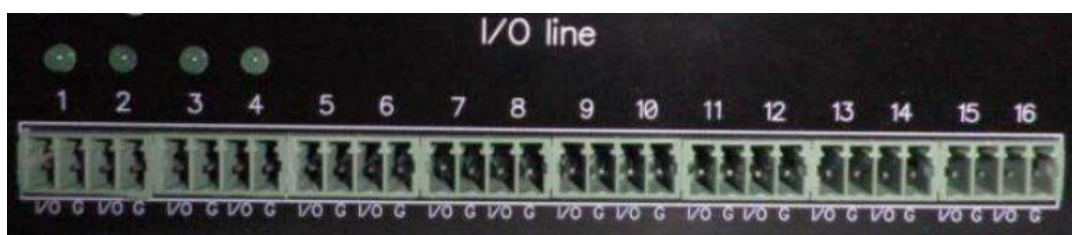


Рисунок 1.17 – роз'єми для підключення бінарних датчиків

Ці роз'єми підключають ІО лінії з декількома станами: включено або виключено.

Кожна з ІО ліній може бути індивідуально сконфігурована як для входу та і для виходу, та містить дві клеми ІО та GND.



Також UniPing Server Solution може використовувати персональні роз'єми для підключення конкретних датчиків



Рисунок 1.18 – Роз'єми для підключення особливих датчиків

Для прийому та передачі даних з іншими пристроями використовується такі інтерфейси як RS-485 та RS-232



Рисунок 1.19 – Моделі роз'ємів RS-485 та RS-232

До пристрою UniPing Server Solution можливе підключення наступних датчиків:

- датчик температури ти TS або WT – до 8шт.;
- датчик вологи типа WS – 1шт.;
- датчик угарного газу – 1 шт.;
- інфрачервоний приймач – 1 шт.;
- датчик наявності напруги 220В – до 16 шт.;
- датчик удару – до 8 шт.;
- датчик руху – до 16 шт.;
- датчик відкриття/закриття дверей – до 16 шт.;



Рисунок 1.20 – Загальна схема підключення пристрою

Роблячи висновки із даної системи, можна сказати що система обладнана великою інформативністю так як має досить великий вміст датчиків стеження, що дозволяє отримувати інформацію по sms та e-mail. Таку систему цілком можливо використовувати для більшості приміщень. [7].

### 1.5.2 Пристрій віддаленого моніторингу приміщень NetPing v5

Система NetPing представляє собою пристрій віддаленого моніторингу, яка використовується для спостереження за мікрокліматом та управління реле в комутаційному ящику з обладнанням та охорони в приміщенні. У деяких випадках може автоматично вжити необхідних заходів для відновлення оптимальних умов роботи обладнання. Наприклад, при перевищенні рівня температури увімкнути резервний кондиціонер.

Відмінна риса пристрою – компактний пластиковий корпус на DIN-рейку, який зручний для встановлення в умовах обмеженого простору комунікаційних скриньок. [8].



Рисунок 1.21 – Зовнішній вигляд NetPing v5

Для підключення бінарних датчиків використовується 16 роз'ємів для виходу та 4 для входу лінії для підключення датчиків та управління зовнішніми пристроями.



Рисунок 1.22 – Роз'єми для підключення датчиків

До пристрою NetPing v5 можливе підключення наступних датчиків:

- вбудовано низьковольтних реле – 4 шт,
- датчик наявності 220В – до 16 шт,
- сигнальна сирена – до 8 шт,
- керована розетка NetPing AC/DIN – до 8 шт,
- датчик дверей – до 16 шт,
- датчик вологи – до 4 шт,
- датчик протікання – до 16 шт,
- датчик удару – 16 шт,
- термодатчики – до 8 шт,
- датчик диму комбінований (дим/тепло) ІП 212/101-2М-А1R з базою E412NL – до 8 шт,
- МАЯК-12-СТ – до 8 шт,
- датчик повітряного потоку (модель АМС520) – до 16 шт,
- PLController R15250 силове реле 15А/250В на DIN-рейку – до 8 шт,
- МР701 Виконавчий елемент (4 канали по 2 кВт 10А) – до 2 шт.

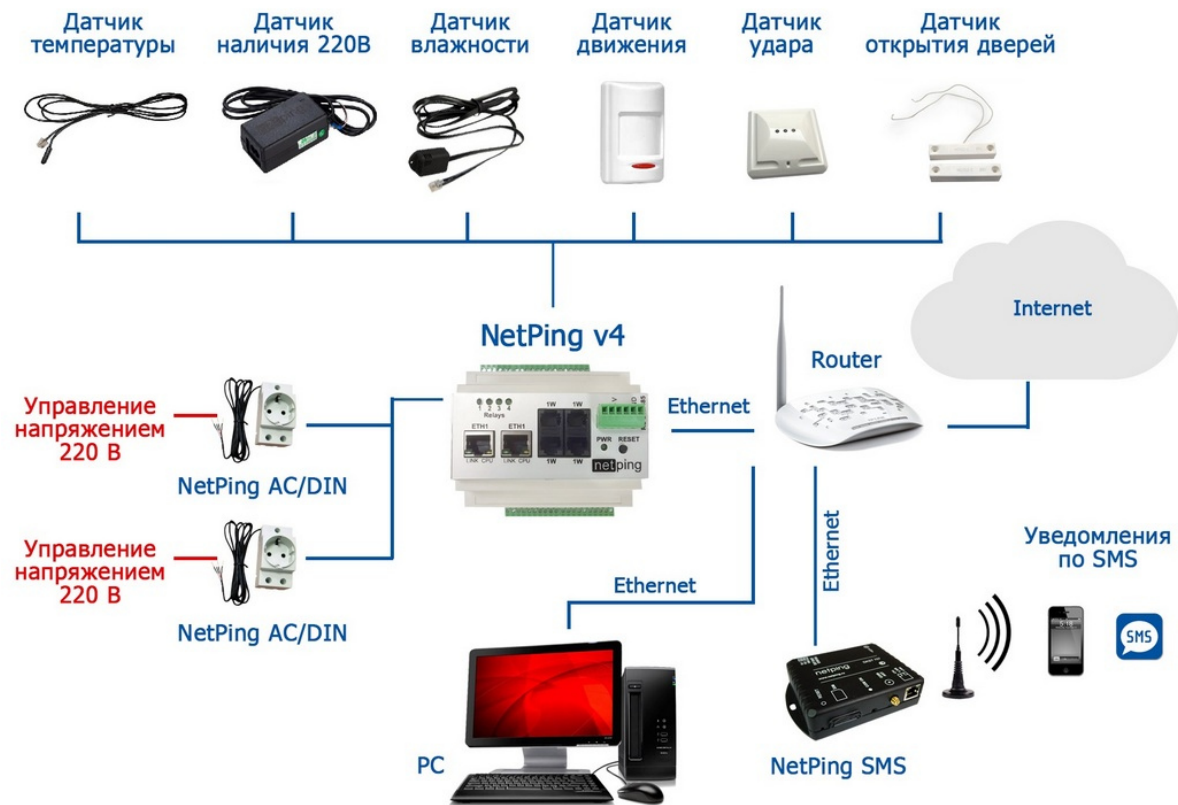


Рисунок 1.23 – Загальна схема підключення пристрою

Роблячи висновки із даної системи, можна сказати що: система обладнана великою кількістю датчиками що підходить для контролю за приладами та безпеки приміщення, та дозволяє отримувати інформацію по e-mail. Подібні функції можна вважати базовими для систем такого типу.

Було проаналізовано наявні системи керування параметрів та безпеки в лабораторному приміщенні. Та наглядно показано їхні недоліки та слабкі місця в механізмах роботи або вартості. Також виявлено всі важливі чинники, що забезпечують необхідні умови в належному стані, зокрема безпека та мікроклімат в приміщенні. Порівняльний аналіз функціонального наповнення систем представлено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняльний аналіз функціоналу систем моніторингу

	UniPing server solution	NetPing
Повідомлення по Email	+	+
Повідомлення по SMS	+	-
Підтримка SMS команд	-	-
Ethernet порт	+	+
Вбудований GSM модем	+	-
Резервне живлення	-	-
Журнал подій	+	+
Web Application	+	+
Phone Application	-	+
Кількість датчиків	Обмежено	Обмежено

Так як система моніторингу планується використовуватися в лабораторних умовах, було прийнято рішення порівняти рівень захисту популярних виробників. Після порівняння було прийнято, розробити систему безпеки із значно більшим функціоналом та малою ціною. Крім цього було проведено аналіз датчиків, необхідні для контролю безпеки.

## 2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ МОНІТОРИНГУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ БЕЗПЕКИ ЛАБОРАТОРНИХ ПРИМІЩЕНЬ

### 2.1 Основні функції моніторингу пристрою моніторингу експлуатаційних параметрів безпеки лабораторних приміщень

Ефективна автоматизована система регулювання безпеки в приміщенні, де знаходяться лабораторні стенди, має відповідати низці вимог, таких як:

- система повинна бути оснащена як мінімум одним мікроконтролером, що відповідає за безпеку приміщень датчиками руху, та вмісту вуглекислого газу та кисню в повітрі, який фіксував би всі ці параметри і передавав їх на модуль управління мікроконтролера;
- мікроконтролер повинен автоматично керувати системою безпеки та наявності персоналу в приміщенні;
- система повинна мати пристрій звукової індикації;
- датчики мають бути достатньо точними та мати мінімальну похибку вимірювання;
- мікроконтролер має передавати всю потрібну інформацію від датчиків на головний екран оператора;
- система повинна мати змогу автоматичної роботи без зовнішнього живлення.

### 2.2 Розробка функціональної схеми пристрою

Структура пристрою є сукупністю елементарних ланок та зв'язків між ними. Під елементарною ланкою зазвичай розуміють частину об'єкта, систему

розуміння та багато іншого. що реалізує елементарну функцію.

Функціональна схема призначена наочно показувати основні функціональні вузли пристрою, їх призначення та участь у іншому процесі.

Загальна структурна схема матиме такі блоки:

1. Блок живлення – це пристрій, який використовується для перетворення напруги, необхідного для роботи системи, з напруги загальної електромережі.
2. Датчик температури – це датчик, який відслідковує зміну температури в приміщенні та відправляє данні оператору.
3. Датчик диму – це датчик, який вимірює рівень чадного газу або вуглекислого газу та відправляє данні оператору.
4. Датчик руху – це пристрій, для моніторингу руху в приміщенні.
5. Зчитувач електронного ключа – це пристрій, який зчитує показники ідентифікації з ключа, для подальшого дозволу чи відмови доступу у приміщення.
6. Сирена – пристрій, який виконує функцію звукової індикації.
7. Дисплей модуль – це пристрій який показую вихідні данні з датчиків.
8. Модуль реле – це електромеханічний пристрій, який дозволяє механічним способом замикати ланцюг напруги за допомогою електромагніту, для вмикання різних пристроїв.
9. Мікроконтролер – це пристрій, який дозволяти керувати електричними пристроями.
10. Модуль підтримка роботи акумулятора – пристрій, який відповідаю за заряд та розряд акумулятора.
11. Акумулятор – це пристрій, який акумулює енергію та у разі вимкнення основної напруги віддає енергію пристрою.

Функціональна схема приладу - це схема в якій міститься інформація про способи реалізації пристрою заданих функцій.



За такою схемою можна визначити, як здійснюється робота цього пристрою і які для цього потрібні функціональні елементи. У виборі основного обладнання треба повністю відштовхуватися від вибраного мікроконтролера (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – функціональна схема моніторингу безпеки лабораторного приміщення

## 2.3 Вибір та обґрунтування елементів апаратної реалізації пристрою

### 2.3.1 Вибір мікроконтролера

В цій системі було вирішено використати мікроконтролер Arduino, так як він зможе повністю задовільнити потреби в розробці системи, простий у використанні що дає гарну змогу для управління введенням та виведенням в реальному часі, підходить для проєктів, та може працювати від акумулятора.

На даний момент існує широкий вибір моделей Arduino, які відрізняються між собою функціональністю, ціною, та новиною моделей.

Arduino Mega – одна з найкращих моделей в лінійці Arduino яка надає досить великий інтерфейс, на ній 54 цифрових вводу, та 12 виводу з яких можна використовувати для ШІМ, 12 аналогових входів і 4 UART, флеш-пам'ять на 512 КБ яка доступна для користувацьких додатків [21].

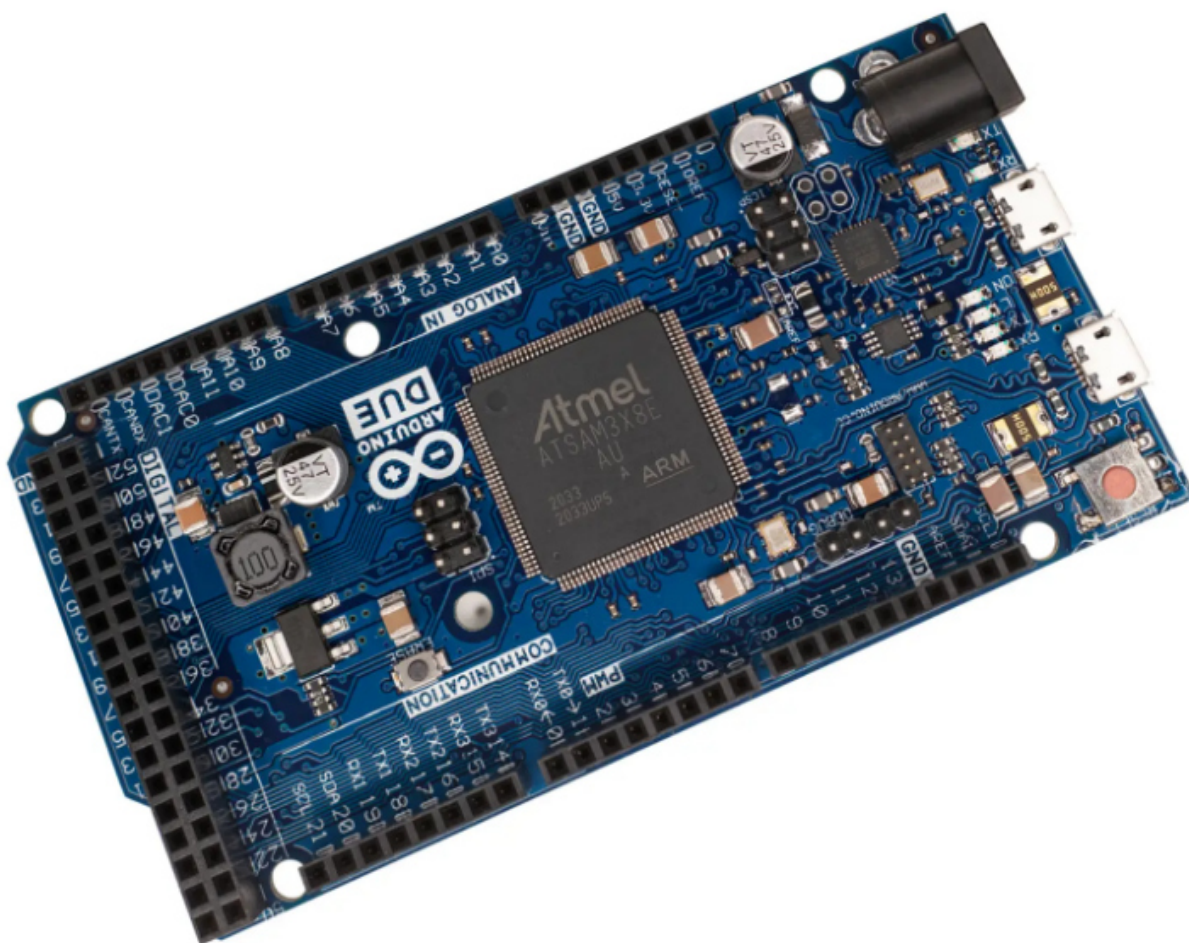


Рисунок 2.2 – Мікроконтролер Arduino Mega

Arduino Uno – спрощена модель від Arduino Mega але найпопулярніша з лінійки Arduino, так як вона найпоширеніша у використанні на ній 14 цифрових вводу, та 6 виводу з яких можна використовувати для ШІМ, 8 аналогових входів, флеш-пам'ять на 32 КБ яка доступна для користувацьких додатків [21].

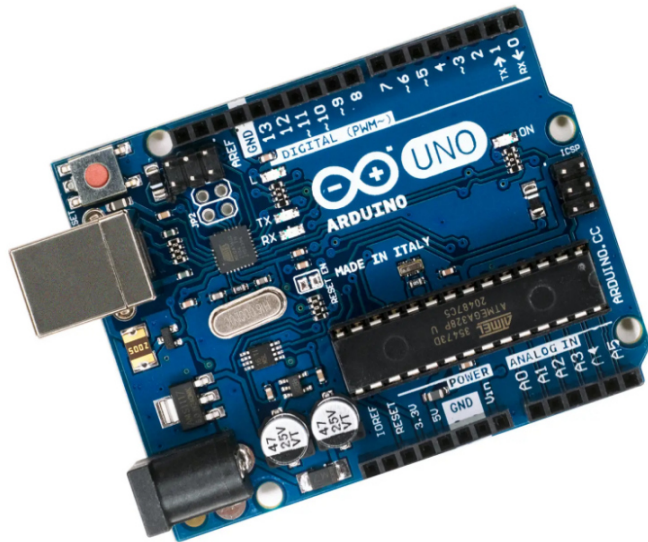


Рисунок 2.3 – Мікроконтролер Arduino Uno

Arduino Nano – головною перевагою цієї плати є малий розмір, на ній 14 цифрових вводу та виводу з яких можна використовувати для ШІМ, 8 аналогових входів та підтримує SPI, I2C, UART, та UART, флеш-пам'ять на 32 КБ яка доступна для користувацьких додатків [21].

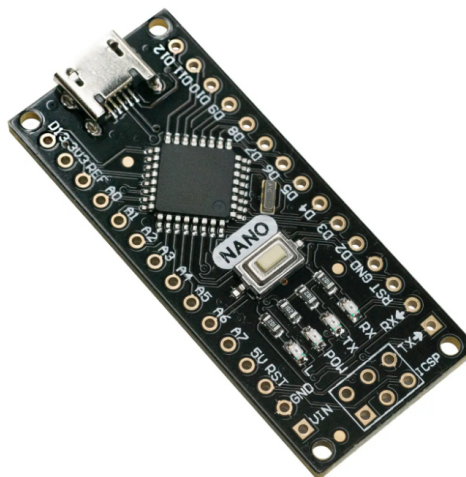


Рисунок 2.4 – Мікроконтролер Arduino Nano

Arduino Pro Mini – так як на цій платі встановлений слабкий процесор (рис. 2.5), її використовують в малих проектах які не потребують швидкої роботи але на ній також 14 цифрових вводу та 6 виводу з яких можна

використовувати для ШІМ, флеш-пам'ять на 32 КБ яка доступна для користувацьких додатків [21].

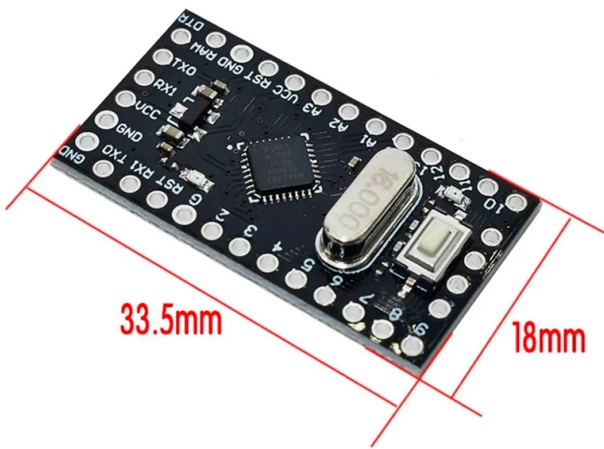


Рисунок 2.5 – Мікроконтролер Arduino Pro Mini

Моделі Arduino Pro Mini, Arduino Nano, Arduino Uno та Arduino Mega були обрані для аналізу та порівняння можливостей мікропроцесорів. Результати отримано шляхом порівняння характеристик цих пристроїв, які приведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Аналіз характеристик мікроконтролерів

Характеристики	Arduino Pro Mini	Arduino Nano	Arduino Uno	Arduino Mega
ОЗП, кБайт	1	2	2	8
Живлення, В	5-12	6-20	6-22	6-20
Пам'ять, кБайт	16	32	32	256
Робоча частота	16	14	16	16
Цифрові входи	14	14	14	54
Аналогові входи	8	8	6	16
USB	Ні	Так	Так	Так

Для реалізації цього проекту було прийнято використовувати Arduino

Меха, так як в майбутньому можливо розширити функціонал лабораторного приміщення, завдяки технічним характеристикам плати це буде легко зробити.

Решта необхідних обладнань підбиралась спільно з вибраним мікроконтролером.

Аналіз елементної бази продемонстрував, що найбільш оптимальним вибором для розробки автоматизованої системи керування параметрами параметрів безпеки приміщень є мікропроцесор Arduino Mega. Завдяки тому що в мікропроцесорі 54 ніжки і великий обсяг пам'яті, можливе підключити більше датчиків.

### 2.3.2 Вибір виконуючого механізму

Система нескладного виконавчого модуля, що дозволяє, перемикає напругу електромережі сигналом більшості електронних пристроїв мікроконтролера. На рис. 2.6 зображено схематичне зображення конструкції реле.



Рисунок 2.6 – Спрощене схематичне зображення конструкції реле.

Принцип роботи реле полягає в наступній послідовності дії: При подачі напруги до чутливого елемету, якір в свою чергу притягуються до катувки та

замикає на кінці два контакти, через які проходить напругу. [6].

Схема регулюючого електричного кола реле зображена на рис. 2.7.

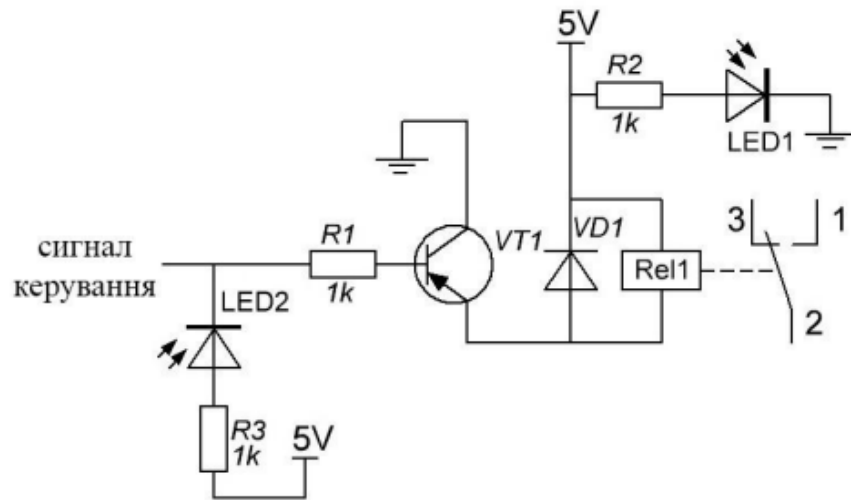


Рисунок 2.7 – Схема регулюючого електричного кола.

### 2.3.3 Вибір модуля дисплея

У якості модулю виведення даних було використано OLED дисплей на контролері SSD1306.

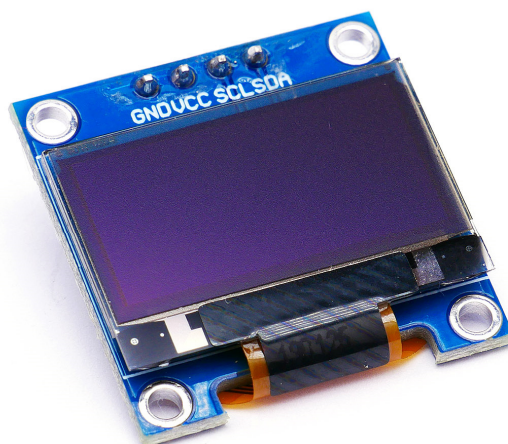


Рисунок 2.8 – OLED дисплей

Стандартний OLED білий графічний дисплей з роздільною здатністю 128 x 64 пікселів. Відрізняється простотою експлуатації та легким підключенням. Він спілкується з Arduino через шину I2C. [20]. Найважливіші технічні характеристики цієї моделі дисплею наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики дисплею

Тип дисплею	OLED
Розміри,мм	27x27
Контролер	SSD1306
Роздільна здатність	128x64
Діагональ дисплею	0.96
Інтерфейс підключення	I2C
Робоча напруга, В	3.3 – 5

#### 2.3.4 Вибір датчика температури і вологості

Датчик температури та вологості DHT22 використовує відкалібрований передачу даних через вбудований цифровий однопровідний інтерфейс. Датчик характеризується високою надійністю і довгостроковою стабільністю. Датчик дозволяє вимірювати резистивну вологість і температуру за допомогою NTC. Датчик забезпечує добре відкалібровані показання завдяки коефіцієнтам, що містяться в пам'яті програм [19]. Невеликі розміри, низьке енергоспоживання та можливість дротової передачі даних на відстані до 20 метрів дозволяють використовувати систему навіть у найвимогливіших додатках. Виріб поставляється в 4-контактному корпусі.

Підставою для вибору датчику став вбудований аналогово-цифровий перетворювач, що дозволяє видавати цифровий сигнал, який считується за допомогою мікроконтролера. Використання даного датчика можливо лише в закритому приміщенні, адже серсори не захищені від впливу пилу чи дощу.



Нижче вказано технічні характеристики DHT-22 (рис. 2.9) наведено в табл. 2.3.

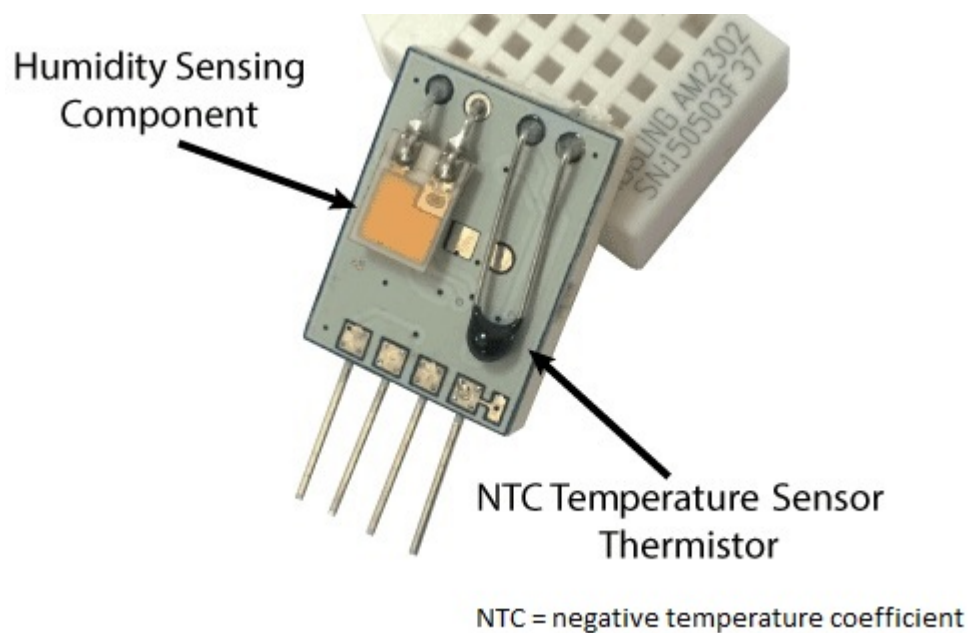


Рисунок 2.9 – Датчик температури та відносної вологості

Таблиця 2.3 – Технічно-метрологічні характеристик DHT-22

Характеристика	Опис
Діапазон робочої напруги, В	Від 3,3 до 5
Межа споживання струму, мА	2.5
Діапазон вимірювання відносної вологості, %	від 0 до 100
Діапазон вимірювання температури, °C	від -40 до +60
Чутливість вимірювання температури, °C	0.1 °C
Розміри, мм	13x18,5x5,5
Похибка вимірювання температури, °C	±0.1 °C
Розрядність АЦП	12



### 2.3.5 Вибір датчика модуля контролю доступу

Технологія RFID – це технологія безконтактного обміну даними, заснована на використанні радіочастотного електромагнітного випромінювання. RFID застосовується для автоматичної ідентифікації та обліку об'єктів. Типова RFID-система складається з 3-х базових компонентів: RFID тегів, RFID-зчитувачів та програмного забезпечення. Існують різні типи зчитувачів, у даній системі використовується портальний RFID-зчитувач, який призначений для реєстрації RFID-міток у контрольованих проходах. RFID-RC522 високо інтегрований зчитувач для безконтактної комунікації. Зчитувач підтримує інтерфейси SPI, UART та I2C через які відбувається обмін даними з іншими приладами. На платі модуля на висновках мікросхеми вибрано інтерфейс SPI. Основа модуля - Мікросхема MFRC522 [12] (рис. 2.10).



Рисунок 2.10 – Считыватель RFID-RC522

Зчитувач RFID RC522 спрацьовує при піднесенні мітки. Обмін даними відбувається через рамкові антени, що знаходяться у картці

(мітці) та у модулі. Сигнал модуля є джерелом енергії для мітки. Він може обробляти інформацію одночасно від кількох міток.

Технічні характеристики:

1. Напруга живлення: 3,3 В;
2. Струм споживання в режимах:
  - 2.1 Черговий 80 мкА;
  - 2.2 Очікування 12 мА;
  - 2.3. Найбільший 30 мА;
3. Робоча частота: 1356 МГц;
4. Відстань зчитування 0-25мм;
5. Швидкість передачі:
  - 5.1 106 кбіт/с;
  - 5.2 212 кбіт/с;
  - 5.3 424 кбіт/с;
  - 5.4 848 кбіт/с;

Даному зчитувачу відповідає RFID-мітка у корпусі або у вигляді ключ-карти (рис. 2.11).

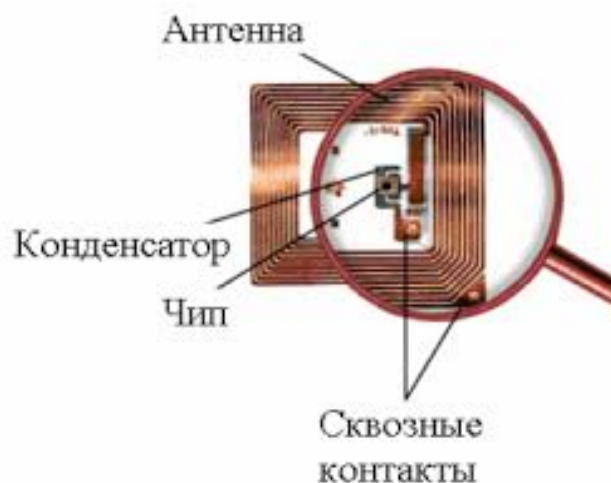


Рисунок 2.11 – RFID-метки в корпусах

Брелоки та карти працюють на тій же частоті, що й зчитувачі.

Усередині них знаходяться антена та мікросхема Mifare S50, що містить пам'ять, розмір якої 1 кілобайт, тип EEPROM. Унікальність картки Mifare забезпечується присвоєнням виробником номера, який використовується як індикатор. [12].

### 2.3.6 Вибір модуля автономного живлення

Для живлення пристрою за умов його автономності необхідно додати акумуляторну батарею. Для цього було вирішено використати Liion акумулятор Samsung ICR18650-22E [18] (рис. 2.12).



Рисунок 2.12 – Акумулятор Samsung ICR18650-22E

Технічні характеристики:

- мінімальна ємність - 2200 mAh;
- максимальна напруга - 4,2;
- мінімальна напруга - 2,75;
- номінальна напруга – 3.6 В;

Для заряду акумулятора було обрано модуль HW-357, який є покращеною версією TP4065. Модуль має захист акумулятора від перезаряду,

перевантаження та короткого замикання, забезпечує повноцінну зарядку Li-ion акумуляторних батарей з можливістю під'єднання навантаження та із захистом від згоряння та автоматично завершує цикл зарядки при досягненні напруги на ньому 4.2 В. Перевага HW-357 (рис. 2.14) над TP4065 (рис. 2.13) в тому, що в плату вбудований DC-DC перетворювач, на виході якого можна отримати від 4.3 до 27В. [16 –17].

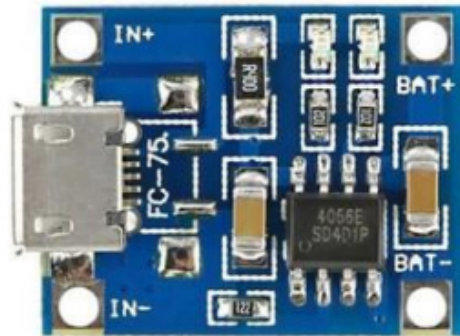


Рисунок 2.13 – Модуль TP4065

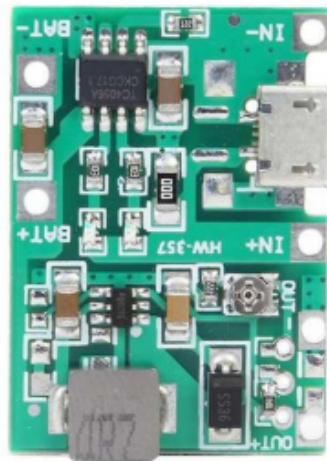


Рисунок 2.14 – Модуль HW-357

Технічні характеристики HW-357: [17].

- Струм зарядки: до 1А (налаштовується);
- точність зарядки: 1.5%;
- захист від перезаряду:  $4.30 \pm 0.050$  В;

- захист від перерозряду:  $2.40 \pm 0.100$  В;
- вхідна напруга: 4.5 – 5.5В;
- напруга повного заряду: 4.2В;
- Вхідний роз'єм: mini USB або контакти для підпаювання проводів;
- Розмір плати:  $25 \times 17 \times 4$  mm.

Модуль заряджання та акумулятор.

Підключення до зарядки через стандартний роз'єм microUSB (або miniUSB) або через дублюючі контакти "+" та "-". Акумулятор (без вбудованого захисту розряду) підключається до контактів "B+" та "B-". Навантаження підключається до контактів «OUT+» та «OUT-» (при зарядці батареї навантаження бажано відключати, якщо воно не розраховане на напругу 4.2 В).

### 2.3.7 Вибір датчика якості повітря

Датчик газів. Датчик серії MQ Модулі збудовано на базі напівпровідникового газоаналізатора. Датчики відрізняються підвищеною чутливістю і швидкою реакцією на збільшення концентрації газів, що детектуються. Чутливий елемент датчиків складається з керамічної труби з покриттям A1203 і нанесеного на неї шановного шару діоксиду олова. Всередині трубки проходить нагрівальний елемент, який нагріває чутливий шар до температури, коли він починає реагувати на певний газ(рис. 2.15). Чутливість до різних газів досягається віруванням складу домішок у чутливому шарі (табл. 2.4, рис. 2.16).

Серія MQ складається з датчиків:

- Датчик широкого спектра газів MQ-2 [13];
- датчик пари спірату MQ-3;
- Датчик природного газу MQ-4;
- датчик горючих газів MQ-5;

- Датчик зріджених нафтових газів MQ-6;
- датчик чадного газу MQ-7; [15].
- Датчик водню MQ-8;
- датчик горючих та чадних газів MQ-9; [14].
- Давач вуглекислого газу MQ135;

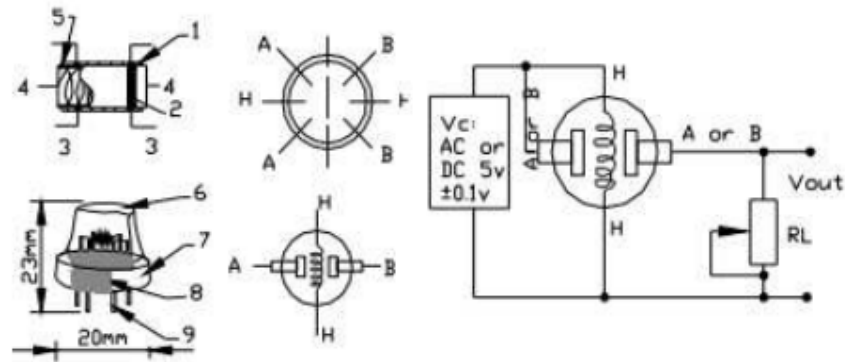


Рисунок 2.15 – Принципова електрична схема датчиків MQ

Таблиця 2.4 – Характеристика датчиків угарного газу

Характеристики	MQ-2	MQ-7	MQ-9
Діапазон чутливості	300-10000ppm	10-1000ppm	20-10000ppm
$R_s$ (Опір чутливого елемента)	1-20 кОм 50 ppm,	2-20 кОм 50 ppm,	2-20 кОм 100 ppm,
Інтерфейс	Аналого-цифровий	Аналого-цифровий	Аналоговий
Час відповіді	$\leq 10$ с	$\leq 10$ с	$\leq 10$ с
Чутливість ( $R$ у Повітрі)/ ( $R$ у присутності характерного газу)	$\geq 5$ с	$\geq 5$ с	$\geq 5$ с
$I_h$ (струм нагрівача)	$\leq 150$ mA	$\leq 150$ mA	$\leq 150$ mA
$V_h$ (напруга нагрівача)	5 В $\pm$ 0,1 В	5 В $\pm$ 0,1 В	5 В $\pm$ 0,1 В
Робоча температура	-10 $\sim$ +50°C	-10 $\sim$ +50°C	-20 $\sim$ +50°C
Вологість	$\leq 95$ % RH	$\leq 95$ % RH	$\leq 95$ % RH

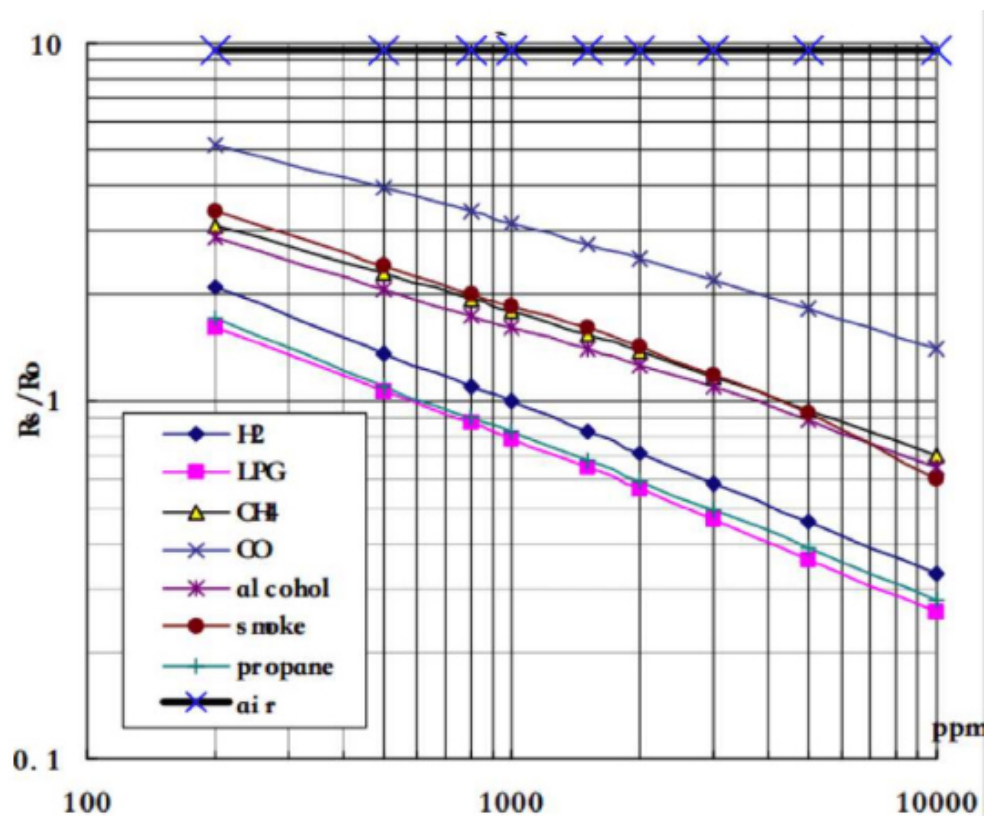


Рисунок 2.16 – Чутливості датчика MQ-2

### 3. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ МОНІТОРИНГУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ БЕЗПЕКИ ЛАБОРАТОРНИХ ПРИМІЩЕНЬ

#### 3.1 Розробка структурної схеми пристрою параметрів безпеки лабораторного приміщення

Відповідно до вимог, які були указані в попередньому розділі та аналізу сучасних систем моніторингу параметрів розроблено блок схему, який дозволить системі працювати максимально злагоджено та ефективно. На рис. 3.1 зображений структурної схема моніторингу безпеки лабораторного приміщення. Логіка роботи системи розділена на три частини:

- робота системи безпеки, датчик руху та зчитувач RFID;
- індикація параметрів, повідомлення про температуру, вологість, концентрації газу;
- сирена – відповідає за зчитування всіх даних про стан кожного датчика у разі чого вмикати сирену.



Рисунок. 3.1 – Зображений структурної схема моніторингу безпеки лабораторного приміщення



У відповідності до розроблених функціональної та структурної схем і проведеного аналітичного огляду потрібних модулів розроблено електричну принципову схему пристрою (рис. 3.2).

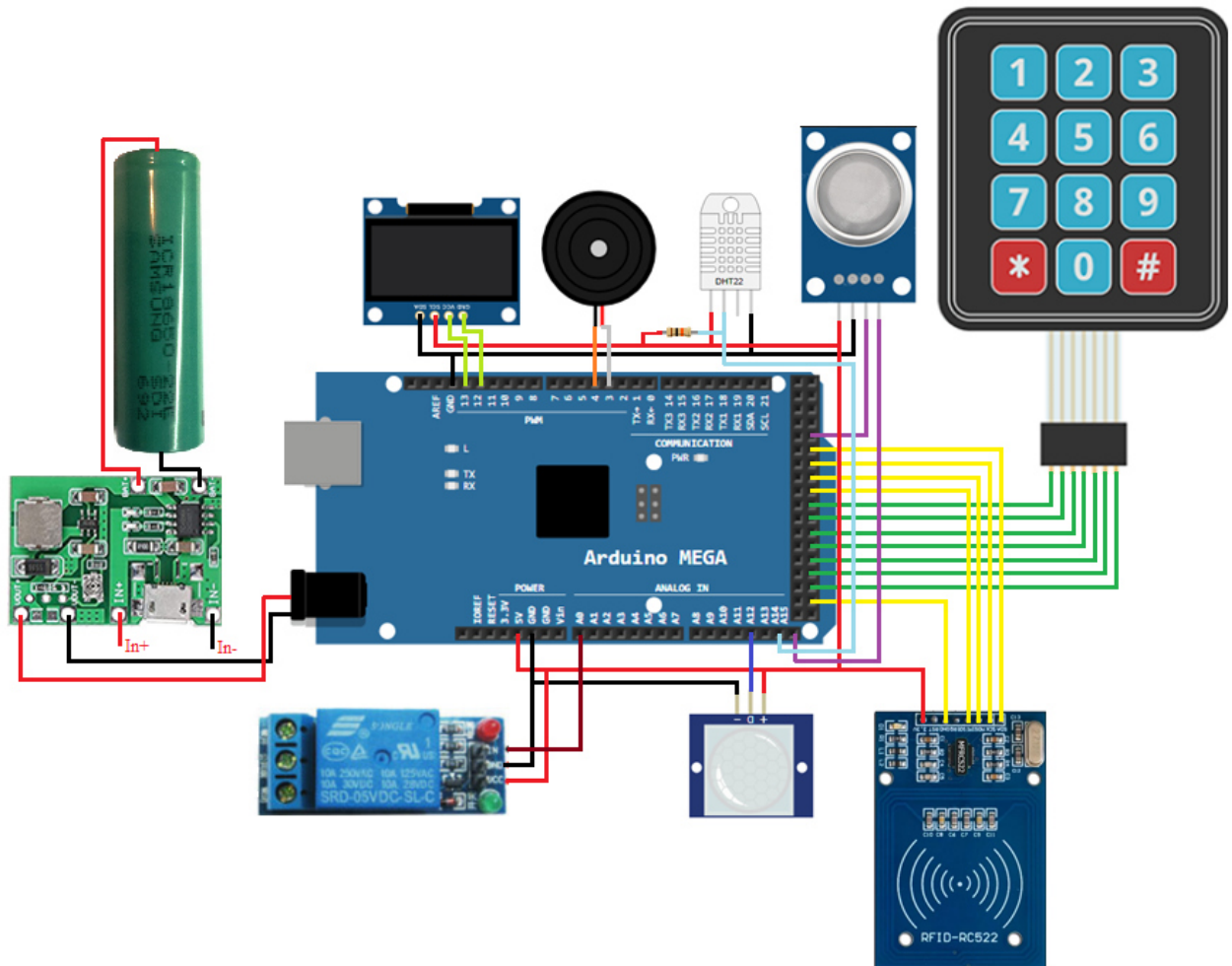


Рисунок 3.2 – Принципова схема підключення блоків до мікроконтролера

### 3.2 Розробка алгоритмічного та програмного забезпечення для модулів пристрою

Блок схема алгоритму роботи RFID замка. Користувач пред'являє ідентифікатор (підносить картку до зчитувача). Унікальний код картки передається до контролера. Контролер аналізує отриманий код щодо його

наявності у базі даних та перевіряє права доступу користувача. У разі успішної ідентифікації контролер видає сигнал на замок – двері розблокуються. Користувач відкриває двері та входить до приміщення. Двері зачиняються, замок знову блокується і система повертається у вихідний стан (див. рис. 3.3).

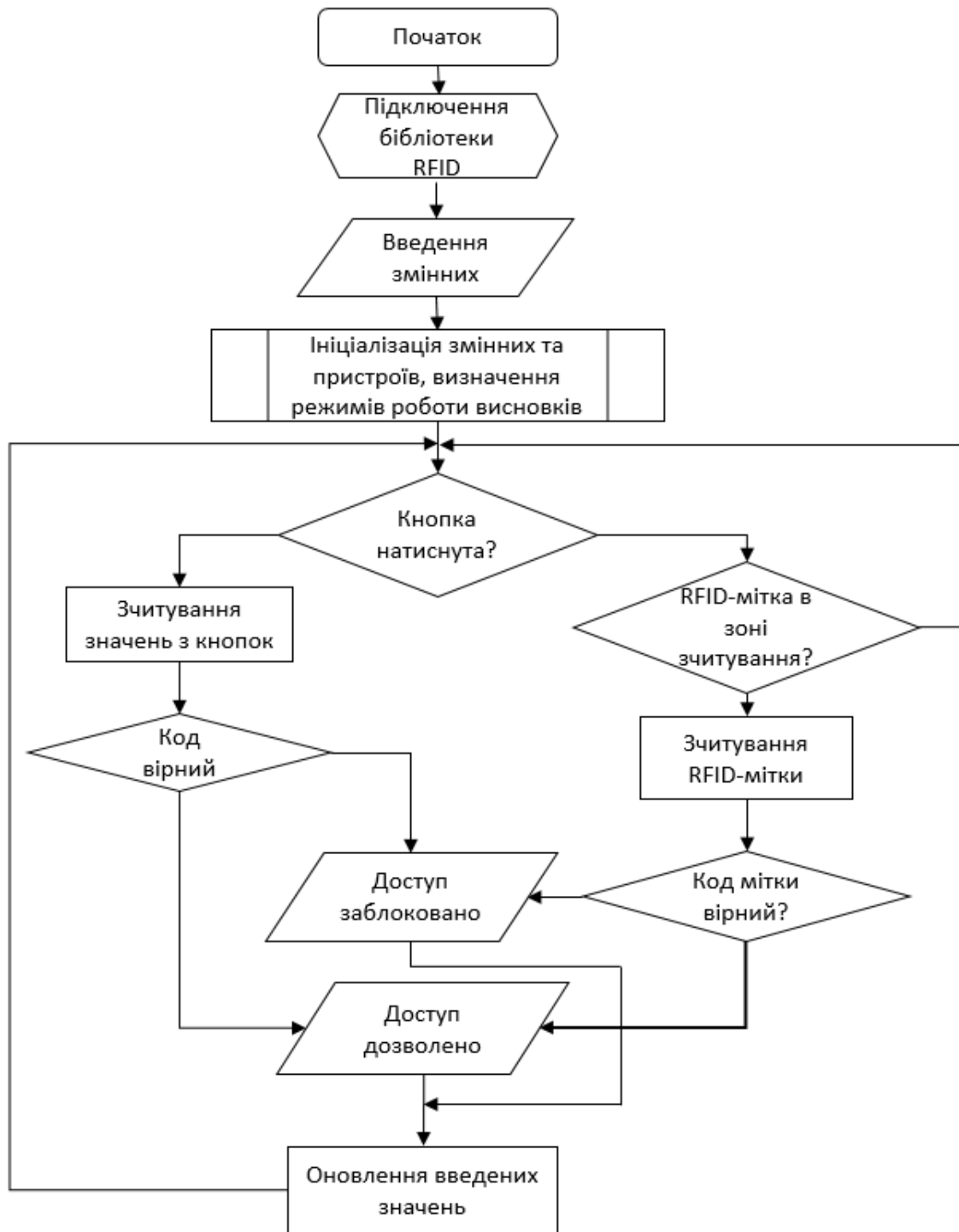


Рисунок 3.3 – Алгоритм підсистеми контролю доступу

Після цього розробимо алгоритм звукової індикації який використовуую п'ять режимів роботи під час включеної сигналізації (див. рис. 3.4).

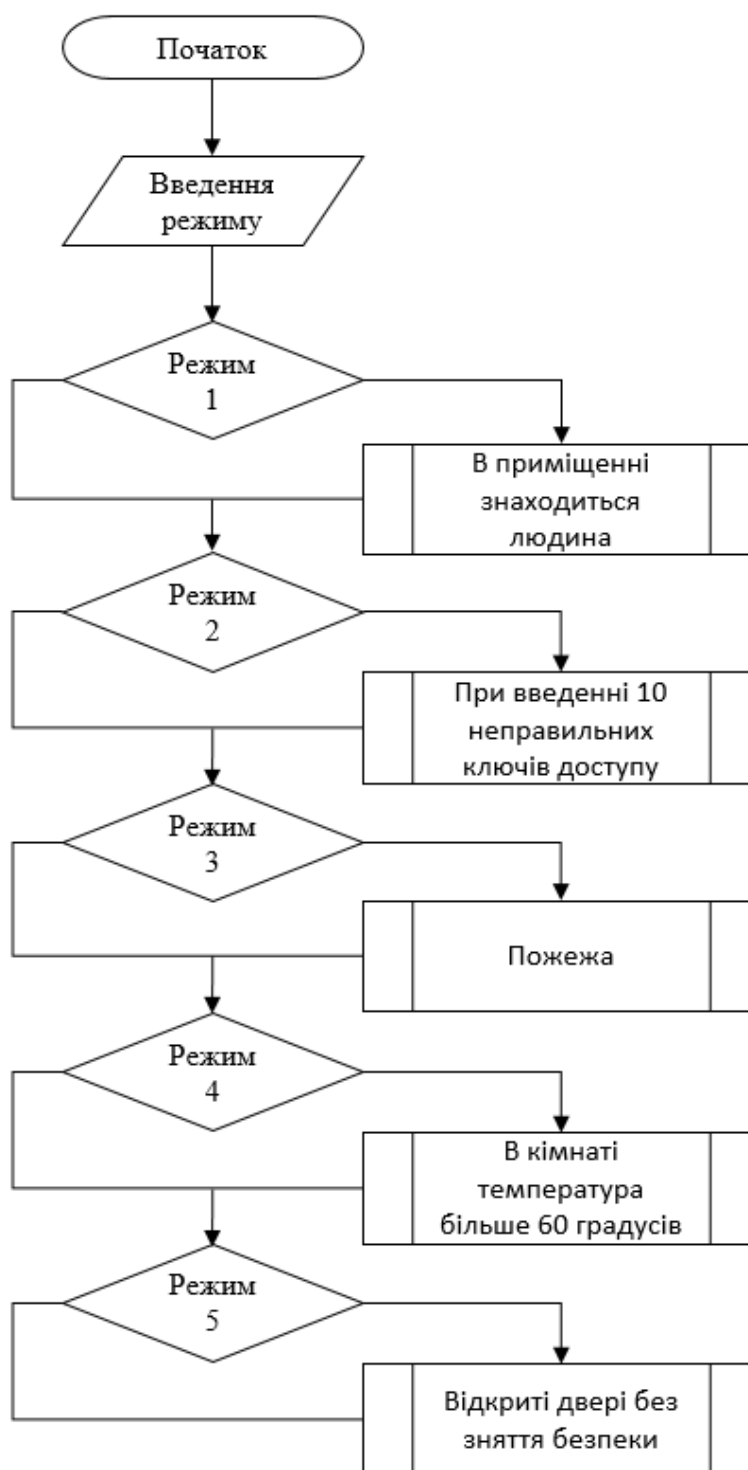


Рисунок 3.4 – Алгоритм роботи звукової індикації

Розробимо блок схему алгоритму роботи візуальної індикації яка має три режими: температури, вологості та угарного газу.

Блок схема алгоритму роботи візуальної індикації. Перевіряється особливі умови для різних режимів і в залежності від певних умов на індикаторе вказується та або інша інформація, важлива для кожного випадку. (див. рис. 3.5).

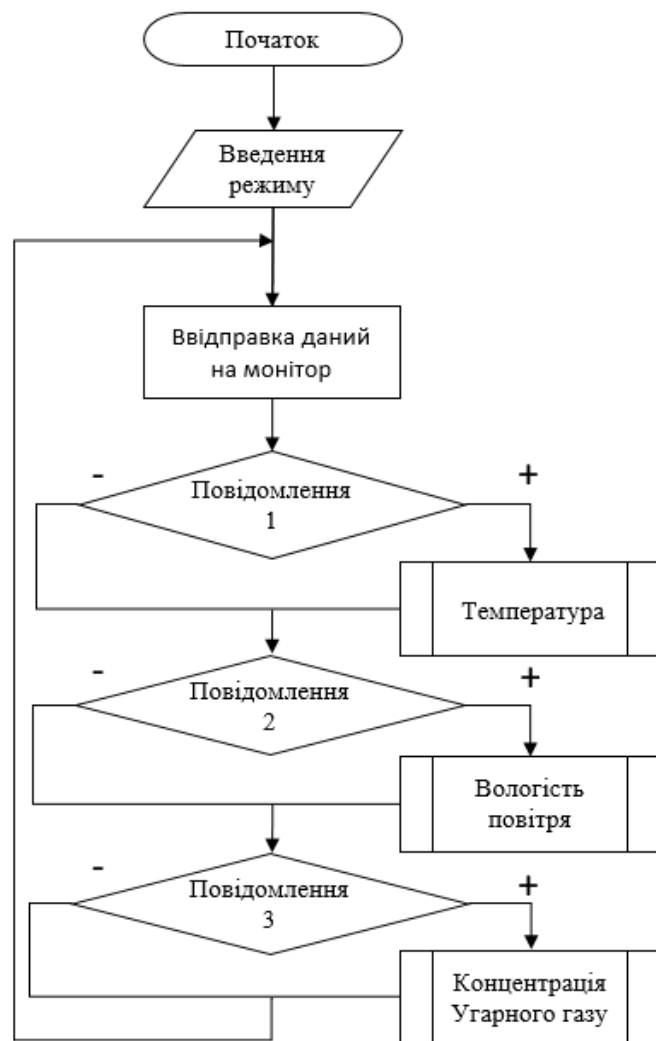


Рисунок 3.5 – Алгоритм роботи індикації повідомлень на дисплеї

Після цього розробимо схему підключення дисплею до Arduino та лістинг програми. (рис 3.6 – 3.7)

```

#include "OLED_I2C.h"
OLED myOLED(SDA, SCL, 8);

extern uint8_t Temperatura[];
extern uint8_t Vologist[];
extern uint8_t ugarnyy gaz[];

void setup() {
    myOLED.begin();
}

void loop() {

    myOLED.setFont(Temperatura);
    myOLED.print("F( Temperatura = \IC", CENTER, 25);
    myOLED.update();
    delay(2000);

    myOLED.setFont(Vologist);
    myOLED.print("F( Vologist = ", CENTER, 25);
    myOLED.update();
    delay(1000);

    myOLED.setFont(ugarnyy gaz);
    myOLED.print("F( ugarnyy gaz = %", CENTER, 25);
    myOLED.update();
    delay(2000);

}

```

Рисунок 3.6 – Лістинг програми підключення дисплею

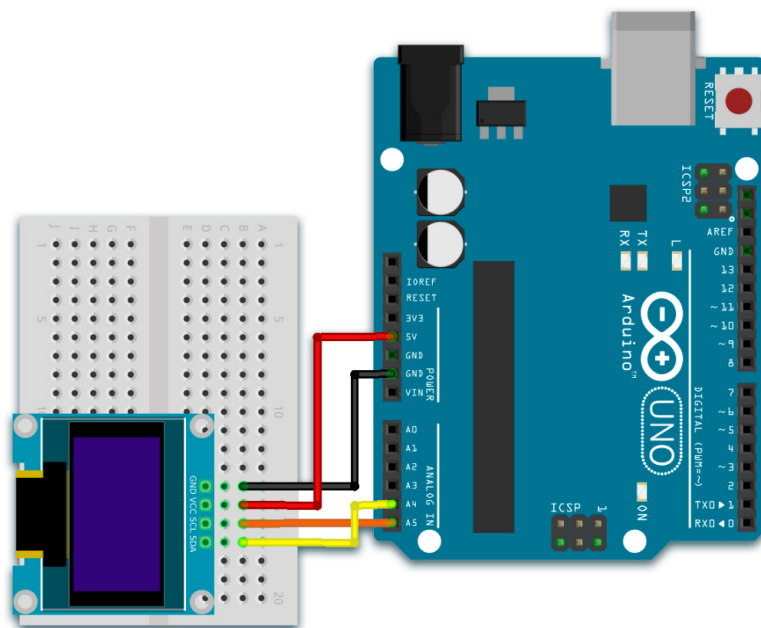


Рисунок 3.7 – Схема підключення дисплею до Arduino

Розробимо логику роботи яка зозволить вимірювати температура та вологу за допомогою датчика DHT-22, після чого буде відправляти данні на дисплей модуль (рис 3.8).

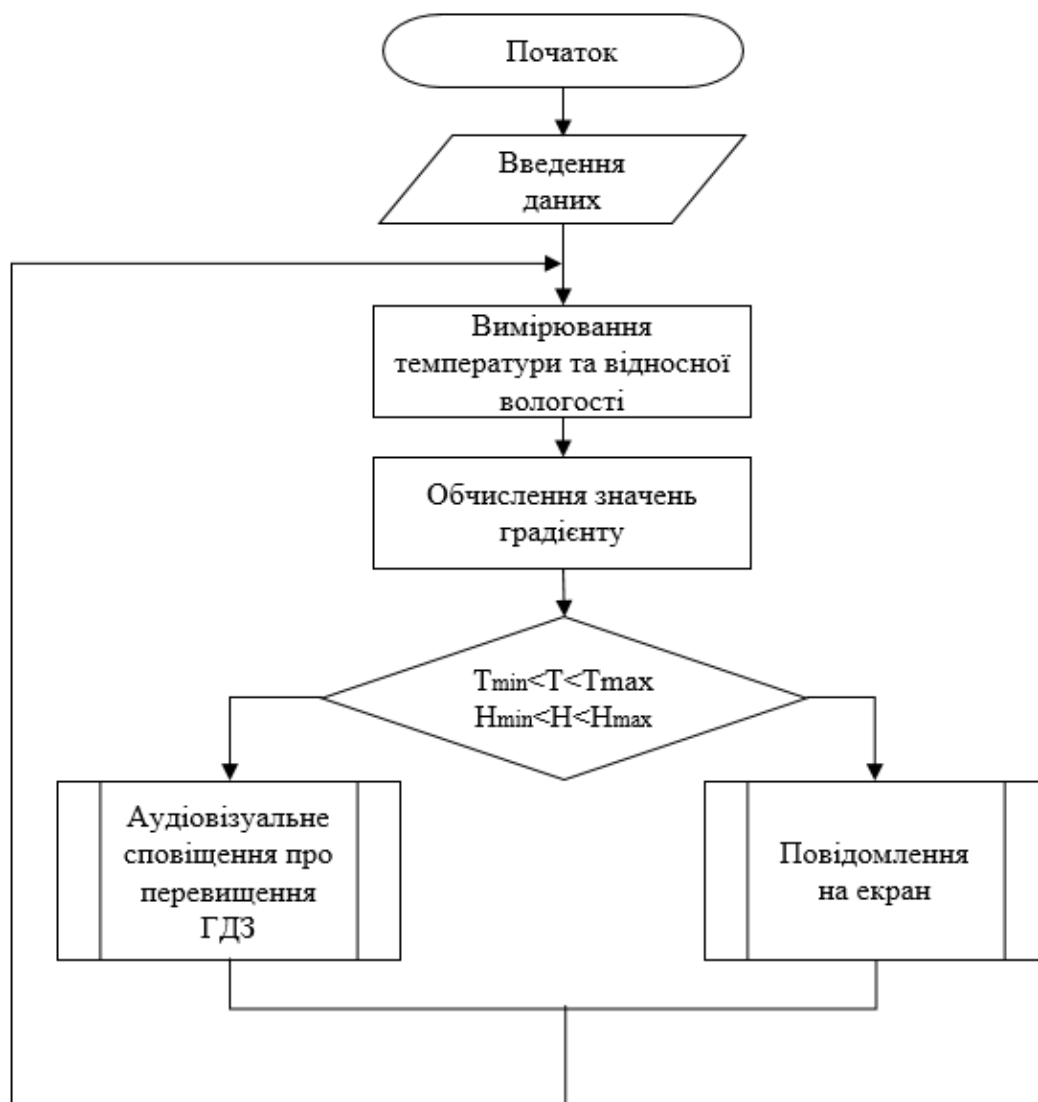


Рисунок 3.8 – Алгоритм роботи підсистеми моніторингу температури та вологості

Схема підключення датчика температури та вологи та лістинг програми вказаний на (рис. 3.9, 3.10)

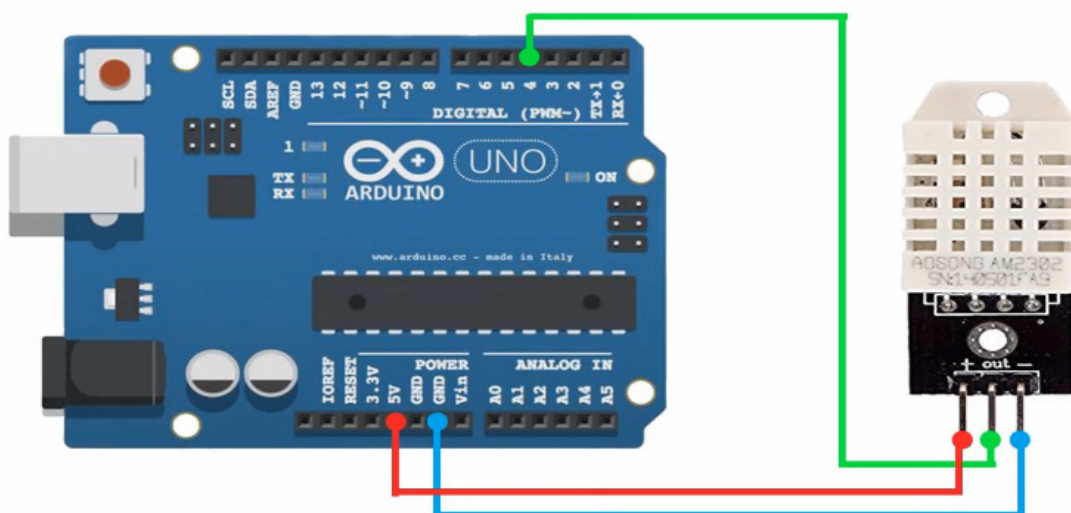


Рисунок 3.9– Схема підключення DHT22 к Arduino

```
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Test sensor DHT");
  dht.begin();
}

void loop() {
  // Wait a few seconds between measurements.
  delay(2000);
  float h = dht.readHumidity();
  // Read temperature as Celsius (the default)
  float t = dht.readTemperature();

  // Check if any reads failed and exit early (to try again).
  if (isnan(h) || isnan(t) ) {
    Serial.println("DHT Error");
    return;
  }
  Serial.println("Vlazhnost: ");
  Serial.print(h);
  Serial.print(" %\n");
  Serial.println("Temp: ");
  Serial.print(t);
  Serial.print(" *C\n");
}
```

Рисунок 3.10 – Лістинг програми моніторингу температури то вологи

### Блок схема роботи датчика руху

Коли датчик перебуває у стані спокою, обидва датчики визначають однакову кількість випромінювання. Коли людина проходить повз, він виходить за межі зони чутливості першого датчика, внаслідок чого на модулі датчика генеруються два різні значення випромінювання. Коли людина виходить із зони чутливості першого датчика значення вирівнюються (рис 3.11).

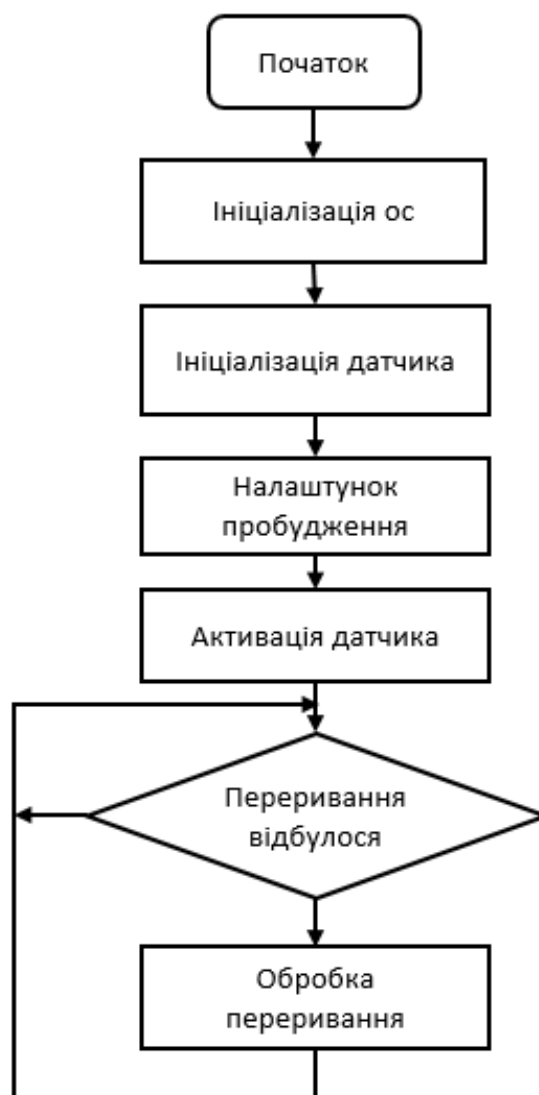


Рисунок 3.11 – Алгоритм роботи підсистема датчика руху



Наглядний приклад підключення датчику руху (рис 3.11).

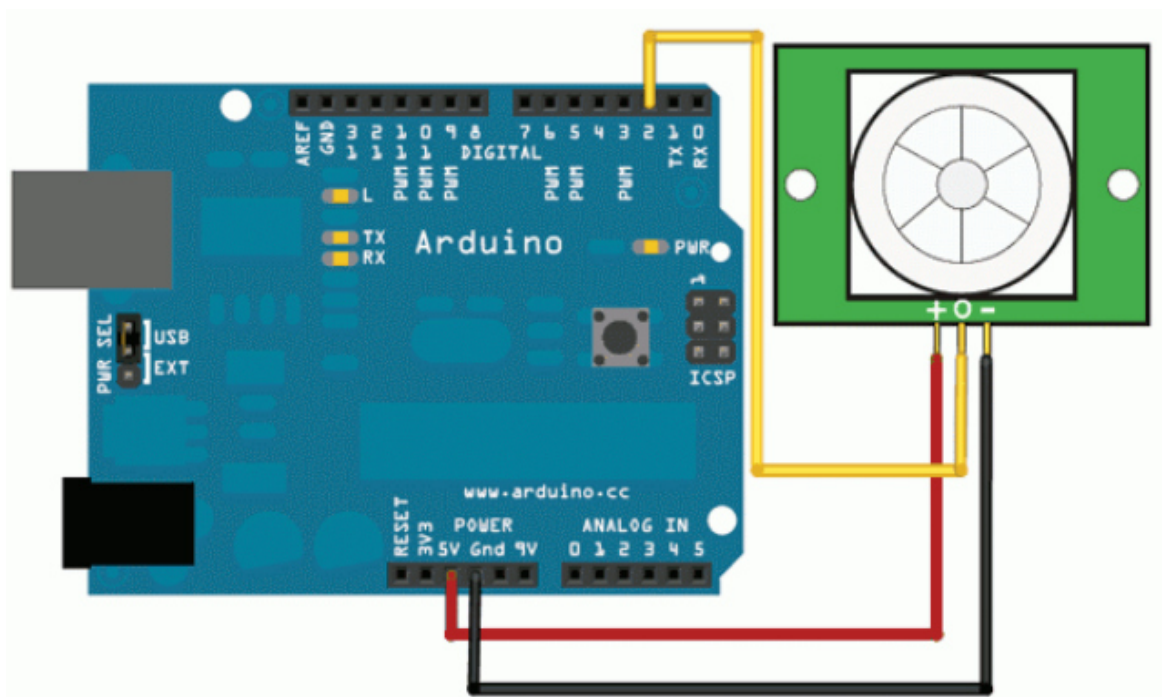


Рисунок 3.12 – Схема підключення датчика руху

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання бакалаврської роботи було розроблено пристрій на основі платформи Arduino для моніторингу експлуатаційних параметрів безпеки лабораторних приміщень. У першому розділі роботи було обґрунтовано необхідність розробки пристрою. З цією метою було проведено дослідження існуючих систем безпеки та управління доступом та виявлено функції, які реалізовані у пристрою моніторингу експлуатаційних параметрів безпеки лабораторних приміщень.

У другому розділі на підставі аналізу відомих рішень була розроблена функціональна схема та обґрунтовано вибір компонентів для реалізації всіх обраних функцій пристрою, що розробляється. Зроблено висновок про необхідність розробки пристрою з найменшою економічною вартістю.

У третьому розділі була розроблена первинна структурна схема пристрою, після чого розроблено електричну принципіальну схему пристрою та відповідне алгоритмічне забезпечення роботи електронного пристрою моніторингу експлуатаційних параметрів безпеки лабораторних приміщень.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Датчик температури [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://www.dacpol.eu/pl/Baza-Wiedzy/wpis/rodzaje-czujnikow-temperatury.html>
2. ГОСТ 30494-2011. Будівлі житлові і суспільні. Параметри мікроклімату в приміщеннях. Microclimate parameters for indoor enclosures, 2011. – 15 с
3. Датчики вологості [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://www.label.pl/po/czujnik-wilgotnosci.html>
4. Шепелев, М.С. Критерии выбора микроконтроллеров для разработки модулей модульных устройств / М.С. Шепелев // Молодой ученый. — 2016. — №9. — С. 88-91.
5. Датчик руху [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://www.conrad.pl/artykuly/guides/czujniki-ruchu>
6. Модуль реле [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://radiolis.pp.ua/arduino/31-pdkljuchaem-moshhnuju-nagruzku-k-arduino-cherez-rele-modul>
7. Пристрій моніторингу приміщення [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://netping.ru/products/uniping-server-solution/>
8. Пристрій моніторингу приміщення [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://netping.ru/products/netping-v5/>
9. Датчики диму [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/datchiki-dyima-naznachenie-vidyi-i-osobennosti/>
10. Стандартні модулі Arduino в навчальному процесі: Теорія і практика. Взаємодія із LabVIEW: навч. посіб. / В.В. Багрій, А.А. Зорі, С.К. Мещанінов, В.П. Тарасюк, О.А. Штепа; під заг. Редакцією А.А. Зорі. – Кам'янське: ДДТУ, ДВНЗ «ДНТУ», 2018. – 309 с.

11. Дисплей модуль [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://electrik.info/microcontroller/1496-kakie-byvayut-displei-dlya-arduino-i-kak-ih-podklyuchit.html>

12. Модуль RFID [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://lesson.iarduino.ru/page/urok-6-arduino-schityvaem-metki-rfid-modul-rc522/>

13. RFID Based Security and Access Control System / U.Farooq, Mahmood ul Hasan, M.Amar et al. // IACSIT International Journal of Engineering and Technology, Vol. 6, No.4, P.309-314, August 2014.

14. Ермаков, М.С. Разработка алгоритма калибровки и температурно-влажностного компенсирования показаний газового датчика на основе диоксида олова // М.С. Ермаков автоматизация процессов управления. 3(45) Научно-производственное объединение "Марс" г. Ульяновск 2016 С111-115.

15. Датчик MQ-7 [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf>

16. Контролер Акумулятора TP4065 [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://megavov.com.ua/p1289257956-plata-357-zaryadnoe.html>

17. Контролер HW-357 [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://klmaster.com/ua/catalog/hw-357-kontroller-zaryadki-s-povyshayushchim-preobrazovatelem-1028/>

18. Акумулятор ICR18650-22E [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://elemakku.hu/datasheets/Samsung%20ICR18650-22E.pdf>

19. Датчик температури та вологи DHT-22 [Електронний ресурс] - Режим доступу: [https://3v3.com.ua/product\\_7850.html](https://3v3.com.ua/product_7850.html)

20. Сучасні мікроконтролери в електронній та інформаційно-вимірювальній техніці: навч. посіб. / О.В. Вовна, А.А. Зорі, О.А. Штепа та ін. – Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2020. – 311 с.

21. Arduino [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://arduino.ua/cat130-arduino-original-italiya>

## ДОДАТОК А – Охорона праці та безпека під час надзвичайних ситуацій на підприємстві

До приміщення науково-дослідного відділу та організації робочого місця з обліком шкідливих виробничих факторів пред'являється ряд вимог. Приміщення, в якому знаходиться робоче місце з персональним комп'ютером, повинно мати природне освітлення, бажано з однобічним розміщенням світових прорізів, площа осклянілості яких не повинна перевищувати 25 % від площі стіни світових прорізів. Віконні прорізи в приміщенні з персональним комп'ютером повинні мати регульовані жалюзі чи занавіски або інші сонцезахисні пристрої. Не допускається розташування робочих місць з персональним комп'ютером у підвальних і цокольних поверхах. Робочі місця з персональними комп'ютерами рекомендується розміщувати в окремих приміщеннях. Площа на одного працюючого з персональним комп'ютером повинна складати 6 м<sup>2</sup>, об'єм – 20 м<sup>3</sup>. Неприпустиме розташування персонального комп'ютера, під час якого працюючий звернений обличчям або спиною до вікон чи кімнати задньої частини персонального комп'ютера, де монтуються вентилятори.

Забороняється застосовувати для обробки інтер'єра приміщень з персональними комп'ютерами полімерні матеріали (дерев'яностружечні плити, шпалери, що миються, плівкові та рулоні синтетичні матеріали, шаруватий паперовий пластик та ін.), що виділяються в повітря шкідливі хімічні речовини, що перевищують гранично допустимі концентрації, не включені до «Переліку дозволених, МЗ» 1977-1985 р.

У лабораторії вимірювальної техніки та науково-дослідної роботи робочі місця з персональними комп'ютерами розташовані від стіни з вікнами на відстані 1 м, відстань між столами 3 м. Екрани моніторів знаходяться від очей користувача на відстані 700 мм відповідно до СН 512-78, приміщення ( $S=21$  м<sup>2</sup>,

$V=73,5 \text{ м}^3$ ) дозволяє розташовувати більше 3 робочих місця.

Робочі місця в положенні сидячі відповідають вимогам ДСТ 12.2.032 – 78 та ДСТ 12.2.029 – 77. Поверхня робочого столу знаходиться на висоті 0,75 м від підлоги, розміри робочої поверхні стільниці складають 1050x590 міліметрів, розміри вільного простору для ніг під столом складає висота 650, глибина 550, ширина 450 міліметрів, відповідно. Робочий стілець оснащений підйомно-поворотним пристроєм, що забезпечує регуляцію висоти сидіння та спинки, пневматичним і гідравлічними амортизаторами та обладнанні підлокітниками.

#### А.1 Мікроклімат робочого місця

У приміщенні науково-дослідного відділу є джерела тепловиділення, тому необхідно визначити необхідні умови його вентилявання. Витрати повітря в приміщенні з додатковим тепловиділенням визначаються за формулою:

$$L = \frac{Q_{\text{над}}}{c \cdot p \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}, \quad (\text{А.1})$$

де  $Q_{\text{над}}$  – надлишкове виділення тепла в робочому приміщенні, ккал/год.;

$c$  – теплоємність повітря (0,237 ккал/кг);

$p$  – об'ємна вага повітря (1,226 кг/м<sup>3</sup>);

$t_{\text{в}}$  – температура витяжного повітря (30°C);

$t_{\text{н}}$  – температура приточного повітря (20°C).

Розраховується надлишкове надходження тепла за формулою:

$$Q_{\text{НАД}} = Q_{\text{УСТ}} + Q_{\text{ПЕР}} + Q_{\text{ОСВ}} + Q_{\text{СР}}, \quad (\text{A.2})$$

де  $Q_{\text{УСТ}}$  – виділення тепла від устаткування;

$Q_{\text{ПЕР}}$  – виділення тепла від персоналу;

$Q_{\text{ОСВ}}$  – надходження тепла від електричного освітлення;

$Q_{\text{СР}}$  – надходження тепла від сонячної радіації через вікна.

Визначається виділення тепла від устаткування за формулою:

$$Q_{\text{УСТ}} = P \cdot K_a \cdot K_6 \cdot 860, \quad (\text{A.3})$$

де  $P$  – сумарна потужність устаткування, кВт/год;

$K_a$  – коефіцієнт установленної потужності (0,95);

$K_6$  – коефіцієнт одночасної роботи (1,0).

$$\begin{aligned} Q_{\text{УСТ}} &= [x_1 \cdot k_1 + x_2 \cdot k_2 + x_3 \cdot k_3 + x_4 \cdot k_4 + x_5 \cdot k_5 + x_6 \cdot k_6 + x_7 \cdot k_7 + \\ &+ x_8 \cdot k_8 + x_9 \cdot k_9] \cdot K_a \cdot K_6 \cdot 860 = \\ &= [1 \cdot 0,5 + 1 \cdot 0,1 + 1 \cdot 0,07 + 2 \cdot 0,4 + 1 \cdot 0,06 + 1 \cdot 0,05 + 1 \cdot 0,6 + 4 \cdot 0,15 + \\ &+ 1 \cdot 3,5] \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 860 = 5131 \text{ ккал/год.} \end{aligned}$$

Визначається виділення тепла від обслуговуючого персоналу за допомогою формули:

$$Q_{\text{ПЕР}} = n \cdot g = 2 \cdot 100 = 200 \text{ ккал/год}, \quad (\text{A.4})$$

де  $n$  – кількість працюючих;

$g$  – кількість тепла, що виділяє один працівник за годину (100 ккал/год.).

Визначається надходження тепла від електричного освітлення за формулою:

$$Q_{\text{осв}} = E_{\text{м}} \cdot g_1 \cdot S = 300 \cdot 0,05 \cdot 21 = 315 \text{ ккал/год}, \quad (\text{A.5})$$

де  $E_{\text{м}}$  – нормована освітленість для зорової роботи, величина якої дорівнює 300 лк;

$g_1$  – питоме тепловиділення на 1 м<sup>2</sup> підлоги під час освітленості в 1 лк (для люмінесцентних ламп – 0,05 ккал/год.);

$S$  – площа приміщення, м<sup>2</sup>.

Визначається надходження тепла від сонячної радіації через вікна за формулою:

$$Q_{\text{ср}} = F \cdot g_2 \cdot K_{\text{осл}} = 7,5 \cdot 65 \cdot 0,4 = 195 \text{ ккал/год}, \quad (\text{A.6})$$

де  $F$  – площа віконних прорізів (3 x 2,5=7,5 м<sup>2</sup>);

$g_2$  – кількість тепла, що надходить через 1 м<sup>2</sup> віконного прорізу (65 ккал/год.);

$K_{\text{осл}}$  – коефіцієнт ослаблення, приймається 0,4.

Визначається кількість надлишкового тепла:

$$Q_{\text{над}} = Q_{\text{уст}} + Q_{\text{пер}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{ср}} = 5131 + 200 + 315 + 195 = 5841 \text{ ккал/год.}$$

Визначаються витрати повітря в приміщенні:

$$L = \frac{Q_{\text{над}}}{c \cdot p \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})} = \frac{5848}{0,237 \cdot 1,226 \cdot (30 - 20)} = 2010 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Існуюча в наявності система кондиціонування та вентилявання має продуктивність 2200 м<sup>3</sup>/год., що задовольняє необхідним нормативам.



Параметри мікроклімату на робочих місцях регламентуються ДНАОП 0.03.3.15 – 86 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень № 4088–86». Відповідно доданих санітарних норм температура повітря, швидкість руху повітря та відносна вологість у холодні періоди року повинна складати (22 – 24) градуса за Цельсієм, 0,1 метра в секунду та (40 – 60) %, відповідно. Під час збереження всіх параметрів можливе коливання температури від 21 до 25 градусів Цельсія. У теплі періоди року температура повітря повинна складати (23 – 25) градусів Цельсія, швидкість руху повітря (0,1 – 0,2) метрів в секунду, вологість (40 – 60) %. Температура може коливатися від 22 до 26 градусів Цельсія під час збереження всіх інших параметрів мікроклімату. Вище зазначені норми цілком відповідають фактичним даним приміщення лабораторії вимірювальної техніки та науково-дослідним відділом.

А.2.2 Розрахунок системи загального рівномірного освітлення з лампами розжарювання для приміщення, в якому використовуються зорові роботи високої точності

Розміри приміщення: довжина ( $a=6$  м), ширина ( $b=3,5$  м), висота ( $H=3,5$  м). Приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття  $P_{\text{стелі}} = 70$  %,  $P_{\text{стін}} = 50$  %. Висота робочих поверхонь (столів)  $h_p = 0,7$  м. Для освітлення прийнято світильники типу УПМ-15, що розташовано на стелі, відстань від світильника до стелі  $h_c = 0,4$  м. Мінімальна освітленість за нормами  $E=200$  лк.

1) Визначається висота підвісу світильників над підлогою:

$$h_0 = H - h_c = 3,5 - 0,4 = 3,1 \text{ м.}$$

Для світильників загального освітлення з лампами розжарювання

потужністю до 200 Вт мінімальна висота підвісу над підлогою відповідно до СНІП П-4-79 повинна бути в межах (2,5 – 4,0) м, залежно від характеристики світильника. Освітлення лабораторії вимірювальної техніки та науково-дослідного відділу відповідає цій вимозі.

2) Визначається висота підвісу світильника над робочою поверхнею:

$$h = h_0 - h_p = 3,1 - 0,7 = 2,4 \text{ м.}$$

Рівномірність освітлення досягається під час відповідного співвідношення відстані між світильниками ( $L$ ) та висоти їх підвісу ( $h$ ).

3) Визначається рекомендована відстань між світильниками:

$$L = 0,7 \cdot h = 0,7 \cdot 2,4 = 1,68 \text{ м.}$$

4) Розраховується необхідна кількість світильників:

$$N = \frac{a \cdot b}{L^2} = \frac{6 \cdot 3,5}{1,68^2} = 7,4.$$

Приймається 8 світильників, з обліком розмірів приміщення вони розташовуються у два ряди по 4 штуки.

5) Світловий потік лампи світильника ( $\Phi_{\text{л}}$ ) визначається за формулою:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta},$$

де  $E$  – нормативна освітленість, лк;

$K_3$  – коефіцієнт запасу, який враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп;

$S$  – площа приміщення, що освітлюється,  $\text{м}^2$ ;

$Z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення для ламп розширювання (1,15);

$N$  – кількість світильників;

$n$  – кількість ламп у світильнику;

$\eta$  – коефіцієнт використання світового потоку, що визначається за світлотехнічними таблицями залежно від показника приміщення ( $i$ ) та коефіцієнтів відбиття стін і стелі.

6) Визначається показник приміщення:

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{6 \cdot 3,5}{3,5 \cdot (6 + 3,5)} = 2,21.$$

Коефіцієнт використання  $\eta = 0,48$  для світильника УПМ-15 ( $i = 2,5$ ,  $P_{\text{стелі}} = 70\%$ ,  $P_{\text{стін}} = 50\%$ )

Світловий потік одного світильника, а значить і лампи, оскільки за конструктивним виконанням у світильнику цього типу встановлена лише одна лампа, дорівнює:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E \cdot S \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 21 \cdot 1,15}{6 \cdot 1 \cdot 0,48} = 1677 \text{ лм.}$$

9) обирається лампа Б-150 потужністю 150 Вт, світловий потік якої дорівнює 2000 лм. Хоча це значення на 19,2 % більше розрахованого, проте не перевищує встановлену норму ( $-0\% < \Phi_{\text{л}} < +20\%$ ). Сумарна електрична потужність усіх світильників, встановлених у приміщенні становить:

$$P_{\text{св}} = P \cdot N = 150 \cdot 8 = 1200 \text{ Вт.}$$