

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
бакалавра

на тему: **Дослідження методів візуалізації інформації в
комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних системах**

Виконав: студент 4 курсу, групи МТ-3
Спеціальності: 152 «Метрологія та
інформаційно-вимірювальна техніка»

Сорочинський Д.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н, професор, завідувач кафедри
М та ІВТ Подчашинський Ю.О.

(науковий ступінь, вчене звання, посада, прізвище та ініціали)

Рецензент: к.т.н., доцент, доцент кафедри
РЕА ім. проф. Б.Б. Самотокіна

Гуменюк А.А.

(науковий ступінь, вчене звання, посада, прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
Кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки

Спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри метрології та
інформаційно-вимірювальної техніки
д.т.н., професор Подчашинський Ю.О.

« 18 » квітня 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

Студент Сорочинський Дмитро Олександрович

1. Тема роботи: Дослідження методів візуалізації інформації в
комп'ютеризованих інформаційно-вимірюваних системах.

Керівник роботи: д.т.н., професор, завідувач кафедри М та ІВТ
Подчашинський Ю.О.

затверджена наказом по університету від « 18 » квітня 2024 р. № 140/с

2. Термін здачі закінченої роботи на кафедру « 20 » червня 2024р.

3. Вихідні дані до роботи Вимірювання тиску, температури, вміст вуглекислого
газу, вологості та виведення виміряних даних на дисплей

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці)
Технічне завдання, огляд та аналіз літературних джерел, розробка структурної
схеми, розробка принципової схеми, конструкторська частина, розробка
алгоритму та програми роботи системи, розрахунок метрологічних
характеристик, оцінка показників надійності роботи системи, безпека
життєдіяльності та охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним визначенням обов'язкових креслень)
структурна схема, електрична принципова схема, перелік елементів, топологія
друкованої плати, блок-схема алгоритму роботи системи

6. Консультанти з кваліфікаційної роботи бакалавра із зазначенням розділів роботи, що їх стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Узгодження технічного завдання	20.04.24 – 27.4.24	
2	Огляд та аналіз методів візуалізації інформації	28.04.24-03.05.24	
3	Розробка структурної схеми	04.05.24-10.05.24	
4	Розробка електричної принципової схеми	11.05.24-16.05.24	
5	Розробка топології друкованої плати	17.05.24-23.05.24	
6	Розробка алгоритму та програми системи	24.05.24-29.05.24	
7	Розрахунок метрологічних характеристик	30.05.24-05.06.24	
8.	Розрахунок надійності	06.06.24-14.06.24	
9	Оформлення пояснювальної записки та презентаційного матеріалу	15.06.24-19.06.24	

Студент

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

Сорочинський Д.О.

(прізвище та ініціали)

Подчашинський Ю.О.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота на тему «Дослідження методів візуалізації інформації в комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних системах» містить 60 сторінок, 35 рисунків, 4 таблиці, 10 формул, 17 джерел.

В дипломній роботі розроблено комп'ютеризовану систему на базі ардуіно нано для вимірювання параметрів мікроклімату та виведення даних на дисплеї

Ключові слова: візуалізація інформації, дисплей, комп'ютеризована система.

ABSTRACT

The thesis on the topic "Investigation of information visualization methods in computerized information and measurement systems" contains 60 pages, 35 figures, 4 tables, 9 formulas, 17 sources.

In the thesis, a computerized system based on arduino nano was developed for measuring microclimate parameters and displaying data on the display

Keywords: information visualization, display, computerized system.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1.ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ.....	7
2.ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	8
2.1. Застосування візуалізації інформації в комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних системах.....	8
2.2. Пристрій для візуалізації інформації в КІВС.....	9
2.3. Готові КІВС з візуалізаційним елементом.....	11
2.4. Висновки до розділу.....	14
3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ.....	15
3.1. Обґрунтування технічних рішень.....	15
3.2. Обґрунтування вибору мікроконтролера.....	15
3.3. Обґрунтування вибору дисплея.....	19
3.4. Обґрунтування вибору датчика.....	23
3.5. Обґрунтування блока живлення.....	24
3.6. Розробка структурної схеми.....	24
4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ.....	26
4.1. Вибір мікроконтролеру.....	26
4.2. Вибір дисплеїв.....	27
4.3. Вибір барометричного датчика.....	31
4.4. Вибір датчику вуглекислого газу CO ₂	32
4.5. Вибір блока живлення.....	33
4.6. Принципова схема.....	34
5. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	37
5.1. Компонування друкованої плати.....	37
6. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ТА ПРОГРАМИ РОБОТИ СИСТЕМИ.....	41
6.1. Розробка алгоритму.....	41
6.2. Розробка програми.....	42
6.3. Розрахунок похибок вимірювання.....	44
7. ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ.....	47
8. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ.....	50
8.1. Охорона праці.....	50
8.2. Розробка заходів з охорони праці.....	51
8.3. Пожежна безпека приміщення.....	52
8.4. Нормування шкідливих речовин в повітрі робочої зони.....	52
ВИСНОВКИ.....	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	55
ДОДАТКИ.....	57

					МММТ.480.014.019 – ПЗ					
Вим	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Сорочинський Д. О.			Дослідження методів візуалізації інформації в комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних системах			Лім.	Лист	Листів
Перевір.		Подчашинський Ю. О.								
Реценз.										
Н. Контр.								Державний університет «Житомирська політехніка», гр. МТ-3		
Затверд.										
					Пояснювальна записка					

ВСТУП

У сучасному світі розвиток технологій та інформаційних систем відіграє ключову роль у багатьох галузях науки, техніки, промисловості та повсякденного життя. Однією з найважливіших складових таких систем є комп'ютеризовані інформаційно-вимірювальні системи (KIVC), які забезпечують збір, обробку та аналіз даних з метою підтримки прийняття рішень, моніторингу та контролю. Одним із критично важливих аспектів ефективної роботи цих систем є візуалізація інформації.

Візуалізація інформації в KIVC дозволяє перетворювати великі обсяги складних даних у зрозумілі, інтуїтивно сприйнятні форми. Це сприяє швидшому та точнішому розумінню суті даних, виявленню закономірностей та аномалій, а також покращенню процесу прийняття рішень.

Зростання обсягів даних та підвищення складності систем вимагають постійного удосконалення методів візуалізації, що робить дану тему надзвичайно актуальною.

Метою даного дипломного проекту є розробка пристрою для дослідження методів візуалізації інформації у KIVC, аналіз їх ефективності та практичного застосування, а також розробка рекомендацій щодо оптимізації візуалізаційних процесів.

Для виконання мети будуть виконані такі завдання:

- Розглянути існуючі пристрою візуалізації інформації ;
- Розробка KIVC візуалізації інформації параметрів мікроклімату в будинку на базі контролера Arduino
 - Розробка пристрою структурної схеми;
 - Розробка принципової схеми;
 - Розробка друкованої плати;
 - Розробка блок-схеми алгоритму та програми;
 - Розрахунок надійності та похибок.

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	рк.
Змн.	Арк.	докум.	Підпис	Дата		6

1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1.1. Підстава для розробки, призначення та галузь застосування

Підставою для розробки є завдання на дипломне проектування.

Система призначена для збору та візуалізації вимірювальної інформації.

Потрібно розробити структурну схему системи та вибрати елементну базу, розробити електричну принципову схему системи збору та візуалізації вимірювальної інформації. Розробити програмно-алгоритмічне забезпечення та оцінити точність системи вимірювання.

Початок розробки – квітень 2024 р. Кінець розробки – червень 2024 року.

1.2. Умови експлуатації

- Робоча напруга, В: 3-5;
- Робочий струм, мА: близько 20;
- Температура зовнішнього середовища від 0 до +50 °С
- Відносна вологість не більше 80%
- Атмосферний тиск 600-800 мм. рт. ст.
- Характер роботи неперервний

1.3. Вимоги до технічних характеристик

- Об'єкт управління – комп'ютеризована система вимірювання
- Елементи системи вимірювання: блок живлення, мікроконтролер, датчики ВМЕ280, МН-Z19В та дисплей
- Комп'ютеризована система шляхом опитування повинна вимірювати: температуру, вологість, тиск, вміст вуглекислого газу та виводити дані на дисплей LCD 2004, OLED дисплей та монітор комп'ютера.
- Точність вимірювання 0,6°С
- Джерело живлення + 5 В постійного струму
- Габарити друкованих плат: 133 x 95 мм та 71 x 60 мм;

Надійність системи складає не менше 14500 годин.

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

2.1. Застосування візуалізації інформації в комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних системах

Візуалізація інформації відіграє ключову роль у комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних системах (КІВС), оскільки дозволяє ефективно представити дані, зробити їх доступними для аналізу та прийняття рішень. Основні області застосування візуалізації інформації в КІВС включають:

1. Моніторинг та контроль:

- Процеси в промисловості: Візуалізація даних на моніторах та інтерактивних панелях допомагає операторам відстежувати стан виробничих процесів, контроль параметрів, таких як температура, тиск, вологість, швидкість потоку та інші.

- Енергетика: Моніторинг споживання енергії, стану обладнання, ефективності роботи електростанцій та інших енергетичних об'єктів за допомогою графіків, діаграм та інших візуальних засобів.

2. Медичні системи:

- Діагностика: Візуалізація даних медичних досліджень (наприклад, рентгенівських знімків, МРТ, УЗД) на екранах комп'ютерів та інших пристроях допомагає лікарям швидко оцінити стан пацієнта.

- Моніторинг стану пацієнтів: Відображення життєво важливих показників (пульс, артеріальний тиск, насиченість киснем) у реальному часі на моніторах у палатах інтенсивної терапії.

3. Екологічний моніторинг:

- Контроль якості повітря і води: Візуалізація даних про рівень забруднення, концентрацію шкідливих речовин, зміни в екологічній ситуації на інтерактивних картах, графіках та діаграмах.

- Метеорологічні системи: Відображення погодних умов, прогнозів та кліматичних змін за допомогою географічних інформаційних систем (ГІС).

4. Наукові дослідження:

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Аналіз даних експериментів: Візуалізація результатів наукових досліджень у вигляді графіків, діаграм, тривимірних моделей для спрощення аналізу та інтерпретації даних.

Загалом, візуалізація інформації в КІВС дозволяє перетворювати великі обсяги даних на зрозумілі та наочні форми, що значно підвищує ефективність прийняття рішень, управління процесами та забезпечення безпеки.[14]

2.2. Пристрій для візуалізації інформації в КІВС

Для візуалізації інформації в комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних системах (КІВС) використовуються різноманітні прилади, що дозволяють ефективно представити вимірювальні дані та результати обробки.

Ось основні з них:

Монітор - електронний пристрій для відображення інформації. Пристрій, призначений для відтворення відеосигналу і візуального відображення інформації, отриманої від комп'ютера. Вони можуть бути різних розмірів та роздільних здатностей, забезпечуючи чітке та детальне відображення інформації.[6]



Рисунок 2.1 – Приклад монітора

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Панель приладів - це інтерактивний інформаційний засіб, який надає компактний та візуальний огляд важливих даних, метрик, показників чи статистики в одному місці. Використовується для управління чи аналізу ключових показників продуктивності, ефективності тощо. Дашборди зазвичай містять графіки, діаграми, таблиці, числові показники та інші елементи візуалізації даних, що допомагають користувачам швидко сприймати та аналізувати інформацію.

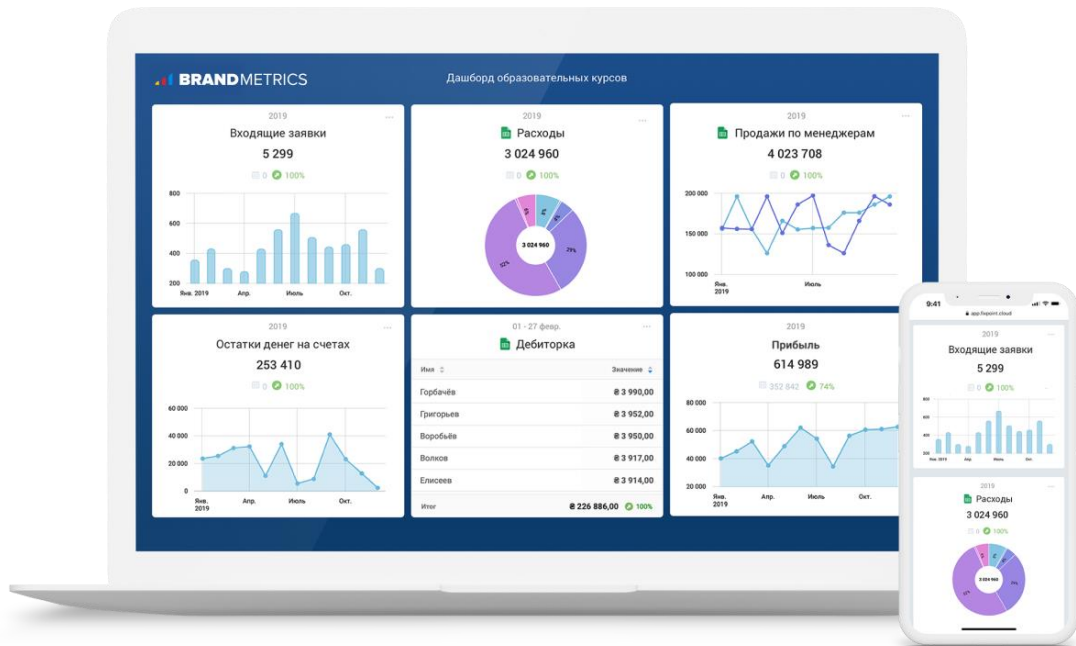


Рисунок 2.2 – Приклад панелі приладів

Проектор — це світловий прилад, що перерозподіляє світло лампи з концентрованим світловим потоком на поверхню малого розміру або у малому тілесному куті. Проектори є, в основному, оптико-механічними або оптично-цифровими приладами, що дозволяють за допомогою джерела світла, проєктувати зображення об'єктів на поверхню, розташовану поза приладом — екран. Поява проєкційних апаратів зумовила виникнення кінематографу, який належить до проєкційного мистецтва



Рисунок 2.3 – Приклад проектора

2.3. Готові КІВС з візуалізаційним елементом

Осцилографи – надзвичайно важливий інструмент для фахівця, який займається розробками, виробництвом чи ремонтом електронного обладнання. У сучасному світі інженерам потрібні найефективніші прилади для вирішення завдань вимірювань швидко і з високою точністю. Виконуючи роль «всевидячого ока» інженера, осцилограф є ключем у вирішенні складних завдань отримання достовірних даних від об'єкта під тестуванням.

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.4 – Приклад осцилографа

Аналізатори спектру (або спектроаналізатори) були придумані в Європі в першій половині минулого століття – коли бурхливо розвивалося радіомовлення та пов’язані з ним сфери. Перші пристрої важили кілька десятків кілограм, і склалися з великої кількості ламп. Зараз такі прилади застосовують для багатьох галузей – від звукозапису до мобільного зв’язку. Вловлювати сигнал вони можуть через спеціальний кабель, або своєю антеною. Після обробки прилад виводить інформацію на дисплей з каліброваного сіткою. Показання аналізатора можна зберігати – щоб відстежувати, як вони змінювалися

Логічний аналізатор — електронний пристрій, який може записувати і відображати послідовності цифрових сигналів. Він може використовуватись для тестування і відладки цифрових електронних схем, наприклад при проектуванні компонентів комп’ютерів та управляючих електронних пристроїв. На відміну від осцилографів, логічні аналізатори мають значно більше входів (здебільшого від 8 до декількох сотень)

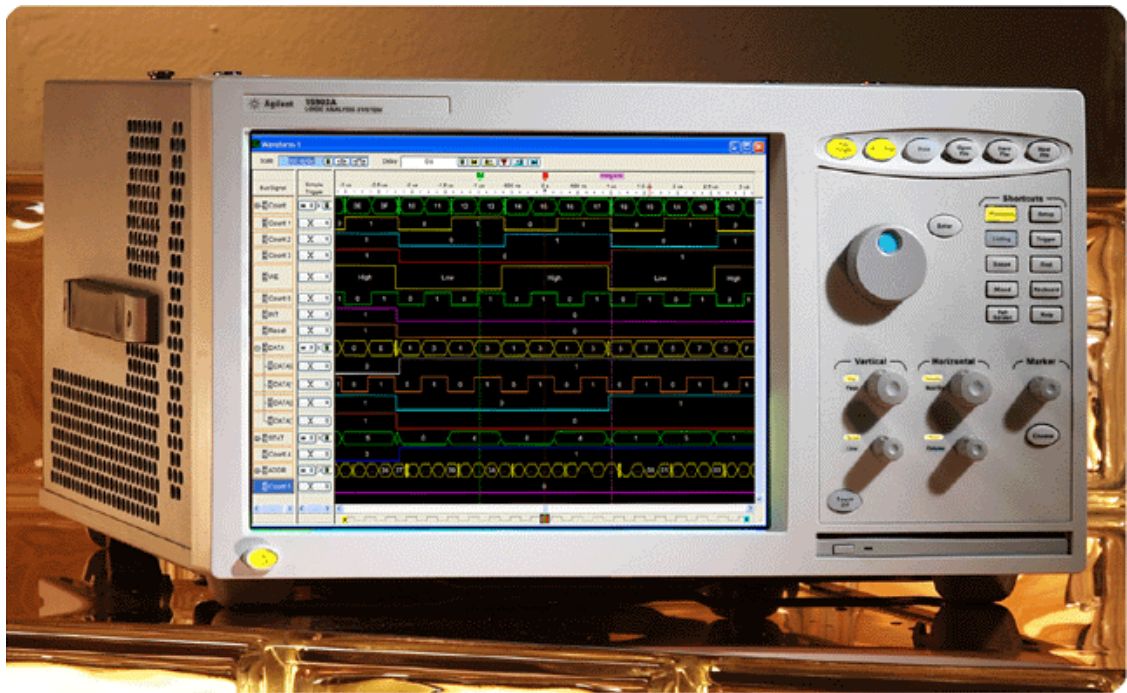


Рисунок 2.5 – Приклад логічного аналізатора

Термографічні камери – тепловізори – реєструють випромінювання в інфрачервоному діапазоні електромагнітного спектра і на цій основі створюють термографічні зображення. Тепловізор (інфрачервона камера) — оптико-електронний прилад для візуалізації температурних полів та вимірювання температури.



Рисунок 2.6 – Приклад термографічної камери

Домашні метеостанції - це багатофункціональний пристрій, призначений для вимірювання та відображення різних метеорологічних даних. Родоначальниками побутових метеостанцій є звичайні барометри. Функціональність домашньої метеостанції схожа з метеорологічною

станцією, тільки обробляється набагато менше даних, які надходять із одного або декількох датчиків, установлюваних за вікном і в інших приміщеннях. Домашні метеостанції показують температуру в приміщенні, температуру поза приміщенням, вимірюють вологість, атмосферний тиск і виходячи з обробки процесором отриманих даних формують прогноз погоди на добу.



Рисунок 2.7 – Приклад термографічної камери

2.4. Висновки до розділу

У розділі наведено пристрої які використовують для візуалізації інформації, а також готові КІВС які візуалізують вимірювану інформацію. Найпоширенішим пристроєм для візуалізації інформації є монітор.

3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ

3.1. Обґрунтування технічних рішень

Було вирішено розробити проект комп'ютеризованої інформаційно - вимірювальної системи візуалізації інформації параметрів мікроклімату в будинку на базі контролера Arduino.

Даний контролер було обрано через ряд технічних особливостей:

- Має зручний розмір;
- З його допомогою можна створювати та керувати абсолютно різними проектами;
- Порівняно простий у використанні.

3.2. Обґрунтування вибору мікроконтролера

Arduino - це інструмент для проектування електронних пристроїв (електронний конструктор) більше взаємодіючих з навколишнім фізичним середовищем, ніж стандартні персональні компютери, які фактично не виходять за рамки віртуальності. Ця платформа призначена для побудови фізичних систем шляхом використання програмних та апаратних засобів, які можуть сприймати та реагувати на зміни в навколишньому середовищі. Arduino застосовується для створення електронних пристроїв з можливістю прийому сигналів від різних цифрових і аналогових датчиків, які можуть бути підключені до неї, і управління різними виконавчими пристроями. Проекти пристроїв, засновані на Arduino, можуть працювати самостійно або взаємодіяти з програмним забезпеченням на компютері.[17]

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.А
						15
Змн.	Арк.	№ докум.№	Підпис	Дата		

Arduino — торгова марка апаратно-програмних засобів для побудови та прототипування простих систем, моделей та експериментів у галузі електроніки, автоматики, автоматизації процесів та робототехніки.

Програмна частина складається з безкоштовної програмної оболонки (IDE) для написання програм, їх компіляції та програмування апаратури. Апаратна частина є набором змонтованих друкованих плат, що продаються як офіційним виробником, так і сторонніми виробниками. Цілком відкрита архітектура системи дозволяє вільно копіювати або доповнювати лінійку продукції Arduino.

Використовується як для створення автономних об'єктів, так і підключення до програмного забезпечення через дротові та бездротові інтерфейси.

Програмування ведеться повністю через власну безкоштовну програмну оболонку Arduino IDE. У цій оболонці є текстовий редактор, менеджер проектів, препроцесор, компілятор та інструменти для завантаження програми у мікроконтролер. Оболонка написана Java на основі проекту Processing, працює під Windows, Mac OS X і Linux. Використовується комплект бібліотек Arduino (за ліцензією LGPL)

Мова програмування Arduino називається Arduino C і є мовою C++ з фреймворком Wiring, вона має деякі відмінності в частині написання коду, який компілюється і збирається за допомогою avr-gcc, з особливостями, що полегшують написання працюючої програми — є набір бібліотек, що включає функції та об'єкти. При компіляції програми IDE створює тимчасовий файл із розширенням «*.cpp».

Програми, написані програмістом Arduino, називаються начерки або скетчі (транслітерація від англ. sketch) і зберігаються у файлах із розширенням «*.ino». Ці файли перед компіляцією обробляються препроцесором Ардуїно. Також існує можливість створювати та підключати до проекту стандартні файли C++.

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Програміст повинен написати дві обов'язкові для Arduino функції `setup()` та `loop()`. Перша викликається одноразово при старті, друга виконується у нескінченному циклі.

У текст своєї програми (скетчу) програміст ні вставляти заголовні файли використовуваних стандартних бібліотек. Ці заголовні файли додасть препроцесор Arduino відповідно до конфігурації проекту. Однак користувацькі бібліотеки потрібно вказувати.

Менеджер проекту Arduino IDE має нестандартний механізм додавання бібліотек. Бібліотеки у вигляді вихідних текстів на стандартному C++ додаються до спеціальної папки в робочому каталозі IDE. Назва бібліотеки додається до списку бібліотек у меню IDE. Програміст відзначає необхідні бібліотеки, і вони вносяться до списку компіляції.

Arduino IDE не пропонує жодних налаштувань компілятора та мінімізує інші налаштування, що спрощує початок роботи для новачків та зменшує ризик виникнення проблем; але є директиви препроцесора, такі як `#define`, `#include` та багато інших.

Випускаються окремі плати зменшених габаритів – Nano, Nano Every та Micro – у габариті DIP-корпусів мікросхем. Вони призначені для встановлення в макетні плати. Плат розширення їм немає.

Пізніше випущена лінійка Arduino MKR у схожому конструктиві. До них є невеликий набір плат розширення периферії.

У класичній лінійці пристроїв Arduino в основному використовуються мікроконтролери Atmel AVR. Наступні МК можна зустріти на вказаних розповсюджених платах:

ATmega2560 (16 МГц, 256 Kb Flash, 8 Kb RAM, 54 порти, з них до 15 з ШІМ та 16 АЦП) - плати Mega.

ATmega32U4 (16 МГц, 32 Kb Flash, 2,5 Kb RAM, 20 портів, з них до 7 з ШІМ та 12 АЦП). Плати Leonardo, Micro, Yun.

ATmega328 (16 МГц, 32 Kb Flash, 2 Kb RAM, 14 портів, з них до 6 з ШІМ та 8 АЦП). Плати UnoR3, Mini, NanoR2, Pro, Pro mini, різні варіанти

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

плат uno та nano, такі як Wifi Uno та nano + nrf42l01.

ATtiny85 (20 МГц, 8 Kb Flash, 512 b RAM, 6 портів, з них 4 ШІМ та 4

аналогових). Плати Digispark також часто застосовуються поза платами.

ATmega168 (16 МГц, 16 Kb Flash, 1 Kb RAM, порти та розпинування аналогічно ATmega328) Плати Uno R1, Uno R2, Pro mini, NanoR1.

У деяких платах склад доступних портів та частота тактування можуть відрізнятися.

Поступово у лінійці плат почали з'являтися процесори ARM. Спочатку це був AT91SAM3X8E на платі класичного конструктиву (Due). Пізніше з'явилася лінійка плат Arduino MKR у конструктиві DIP, оснащена контролером SAMD21 (Cortex-M0, 48 MHz, 256 Kb Flash, 32 Kb RAM).

З 2020 року у такому ж конструктиві MKR з'явилися модулі Portenta з ARM Cortex-M7 (STM32H747 @ 480 МГц).

Напруга живлення процесорів ARM на платах Arduino – 3,3 вольт. На таку ж напругу мають бути розраховані датчики цих плат.

Сторонні розробники портували Arduino підтримку популярного Wi-Fi мікроконтролера ESP8266 і його клону ESP12. Тепер компілювати та завантажувати прошивку для ESP8266 зі своїми скетчами та підтримкою Wi-Fi можна прямо з Arduino IDE, отримуючи одноплатну схему з підтримкою мережі Wi-Fi.

Плати з обв'язаним ESP8266 продаються під маркою Wemos, мають 2 форм-фактори (один як у Uno, другий - зменшений свій) і два покоління у кожному форм-факторі (R1 та R2).

У рамках співпраці зі сторонніми виробниками в Arduino IDE було включено підтримку деяких апаратних засобів Intel x86. Intel Galileo (процесор Intel Quark X1000 400 МГц), Intel Edison та Arduino 101 - Arduino-сумісні плати на Intel x86 архітектурі. Плати механічно та електрично сумісні з периферійними платами Ардуїно. Плати функціонують під власною ОС

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Linux, поверх якої працює додаток, що дозволяє завантажувати та виконувати скетчі Arduino.[10]

3.3. Обґрунтування вибору дисплея

Дисплеї можна розділити на:

1. Сегментні (такі, як на цифровому годиннику);
2. Графічні;
3. Символьні.

Сегментні використовуються для відображення простих величин, таких як температура, час, кількість обертів. Ці елементи застосовуються в калькуляторах і на побутовій техніці. Інформація відображається шляхом підсвічування конкретних символів. Вони можуть бути як рідкокристалічними, так і світлодіодними.

Графічні дисплеї для Arduino є важливою складовою багатьох проектів, оскільки дозволяють виводити інформацію, графіку, анімацію та інші візуальні елементи.

OLED дисплеї, або органічні світлодіодні дисплеї, є популярним вибором для проектів на базі Arduino завдяки своїм численним перевагам. Ці дисплеї відрізняються високою контрастністю, чудовою якістю зображення та низьким енергоспоживанням. Вони працюють за рахунок органічних сполук, які випромінюють світло у відповідь на електричний струм. На відміну від LCD дисплеїв, які потребують підсвічування, кожен піксель OLED дисплея є джерелом світла, що забезпечує глибокі чорні кольори та високий контраст.

Використання OLED дисплеїв з Arduino досить просте завдяки наявності різних бібліотек, таких як Adafruit GFX Library та U8g2 Library. Ці бібліотеки надають широкий набір функцій для роботи з текстом, графікою та анімацією. OLED дисплеї часто використовуються в роздільній здатності 128x32 або 128x64 пікселів, що робить їх ідеальними для відображення

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

невеликих графічних інтерфейсів, інформаційних табло та інших візуальних елементів.

Підключення OLED дисплеїв до Arduino зазвичай здійснюється через I2C або SPI інтерфейси. I2C інтерфейс використовує дві лінії (SDA та SCL), що значно спрощує підключення та зменшує кількість необхідних проводів. SPI інтерфейс, хоча і потребує більше ліній (MOSI, MISO, SCK, CS), забезпечує вищу швидкість передачі даних, що може бути корисним для більш складних графічних завдань.

OLED дисплеї мають тривалий термін служби та низьке енергоспоживання, що робить їх ідеальними для проектів з живленням від батарей. Вони також мають широкі кути огляду та швидкий час відгуку, що дозволяє використовувати їх для динамічних відображень та анімацій.

Завдяки своїм компактним розмірам та легкій вазі, OLED дисплеї часто застосовуються у носимих пристроях, портативних гаджетах та інших невеликих електронних проектах. Крім того, їх висока контрастність та чіткість роблять їх привабливими для використання у пристроях з інтерфейсом користувача, де необхідно відображати інформацію у зрозумілому та привабливому вигляді.

У підсумку, OLED дисплеї є чудовим вибором для різноманітних проектів на базі Arduino завдяки своїм численним перевагам, включаючи високу якість зображення, низьке енергоспоживання та простоту використання. Вони дозволяють створювати привабливі та функціональні графічні інтерфейси, що значно розширює можливості вашого проекту.[11]



Рисунок 3.1 – OLED дисплей

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Символьні дисплеї: Ці дисплеї можуть відображати лише символи, такі як букви, цифри та деякі спеціальні символи. Вони зазвичай використовуються для відображення простих повідомлень, таких як значення датчиків або стан програм. У статті йтиметься конкретно про роботу символьних дисплеїв і Ардуїно.

Дисплеї цього виду можуть одночасно відображати певну кількість символів, обмежену геометричними розмірами. Маркуються вони за таким зразком:

- 1602 (рис. 3.2);
- 2004 (рис. 3.3).

Де перші дві цифри на маркуванні дисплея – кількість символів у рядку, а наступні дві – кількість рядків. Отже, дисплей з назвою 2004 може відображати одночасно 4 рядки по 20 символів.[5]

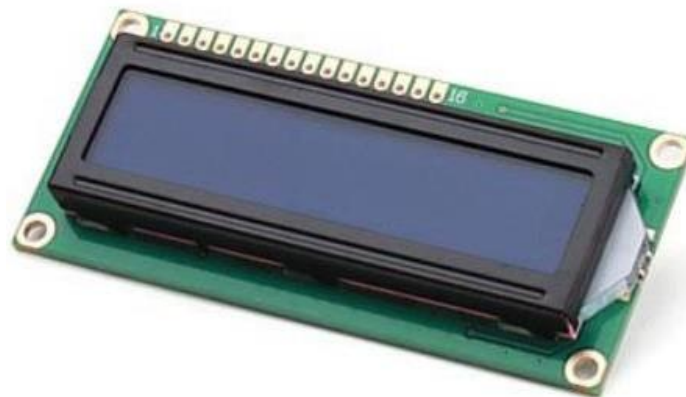


Рисунок 3.2 – Дисплей LCD 1602



Рисунок 3.3 – Дисплей LCD 2004

За типом введення даних розрізняють дисплеї:

- З паралельним введенням даних;
- З введенням даних протоколу I2C.

Паралельне введення даних передбачає передачу 8 або 4-бітних слів за 10 або 6 висновками відповідно (рис. нижче - схема підключення для керування 4 бітами). Крім даних, на дисплей подається живлення.

Передача даних на дисплей через I2C (рис. 3.4) вимагає використання чотирьох пінів вашої Arduino: два для живлення і два для даних.

Серед вітчизняних виробників варто виділити фірму МЕЛТ, яка пропонує широкий асортимент дисплеїв. Наприклад, дисплей з маркуванням 20S4, як і попередньо розглянутий дисплей, відображає 4 рядки по 20 символів. Він побудований на контролері КБ1013ВГ6 від ВАТ «АНГСТРЕМ», який є аналогом HD44780 фірми HITACHI і KS0066 фірми SAMSUNG, на яких базується більшість китайських дисплеїв. Крім того, цей дисплей, як і дисплеї на зазначених чіпах, підтримує стандартну бібліотеку паралельного управління Arduino IDE.

Розрядність індикації дисплея LCD 2004 визначається двома факторами

- Кількість символів на рядку: LCD 2004 має 20 символів на.
- Розмір шрифту: LCD 2004 використовує шрифт 5x8, що означає, що кожен символ складається з 5 крапок по ширині та 8 крапок по висоті.

LCD 2004 має 20 розрядів на 4 рядки. Це означає, що на дисплеї можна одночасно виводити до 80 символів(20 символів на кожному рядку)

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22



Рисунок 3.4 – Дисплей LCD 1602 з модулем I2C

3.4. Обґрунтування вибору датчика

Показники, які ми будемо вимірювати і візуалізувати наступні: температура, тиск, вологість та вміст вуглекислого газу в повітрі.

Для вимірювання параметрів температури, тиску та вологості варто взяти барометричний датчик, так як він вимірює всі ці показники. Також завдяки тому, що один датчик вимірює три з чотирьох потрібних нам показників це скоротить кількість задіяних портів в Arduino що збільшить його компактність, зручність та надійність системи.

Для використання потрібно вибрати датчик сумісний з Arduino, одним з яких є барометричний датчик BME280 фірми Bosch.

Також потрібно виміряти вміст вуглекислого газу CO₂. Для визначення вмісту вуглекислого газу в повітрі застосуємо датчик MH-Z19B що є сумісним з Arduino.

3.5. Обґрунтування блока живлення

Блок живлення є вторинним джерелом електроенергії, призначеним для забезпечення приладу електричною енергією. Він повинен відповідати параметрам напруги та струму шляхом перетворення енергії від інших джерел живлення. Блок живлення перетворює змінну напругу 220 В і частотою 50 Гц у задану постійну напругу.

Оскільки пристрій буде використовуватися стаціонарно, пропонується живлення системи через мережу. Для вибору блока живлення необхідно врахувати напруги живлення всіх компонентів вимірювальної системи та їх сумісність.

3.6. Розробка структурної схеми

З вище обґрунтованих елементів побудуємо структурні схеми вимірювальної системи, що представлена на рис. 3.5 – 3.6.



Рисунок 3.5- Структурна схема вимірювальної системи з LCD дисплеєм

Складові вимірювальної системи наступні:

- Мікроконтролер;
- Барометричний датчик;
- Датчик вуглекислого газу;
- LCD дисплей;
- Комп'ютер;
- Живлення.



Рисунок 3.6 - Структурна схема вимірювальної системи з OLED дисплеєм

Складові вимірювальної системи наступні:

- Мікроконтролер;
- Барометричний датчик;
- Датчик вуглекислого газу;
- OLED дисплей;
- Комп'ютер;
- Живлення.

4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ

4.1.Вибір мікроконтролера

Arduino Nano - це компактна плата мікроконтролера на основі ATmega328P (Arduino Nano 3.0) або ATmega168 (Arduino Nano 2.x), призначена для використання з макетною платою. Arduino nano має 14 цифрових входів/виходів (серед яких 6 можуть бути використані як ШІМ виходи), 8 аналогових входів, кварцовий резонатор на 16 МГц, роз'єм Mini-B USB, роз'єм ICSP для внутрішнього програмування та кномку скидання. Її функціональність подібна до Arduino Duemilanove/Uno, але вона має менший розмір, не має роз'єму живлення та використовує кабель Mini-B USB для підключення до ПК. Arduino Nano розроблена і випускається компанією Gravitech.[4]

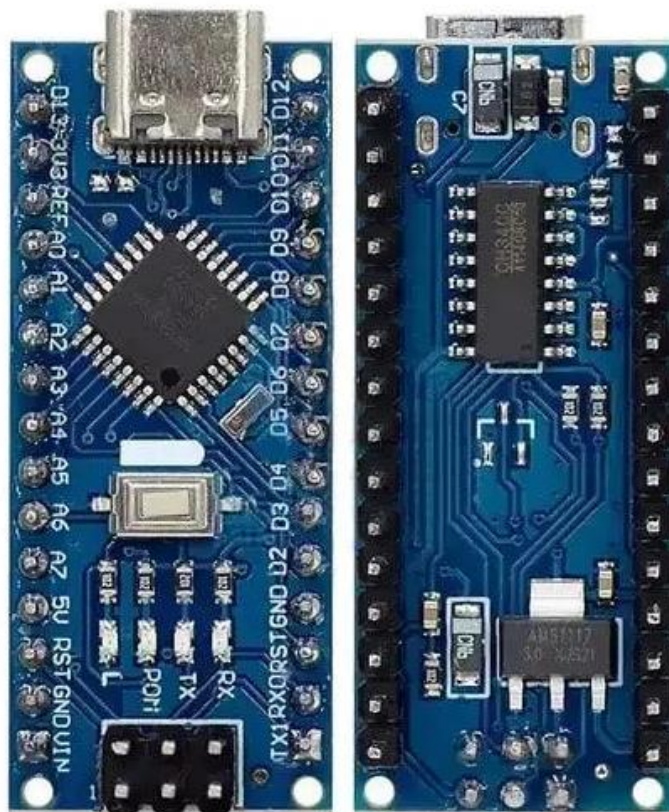


Рисунок 4.1 – Контролер Arduino Nano 3.0

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МММТ.480.014.019 – ПЗ

Арк.

26

Основні характеристики Arduino Nano 3.0 подані у таблиці 1

Таблиця 1 – Основні характеристики Arduino Nano 3.0

Мікроконтроллер	АТmega328P
Робоча напруга	5 В
Цифрові входи/виходи	14 (з яких 6 ШІМ)
Аналогові входи	8
Напруга живлення	5 В або зовнішнє джерело 6-20 В
Струм живлення	до 50 мА
Flash-пам'ять	32Кб
Оперативна пам'ять	2Кб
EEPROM-пам'ять	1Кб
Частота роботи мікроконтроллера	16 МГц

4.2.Вибір дисплеїв

Для візуалізації параметрів мікроклімату в будинку використаємо декілька видів дисплеїв, рідкокристалічний дисплей LED 2004 з модулем I2C та OLED дисплей 0.96" I2C 128x64 (білий).

Рідкокристалічний дисплей LCD 2004 - це доступний та універсальний модуль, який чудово підходить для виведення текстової інформації у проектах Arduino Nano. З 4 рядками по 20 символів, він може відображати значну кількість даних, а завдяки підсвічуванню текст легко читається навіть у умовах низької освітленості. Широкий спектр бібліотек та прикладів коду робить його простим у використанні, а його енергоефективність робить його ідеальним для портативних пристроїв. Доступні різні конфігурації з підсвічуванням та без нього, що дозволяє гнучко підібрати дисплей для

ваших потреб. LCD 2004 - це надійний та економічний вибір для широкого кола проектів Arduino.

Дисплей підключається до апаратної шини I2C Arduino (рис. 4.2). Для того щоб підключити дисплей до плати Arduino Nano нам потрібно виводи GND з'єднати з відповідним виводом на платі, VCC дисплея підключити до напруги 5 В, а виводи SDA та SCL до апаратної шини I2C (Arduino Nano вивід SDA = A4, а вивід SCL = A5). На зображенні справа показано, як можна підключити дисплей до спеціальних виводів шини I2C Arduino UNO

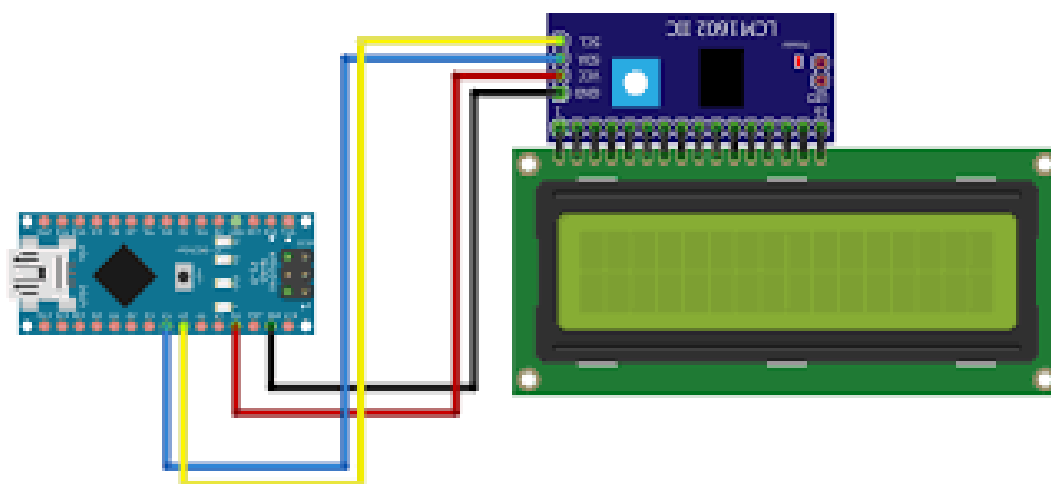


Рисунок 4.2 – Підключення Arduino Nano до модуля I2C

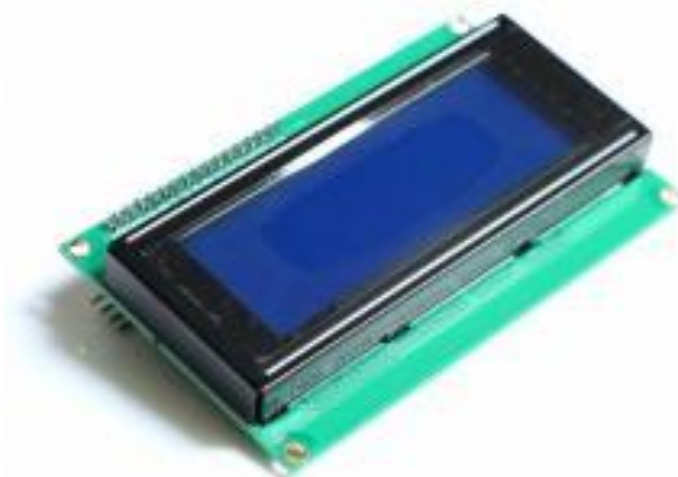


Рисунок 4.3 – Дисплей LCD 2004 I2C

Технічні характеристики:

- Тип інформації, що виводиться: символний;
- Мова в дисплеї ПЗУ: латиниця;
- Можливість завантаження власних символів: є;
- Формат інформації, що виводиться: 20×04 символів;
- Тип дисплею: LCD;
- Технологія монітора: STN;
- Кут огляду: 180 °;
- Тип підсвічування: LED;
- Колір підсвічування: синій;
- Колір символів: білий;
- Контролер: HD44780;
- Інтерфейс: синхронний, 8-бітний, паралельний;
- Напруга живлення: 5 В;
- Робоча температура: від -20 до +70°C;
- Температура зберігання -30...+80°C;
- Розмір: 98х60 мм.

OLED дисплей 0.96" I2C 128х64 (білий) яскравий, економічний, дуже контрастний OLED дисплей гідно прикрасить будь-яку Вашу конструкцію, для якої важливі розміри і зовнішній вигляд. Контрастність дисплея дозволить впевнено зчитувати з нього інформацію навіть при дуже яскравому світлі. Просте підключення і поширений I2C інтерфейс дозволить підключити декілька дисплеїв до будь-якого мікроконтролера або міні-комп'ютера. Типова адреса 0х3с.

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

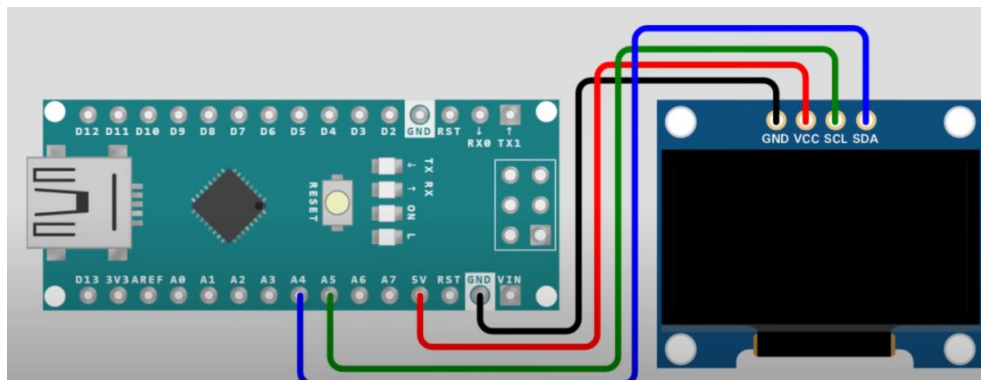


Рисунок 4.3 – Підключення OLED дисплея до Arduino Nano

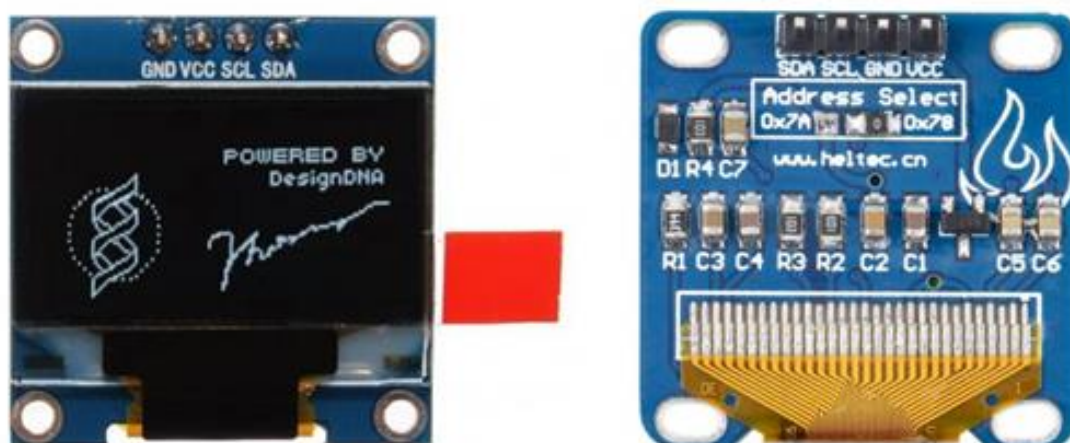


Рисунок 4.4 – OLED дисплей 0.96" I2C 128x64

Технічні характеристики:

- Тип дисплею: OLED (Organic Light Emitting Diode)
- Діагональ: 0.96 дюйма
- Роздільна здатність: 128x64 пікселів
- Інтерфейс: I2C (доступні також моделі з інтерфейсами SPI)
- Колір дисплею: білий
- Контролер: SSD1306
- Напруга живлення: 3.3V або 5V (залежить від моделі, деякі можуть підтримувати обидва варіанти)
- Робоча температура: Зазвичай від -40°C до +85°C
- Кути огляду: Широкі, до 160 градусів
- Енергоспоживання: Низьке (OLED дисплеї споживають менше енергії порівняно з LCD)

- Термін служби: Приблизно 50,000 годин роботи
- Габарити: 27.0mm x 27.0mm x 4.1mm
- Підтримка бібліотек: Широка підтримка у різних бібліотеках для мікроконтролерів, таких як Arduino, Raspberry Pi та інших.[1]

4.3.Вибір барометричного датчика

Датчик BME280 є високоточним сенсором, що вимірює температуру, тиск і вологість. Розроблений компанією Bosch Sensortec, він забезпечує високу точність і стабільність вимірювань завдяки використанню сучасних технологій MEMS. Датчик підтримує інтерфейси I2C та SPI, що забезпечує гнучкість у використанні з різними мікроконтролерами та платами. Компактні розміри та низьке енергоспоживання роблять його ідеальним для застосувань в портативних пристроях, системах моніторингу навколишнього середовища, розумних будинках та інше. Завдяки високій роздільній здатності, датчик здатний виявляти навіть незначні зміни у навколишньому середовищі. Інтеграція BME280 у проекти спрощується завдяки наявності готових бібліотек для популярних платформ, таких як Arduino.[3]



Рисунок 4.5 – Барометричний датчик BME280

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Технічні характеристики:

- Інтерфейси підключення: I2C
- Максимальна швидкодія інтерфейсу: I2C до 3.4 МГц
- Межі вимірювання температури: від -40 до 85 градусів
- Точність виміру температури: від 0.5 до 1 градуса
- Межі виміру вологості: від 0 до 100%
- Точність виміру вологості: 3%
- Межі вимірювання тиску: від 300 до 1100 гПа
- Точність вимірювання тиску: 1гПа
- Напруга живлення: від 1.8 до 5 В
- Споживаний струм у режимі вимірювання тиску: 714 мкА
- Споживаний струм у режимі вимірювання вологості: 340 мкА
- струм струму в режимі вимірювання температури: 350 мкА
- Споживаний струм у режимі сну: від 0.1 мкА до 0.5 мкА
- Розміри модуля: 15 x 12 x 3 мм

4.4 Вибір датчику вуглекислого газу CO₂.

Датчик МН-Z19В є інфрачервоним сенсором для вимірювання концентрації CO₂ у повітрі. Він використовує метод недисперсійної інфрачервоної спектроскопії (NDIR), що забезпечує високу точність і стабільність вимірювань. Сенсор підтримує інтерфейси UART і PWM, що дозволяє легко інтегрувати його в різні проекти і системи. Компактні розміри і низьке енергоспоживання роблять його ідеальним для використання в системах моніторингу якості повітря, вентиляційних системах, розумних будинках і промислових застосуваннях. МН-Z19В оснащений функцією автоматичного калібрування, що забезпечує довготривалу стабільність вимірювань. Завдяки широкому діапазону вимірювань, він може використовуватись для контролю рівня CO₂ в різних умовах.[2]

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32



Рисунок 4.6 – Датчик вмісту вуглекислого газу

Технічні характеристики:

- Діапазон вимірювання CO₂: 0–5000 ppm (parts per million)
- Точність вимірювання: ± 50 ppm + 5% від показання
- Час відгуку: < 120 секунд
- Інтерфейси: UART (3.3V TTL рівень) та PWM
- Час прогріву: 3 хвилини
- Живлення: 4.5–5.5 В постійного струму
- Споживання струму: 60 мА (середнє), 150 мА (максимум)
- Температурний діапазон роботи: -10°C до +50°C
- Діапазон вологості: 0–95% RH (без конденсації)
- Калібрування: Підтримка автоматичного калібрування (ABC - Automatic Baseline Calibration) і ручного калібрування
- Розміри: 33 мм × 20 мм × 9 мм

4.5 Вибір блока живлення.

В якості джерела живлення пропонується використати мережевий адаптер Sunny 5В 2.1А micro-USB, що зображений на рисунку 4.7. [15]

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33



Рисунок 4.7 - Мережевий адаптер Sunny

Технічні характеристики:

- Виробництво: SUNNY Comp. Tech.
- Вихідна напруга: 5 В
- Потужність: 10.5 Вт
- Вихідна сила струму: 2.1 А
- Вхідна напруга: 90 - 264 В
- Вихідний роз'єм: micro USB
- Довжина кабелю: 1.37 м
- Вхідний роз'єм: Вилка 2Е
- Захист: КЗ, перевантаження, перенапруги
- Розміри: 65 x 45 x 30 мм
- Вага: 72 г

4.6 Принципова схема

З усіх вище описаних та обґрунтованих складових побудуємо принципові схеми вимірювальної системи (рис. 4.8 – 4.9).

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

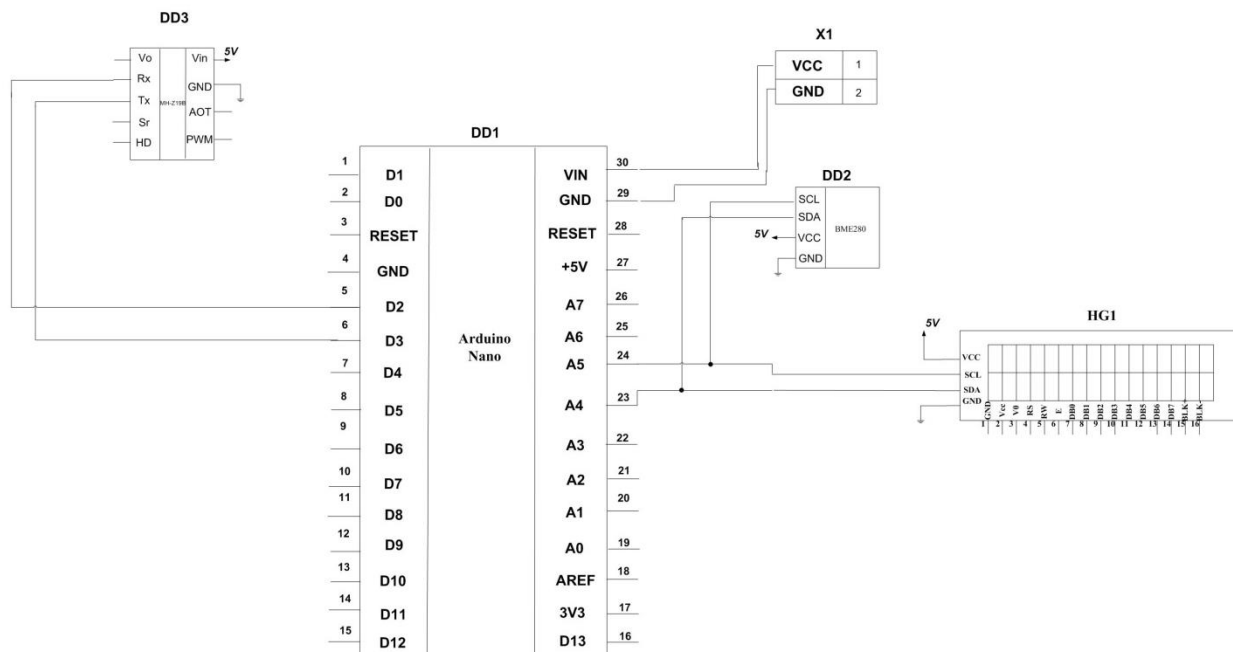


Рисунок 4.8 – Принципова схема з LCD дисплеєм

Складові системи наступні:

- DD1 – мікроконтролер Arduino Nano ATmega328;
- DD2 – барометричний датчик;
- DD3 – датчик вуглекислого газу;
- HG1 – рідкокристалічний дисплей LCD 2004 blue I2C;
- X1 – живлення.

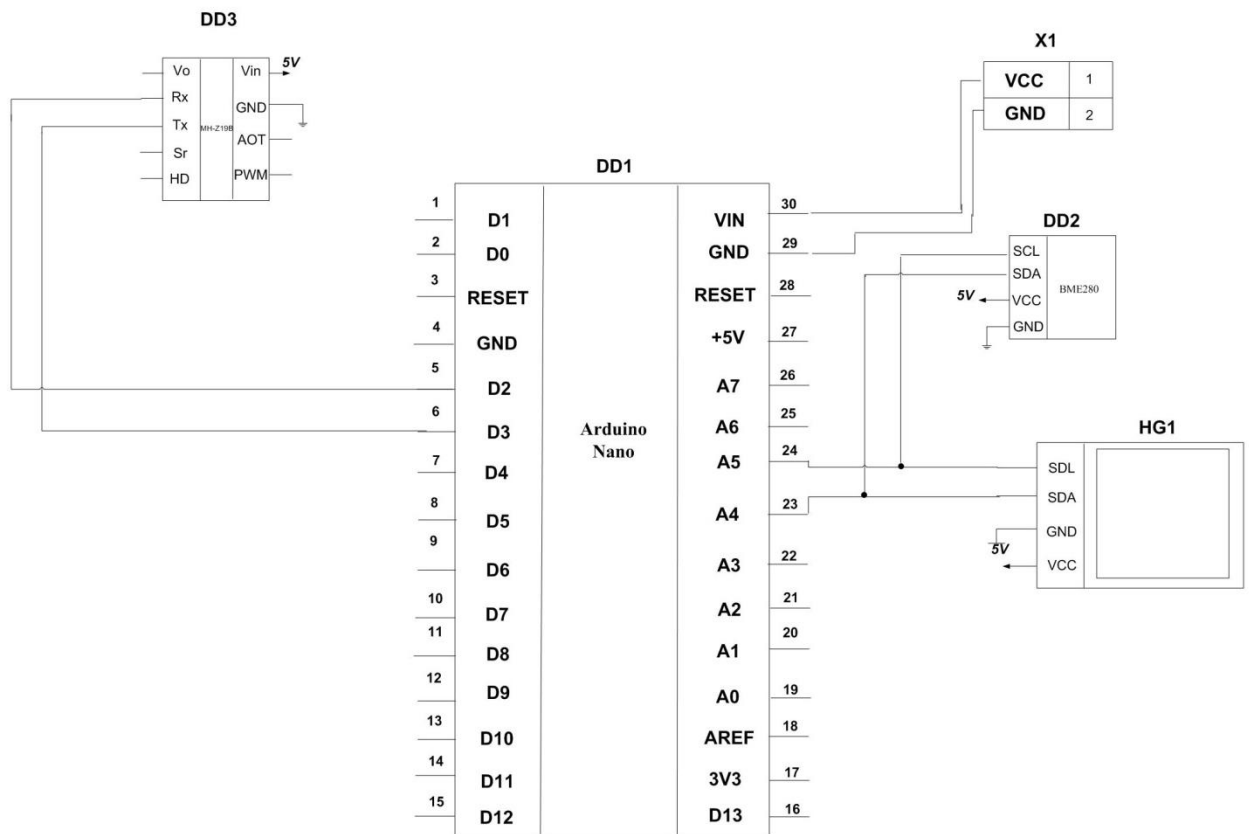


Рисунок 4.9 – Принципова схема з OLED дисплеєм

Складові системи наступні:

- DD1 – мікроконтролер Arduino Nano ATmega328;
- DD2 – барометричний датчик;
- DD3 – датчик вуглекислого газу;
- HG1 – OLED дисплей;
- X1 – живлення.

5. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

5.1. Компонування друкованої плати

Для розробки друкованих плат було використано середовище EasyEDA [7] так як воно є легким в освоєнні і використанні та має велику кількість готових бібліотек з потрібними для проектування елементами що дозволить швидко зібрати всі потрібні деталі на робочому полі для розробки та розведення друкованої плати.

Для пошуку необхідних компонентів було використано вкладки «Common Library» та «Бібліотека», що знаходиться в лівому краю програми (рис. 5.1)

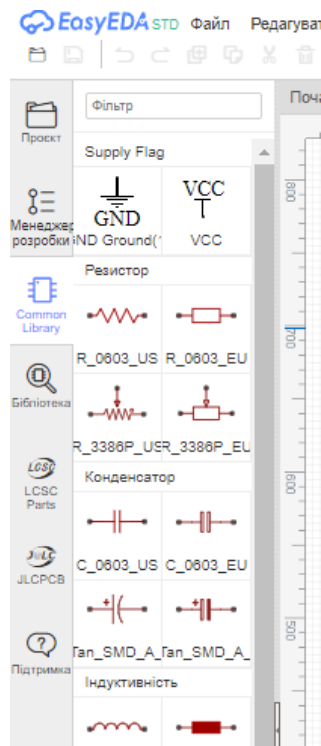


Рисунок 5.1 – Пошук елементів у «Common Library»

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

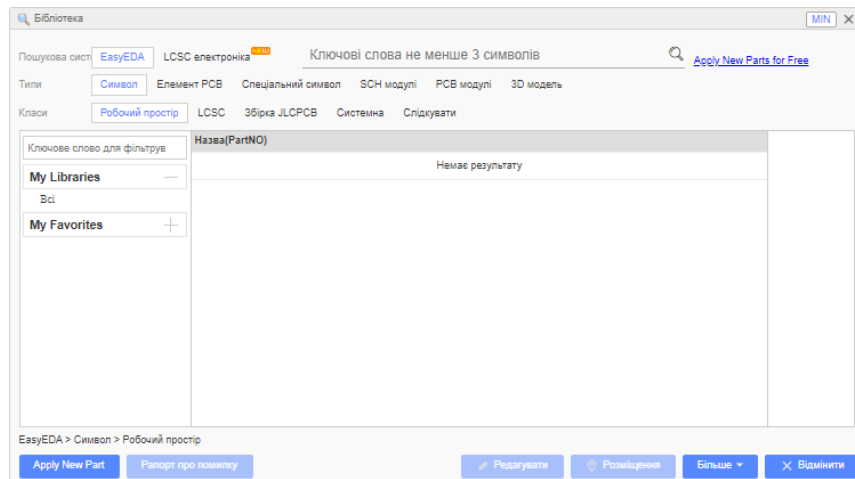


Рисунок 5.2 – Вікно бібліотек

В даному вікні (Рис 5.2) є можливість знаходити компоненти від таких відомих магазинів електроніки як LCSC та JLCPCB, а також компоненти створені іншими людьми.

Також для створення елементів плати використовую панель інструментів (Рис. 5.3).

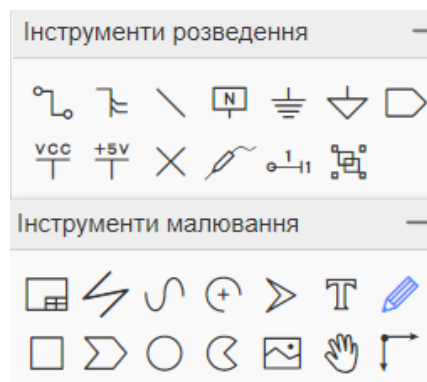


Рисунок 5.3 – Інструменти для створення елементів у програмі EasyEDA

Плата пристрою розроблена в середовищі EasyEDA. Друковану плату вимірнувальної системи представлено на рисунку 5.4-5.5.

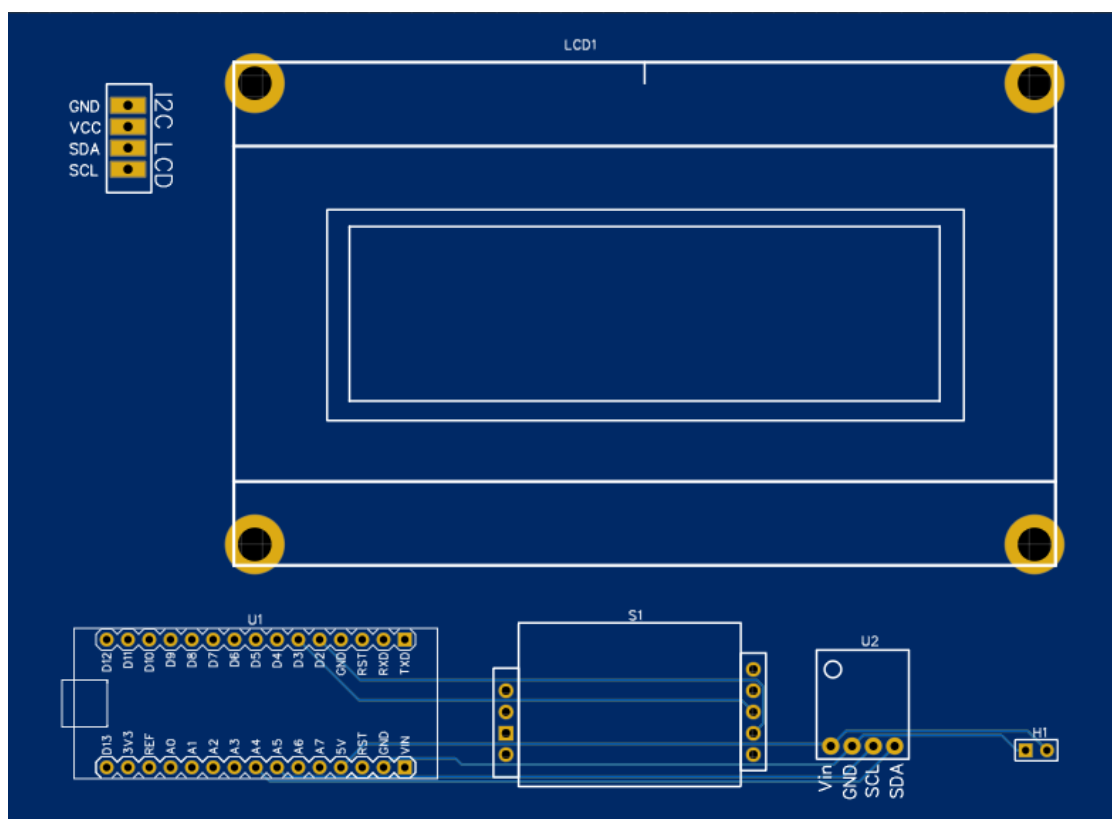


Рисунок 5.4 – Верхній шар друкованої плати з LCD дисплеєм

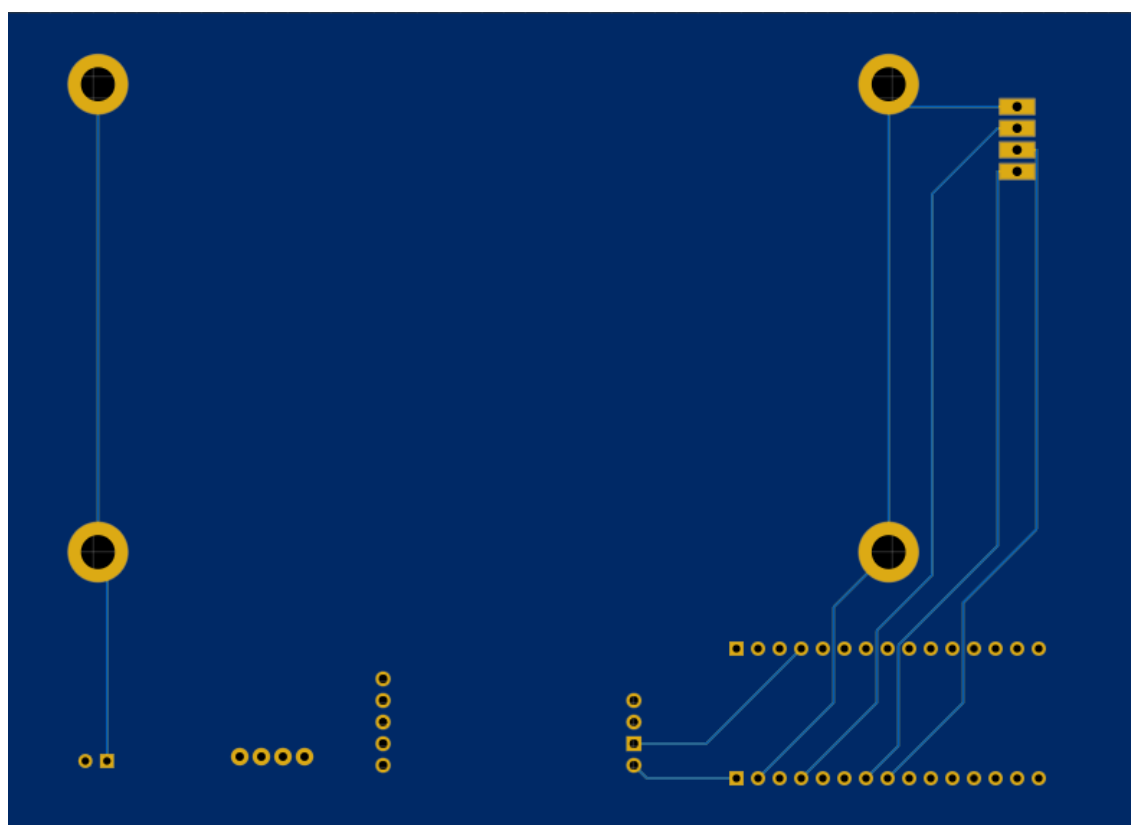


Рисунок 5.5 – Нижній шар друкованої плати з LCD дисплеєм
Розміри плати: 133 x 95 мм.

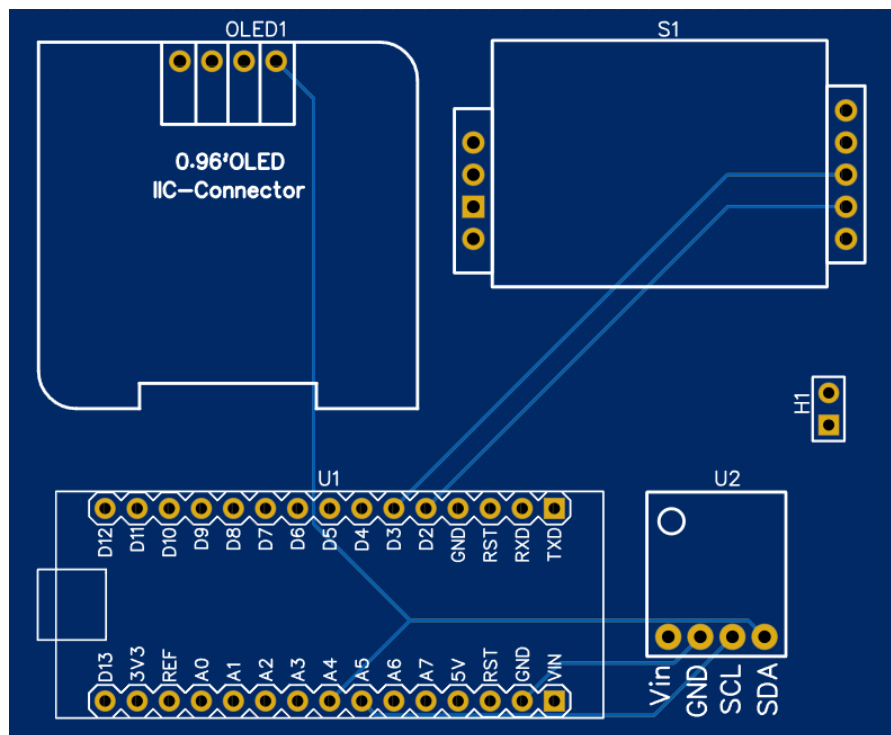


Рисунок 5.6 – Верхній шар друкованої плати з OLED дисплеєм

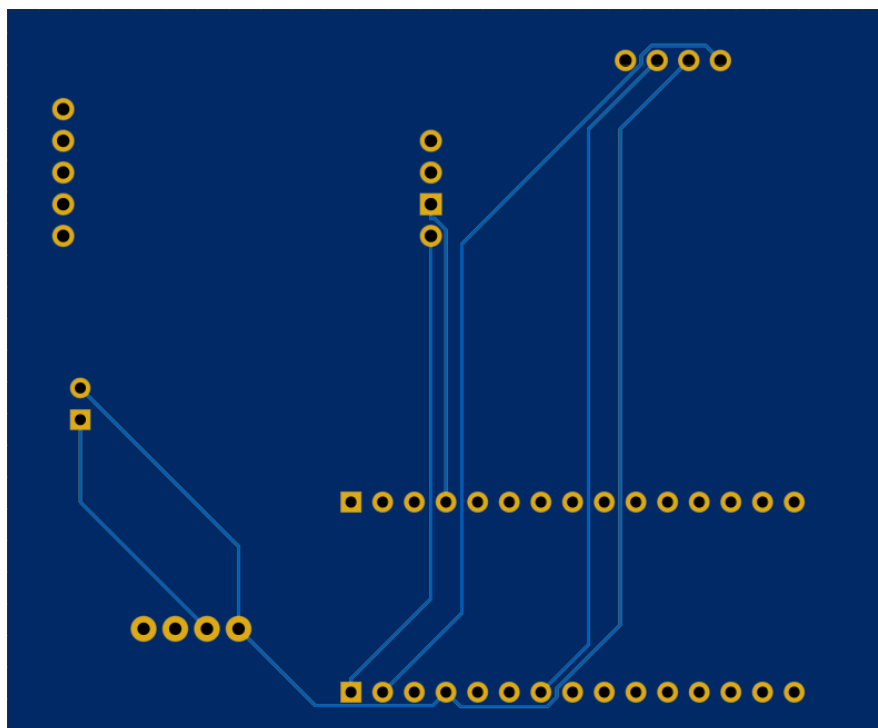


Рисунок 5.7 – Нижній шар друкованої плати з OLED дисплеєм

Розміри плати: 71 x 60 мм.

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

6. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ТА ПРОГРАМИ РОБОТИ СИСТЕМИ

6.1. Розробка алгоритму.

Розроблений алгоритм роботи програми представлений на рис. 6.1

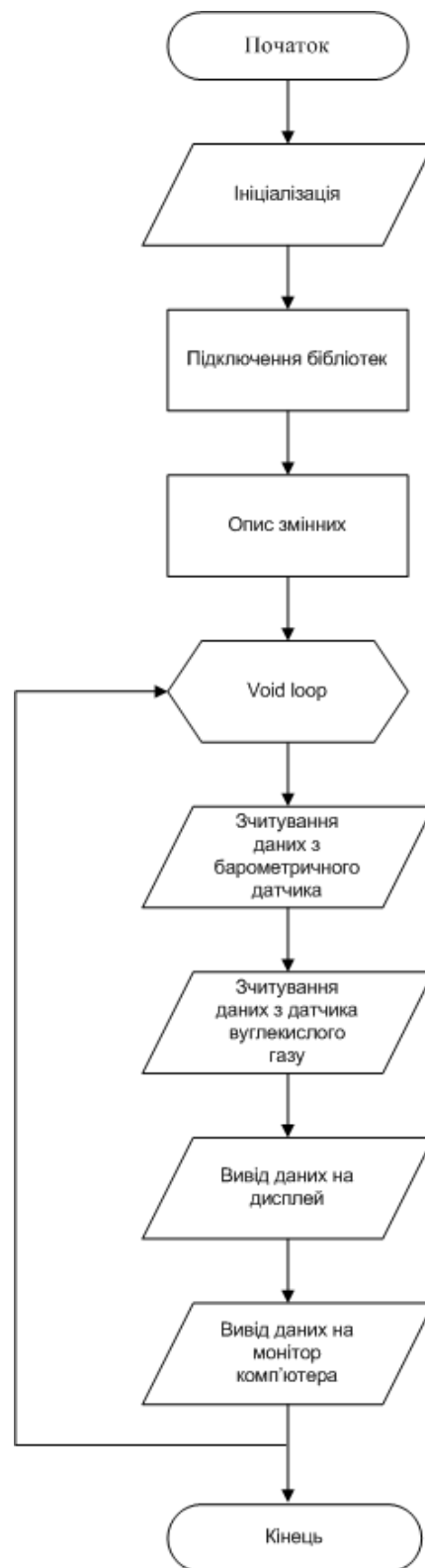


Рисунок 6.1 – Алгоритм IBC

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МММТ.480.014.019 – ПЗ

Арк.

41

Блок початок означає початок роботи інформаційно-вимірювальної системи.

Ініціалізація відповідає за розпіновку, підключення датчиків та інших елементів ІВС.

Підключення бібліотек описує підключення бібліотек, що працюють з барометричним датчиком, дисплеєм та датчиком вуглекислого газу.

Блок опис змінних відповідає за змінні які використовуватимуться в програмі для зчитування даних з датчиків .

Блок void loop відповідає за цикл подій, які будуть повторюватись доти, доки систему не буде вимкнено.

В цикл входить опитування всіх датчиків, завдання початкових позицій для вимірюваних значень на дисплеї та вивід всіх даних на дисплей.

Потім ручне виключення та кінець роботи програми.

6.2. Розробка програми

Для того аби візуалізувати наші дані нам потрібно написати код програми. Так як потрібно візуалізувати дані наших датчиків на LCD дисплей, моніторі комп'ютера та OLED дисплей то код матиме 3 частини.

1. Для візуалізації інформації на LCD дисплеї використаємо програму Arduino IDE [13] яка була спеціально створена для програмування на платформах Arduino. Arduino IDE – це інтегроване середовище розробки створене на таких мовах як C/C++ для написання та завантаження програм на плати Arduino, а також на плати та контролери інших виробників.

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42



Рисунок 6.2 - Вікно програми Arduino IDE

2. Для візуалізації інформації на монітор комп'ютера застосуємо програму PyCharm. PyCharm – це інтегроване середовище розробки, яке було розроблене для мови програмування Python. Так як ми вже виводимо дані у текстовому вигляді на LCD дисплей, то на монітор комп'ютера виведемо у вигляді графіків, в цьому нам допоможе бібліотека matplotlib.[12]

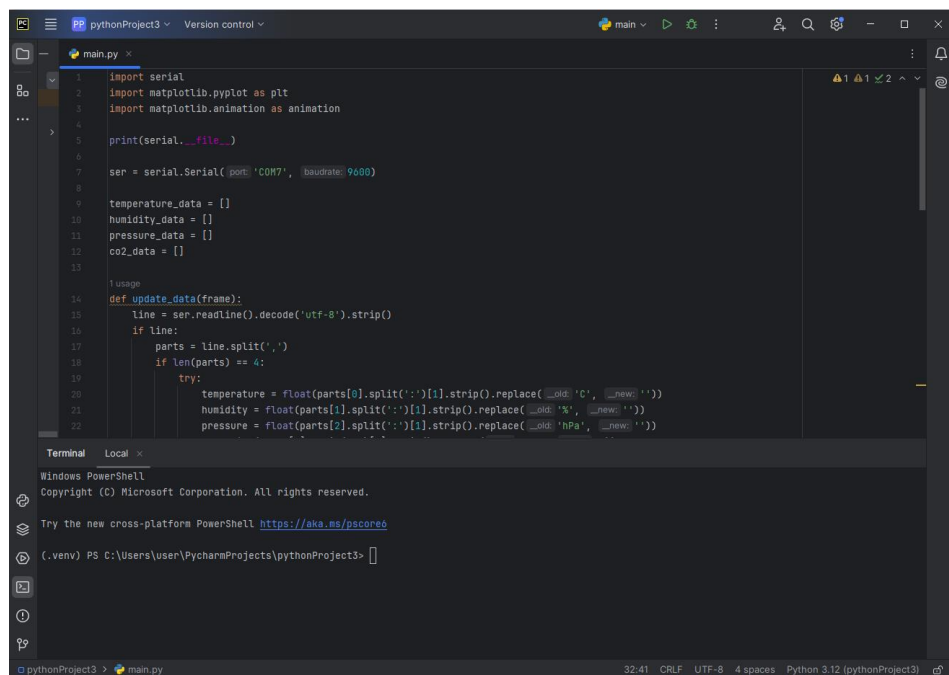


Рисунок 6.3 - Вікно програми PyCharm

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

3. Для візуалізації інформації на OLED дисплей використовуємо програму Arduino IDE



Рисунок 6.4 - Вікно програми Arduino IDE

Коди програм представлені у Додатку А.

6.3. Розрахунок похибок вимірювання.

Проведено десять повторних тепловізійним інфрачервоним датчиком AMG8833, діапазон температур виміру згідно технічних характеристик в від 0 до +85 °C.

Було отримано наступну вибірку:

$$T = (21,1; 21,5; 21,3; 21,2; 21,4; 21,3; 21,1; 21,5; 21,6; 21,3) \text{ } ^\circ\text{C}$$

За відомими формулами шукаємо:

1) середнє арифметичне T за (6.1):

$$\bar{T} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} T_i \cong 21,33 \quad (6.1)$$

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) похибки повторних вимірювань ΔT_i та ΔT_i^2 (6.2):

$$\Delta T = |\bar{T} - T_i| \text{ та } \Delta T_i^2 = (\bar{T} - T_i)^2, \quad (6.2)$$

де $i = 1, 2 \dots 10$;

Результати вимірювань та обчислень заносимо у табл. 6.1.

Таблиця 6.1.

№ з. п.	T, °C	ΔT_i , °C	ΔT_i^2 , °C ²
1	21,1	0,23	0,0529
2	21,5	0,17	0,0289
3	21,3	0,03	0,0009
4	21,2	0,13	0,0169
5	21,4	0,07	0,0049
6	21,3	0,03	0,0009
7	21,1	0,23	0,0529
8	21,5	0,17	0,0289
9	21,6	0,27	0,0729
10	21,3	0,03	0,0009
сер	21,33	0,136	0,0522

Розрахуємо випадкову похибку вимірювання за (6.1). За даними табл. 4.2 знайдемо коефіцієнт Стюдента для 10 вимірювань і довірчої ймовірності 0,95 $t_{0,95}=2,26$; розрахуємо за (6.2) виправлене вибіркове середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{1}{10 \times 9} \sum_{i=1}^{10} (\bar{T} - T_i)^2} \approx 0,054 \text{ °C}$$

та знайдемо випадкову похибку:

$$\Delta_B T = 2,26 * 0,054 = 0,122 \text{ °C}$$

(Результати вимірювань та обчислень заносимо у табл. 6.1.)

1) похибку приладу за (4.3):

$$\Delta_{\text{пр}} T = \frac{1}{300} t_p k T_{\text{гр}} \quad (6.3)$$

Для надійної ймовірності $P = 0,95$ з табл. 6.1 знайдемо при умові $t_{0,95}=2,0$. Враховуючи, що за умовою $T_{\text{гр}} = +85 \text{ °C}$, а клас точності $k = 1$, отримаємо:

$$\Delta_{\text{пр}} T = \frac{1}{300} 2,0 * 85 * 1 \approx 0,567 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

2) похибку заокруглення за (6.4):

$$\Delta T_3 = P \frac{h}{2}. \quad (6.4)$$

Для цього знайдемо інтервал заокруглення h як половину останнього розряду виміряної величини — 0,05. Отже:

$$\Delta T_3 = 0,95 * \frac{0,05}{2} \approx 0,02 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

3) загальну абсолютну похибку (6.5):

$$\Delta T = \sqrt{(\Delta_B T)^2 + (\Delta_{\text{п}} T)^2 + (\Delta_3 T)^2} = \sqrt{0,122^2 + 0,567^2 + 0,02^2} \approx \quad (6.5)$$

$$\approx 0,58 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

4) Відносну похибку за (6.6):

$$\delta L = \frac{\Delta T}{\bar{T}} \times 100\% = \frac{0,58}{21,33} \times 100\% \approx 2,72\% \quad (6.6)$$

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

7. ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ

При розрахунку надійності системи потрібно визначити такі показники:

- ймовірність безвідмовної роботи системи за заданий час ($P(t)$);
- параметр потоку відмов (Λ);
- середнє напрацювання до відмови ($T_{\text{серед}}$).

Надійність – властивість об'єкта виконувати задані функції, зберігаючи в часі значення встановлених експлуатаційних показників в заданих межах.

Ймовірність безвідмовної роботи – ймовірність того, що в межах вказаного періоду часу відмова пристрою не виникає.

Відмова – подія, яка полягає в порушенні працездатного стану об'єкта.

Середнє напрацювання до відмови – це математичне очікування напрацювання об'єкта до першої відмови.

Інтенсивність відмов – умовна щільність імовірності появи відмови.

Виріб використовуватиметься в таких умовах:

- температура повітря 19 °С, відносна вологість повітря 85 %;
- призначений для роботи в закритому приміщенні зі штучно регульованими кліматичними показниками.

Критерієм відмови системи вважається відмова будь-якої її складової частини, що приводить до порушення її працездатності і неможливості використання за призначенням. Відмова будь-якої складової частини системи призведе до відмови системи в цілому. Відновлення роботи системи проводиться методом заміни складової частини, що відмовила.

Розрахунок параметра потоку відмовлень виробу проводиться по формулі:

$$\Lambda = \sum_{i=1}^n N_i \lambda_i \quad (7.1)$$

де n – загальне число групи КВ, що входять до складу проектного виробу; $N_i \lambda_i$ – кількість і інтенсивність відмовлень КВ i -ої групи відповідно.

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інтенсивність відмовлень КВ i -ої групи в робочому режимі визначалася по формулі

$$\lambda_i = \lambda_{oi} a_i \dots a_n \quad (7.2)$$

де λ_{oi} – інтенсивність відмовлень КВ в номінальному режимі і нормальних умовах; $a_i \dots a_n$ – поправочні коефіцієнти, що враховують умови роботи (кліматичні і механічні впливи в залежності від призначення й умов майбутньої роботи), електричне навантаження КВ і температуру навколишнього середовища, ступінь інтеграції інтегральних мікросхем, а також співвідношення видів відмовлень.

Конкретні формули, по яких визначалися інтенсивність відмовлень кожної групи комплектуючих виробів, приведені в таблиці 7.2. Величини значень визначилися по довідковим даним з врахуванням вихідних даних для проектного виробу.

По формулі (7.1) визначаємо потік відмовлень виробу:

$$\lambda = 67,095 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год.}$$

Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t визначалася по формулі

$$P(t) = e^{-\lambda t} \quad (7.3)$$

де λ – параметр потоку відмовлень; t – час роботи виробу (год)

Дані розрахунку $P(t)$ приведені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1

Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t

250	500	750	1000	2000	5000	8000	10000
0,9967	0,9934	0,9054	0,9868	0,9738	0,9359	0,8994	0,8759

Середній наробіток до відмовлення виробу визначався по формулі:

$$T_0 = \lambda^{-1} \quad (7.4)$$

Підставляючи дані в формулу (7.4) одержимо

					МММТ.480.014.019 – ПЗ			Арк.
								48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

$$T = (67,095 \cdot 10^{-6})^{-1} = 14904 \text{ г.}$$

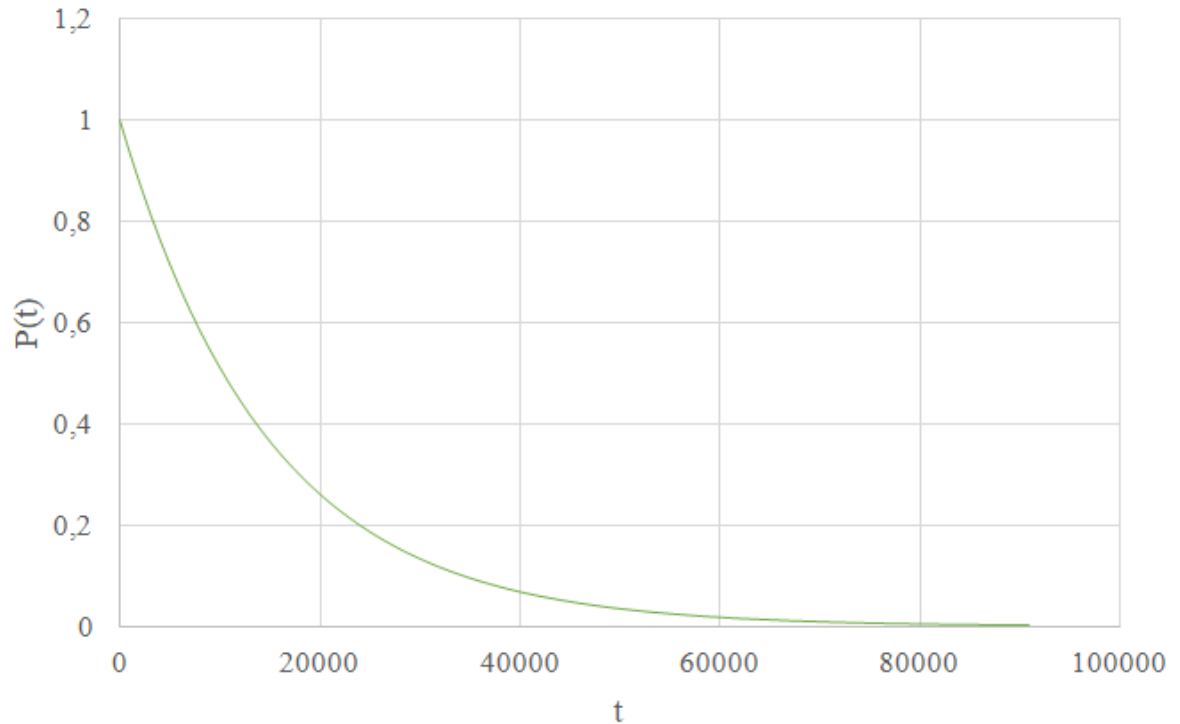


Рисунок 7.1 Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t

Таблиця 7.2

Перелік комплектуючих виробів

Поз.	Найменування	Кіл.	$\lambda_{i0} \cdot 10^6$ год ⁻¹	Формула розрахунку λ_i	Коефіцієнти				$\Sigma \lambda_i \cdot 10^6$ год ⁻¹
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Мікросхеми				a_1	a_2	a_4	a_6	
1	Arduino Nano	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
	Датчики				a_1	a_2	a_4	a_6	
2	MH-Z19B	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
3	BME280	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
4	LCD дисплей 2004	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
5	OLED дисплей	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
6	Акумулятор 5В	1	30	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_4$	2,1				63
	Разом								67,095

8. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

8.1 Охорона праці

Охорона праці – це комплекс правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки, здоров'я і працездатності працівників під час їх трудової діяльності.[8]

Згідно з Кодексом законів про працю, на всіх підприємствах, в установах та організаціях повинні створюватися безпечні та нешкідливі умови праці. Відповідальність за їх забезпечення покладається на власника або уповноважений ним орган.

Умови праці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, обладнання, засобів виробництва, стан колективного та індивідуального захисту працівників, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати нормативним актам з охорони праці.

Власник або уповноважений ним орган зобов'язаний впроваджувати сучасні засоби техніки безпеки для запобігання виробничим травмам і забезпечувати санітарно-гігієнічні умови для попередження професійних захворювань працівників.

Власник або уповноважений ним орган не має права вимагати від працівника виконання роботи, пов'язаної з явною небезпекою для життя або в умовах, що не відповідають законодавству про охорону праці. Працівник має право відмовитися від виконання роботи, якщо існує небезпека для його життя чи здоров'я, оточуючих людей або навколишнього середовища.

На власника або уповноважений ним орган покладається обов'язок систематичного інструктажу (навчання) працівників з питань охорони праці та протипожежної охорони.

Працівники, зайняті на роботах з важкими та шкідливими умовами праці, мають право на безкоштовне забезпечення лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними продуктами, газованою солоною водою, оплачувані санітарно-оздоровчі перерви, скорочений робочий час,

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

додаткову оплачувану відпустку, пільгову пенсію, підвищену оплату праці та інші пільги і компенсації, визначені законодавством.

8.2 Розробка заходів з охорони праці

Комплексні заходи з охорони праці розробляються залежно від специфіки виробництва, структури підприємства, виду діяльності та кількості працівників. Їх основна мета – захист працівників під час виконання трудових обов'язків.

Комплексні заходи включають дії для досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці, виробничого середовища, підвищення рівня охорони праці, запобігання виробничим травмам, професійним захворюванням, аваріям і пожежам. До них належать:

- Приведення основних фондів у відповідність до вимог нормативно-правових актів з охорони праці;
- Усунення впливу на працівників небезпечних і шкідливих виробничих факторів або приведення їх рівня на робочих місцях у відповідність до нормативно-правових актів з охорони праці;
- Проведення атестації робочих місць;
- Проведення навчання і перевірки знань з охорони праці;
- Забезпечення працівників спеціальним одягом, взуттям або засобами індивідуального захисту згідно з нормами законодавства або колективного договору;
- Забезпечення працівників, зайнятих на роботах з важкими та шкідливими умовами праці, лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними продуктами, газованою солоною водою;
- Проведення медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах або в умовах шкідливих чи небезпечних умов праці, а також щорічних обов'язкових медичних оглядів осіб віком до 21 року.

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

8.3 Пожежна безпека приміщення

Аналізуючи можливі причини пожеж і речовини, що можуть горіти, слід зазначити:

- Несправність електроустаткування, наприклад, пробій ізоляції або механічні ушкодження;
- Порушення протипожежного режиму, такі як паління в недозволених місцях чи використання побутових електронагрівальних приладів.

Горючі речовини включають меблі (столи, стільці, тумбочки), папір (документація, папір для принтера, шпалери), конструктивні елементи приміщення (покриття підлог, двері, віконні рами) та конструктивні елементи комп'ютера (корпуса принтерів, дисплеїв, клавіатур, кабельні лінії, монтажні плати, радіодеталі).

Оскільки всі ці речовини є твердими горючими матеріалами, приміщення відноситься до пожежонебезпечної категорії "В". Приміщення оснащено ручними вуглекислотними вогнегасниками ОУ-8 у кількості 3 штук, що відповідає нормам ППБУ-96.

Приміщення обладнані пожежними оповіщувачами димового типу дії ВТЛ-1, встановленими на стелі. Аналіз шляхів евакуації проведено з урахуванням нормативних значень та фактичних характеристик, що дозволяє зробити висновок про дотримання основних норм пожежної безпеки у даному приміщенні.

8.4 Нормування шкідливих речовин в повітрі робочої зони

Повітря – важливий фактор забезпечення життя, але з розвитком діяльності людини з'явилася загроза від шкідливих речовин, які вона використовує. Органи чутливості людини не завжди можуть визначити наявність шкідливих речовин у повітрі. Для забезпечення здорових і безпечних умов праці необхідні гігієнічне нормування шкідливих речовин, надійні методи їх визначення в повітрі та сучасне технічне і організаційне забезпечення їх нейтралізації.

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

У чистому повітрі є шкідливі гази, такі як оксид вуглецю, водень, оксиди азоту, але їх концентрація зазвичай не становить загрози для здоров'я. Шкідливі речовини у повітрі називають емісіями, а їх присутність у безпосередній близькості від джерела – імісією.

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) визначає забруднення повітря як присутність речовин в атмосфері у такій кількості та часі, що спричиняють шкоду людям, тваринам, рослинам та майну.

На промислових підприємствах повітря робочої зони може бути забруднене шкідливими речовинами, які виникають під час технологічного процесу або містяться у сировині та напівпродуктах.

Гранично допустима концентрація (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони – це така концентрація, що при її щоденному впливі не викликає захворювань або зниження працездатності під час трудової діяльності та в наступному житті, а також не впливає на здоров'я нащадків.

Контроль повітря робочої зони здійснюється методом індикаторного, санітарно-хімічного та безперервного-автоматичного аналізу.

Забруднене повітря робочої зони можна очистити за допомогою вентиляції, аспірації або кондиціонування. Для захисту працівників від шкідливих речовин використовуються спецодяг, захисні креми та паст

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи розроблено комп'ютеризовану систему збору та візуалізації інформації на 3 різних дисплеях

Основними елементами системи є дисплеї: LCD, OLED, комп'ютера та плата Arduino Nano.

Похибка вимірювального каналу 2,72 %.

Надійність розробленої системи: 14500 годин безвідмовної роботи.

Розраховані характеристики задовільняють вимоги технічного завдання.

У якості графічного матеріалу надано структурну та електричну принципу схему, топологія друкованої плати, перелік елементів, що використовуються при побудові. Щодо програмного та алгоритмічного забезпечення надано відповідні коди програм серед яких два для плати Arduino Nano, один для комп'ютера та зображено відповідні блок-схеми алгоритму.

Розроблена система дозволить візуалізувати виміряні дані для кращого сприйняття, практично задіяти систему можна як дома, так і в промисловій зоні.

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Характеристики OLED дисплею [Електроний ресурс] – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod1263-oled-displei-modyl-belii>.
2. Датчик вуглекислого газу CO2 [Електроний ресурс] – Режим доступу: <https://www.mini-tech.com.ua/datchik-co2>.
3. Барометричний Датчик [Електроний ресурс] – Режим доступу: <https://arduino.ua/ru/prod1930-bme280-5v-i2c-datchik-temperaturyri-vlajnosti-davleniya>.
4. Arduino Nano [Електроний ресурс] – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod166-arduino-nano-v3-0-avr-atmega328p-s-raspayannimi-razemami>.
5. LCD дисплей [Електроний ресурс] – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod319-lcd-2004-simvolnii-displei-20x4-sinii>.
6. Комп'ютерний монітор [Електроний ресурс] – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BE%D1%80>
7. EasyEda [Електроний ресурс] – Режим доступу: <https://easyeda.com>.
8. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.
9. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи освітнього ступеня «бакалавр» // Розробники: Подчашинський Юрій, Чепюк Ларіна, Петросян Руслан, 2022. – 63с.
10. Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи : підручник. У 2 ч. Ч. 1. Мікропроцесорні системи/ А. О. Новацький. – Електронні текстові дані (1 файл: 16,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2020. – 361с.
11. Дисплей Засоби відображення інформації. Частина 1 : навчальний посібник / Л. В. Крилик, О. О. Селецька, І. В. Сухоцька. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 82 с.

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

12. PyCharm [Електроний ресурс] – Режим доступу:
<https://www.jetbrains.com/pycharm/>

13. Arduino IDE [Електроний ресурс] – Режим доступу:
<https://www.arduino.cc/en/software>

14. Що таке візуалізація даних, і як вона спрощує роботу з інформацією [Електроний ресурс] – Режим доступу:
<https://netpeak.net/uk/blog/shcho-take-vizualizatsiya-danikh-i-yak-vona-sproshchue-robotu-z-informatsieyu/>

15. Блок живлення Sunny 5В [Електроний ресурс] – Режим доступу:
<https://arduino.ua/prod1591-blok-pitaniya-sunny-5v-microusb-2-1a>

16. Основи електроніки : навч. посіб. / А. С. Васюра, Г. Д. Дорощенко, В. П. Кожем'яко, Г. Л. Лисенко. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 197с.

17. Що таке Arduino [Електроний ресурс] – Режим доступу:
<https://bitkit.com.ua/shho-take-arduino>

					МММТ.480.014.019 – ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		