

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інформаційних технологій та телекомунікацій

(повне найменування інституту, факультету)

Інформаційних технологій електронних засобів

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

Магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОЇ ТЕРМОМЕТРІЇ РОБІТНИКІВ НА
ПІДПРИЄМСТВАХ

Виконав: студент(ка) 6 курсу, групи РТ-519м

Спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Інтелектуальні технології мікросистемної
радіoeлектронної техніки

Керівник

Фурманова Н.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Васильченко В.В.

(прізвище та ініціали)

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Радіоелектроніки та телекомунікацій
Кафедра Інформаційні технології електронних засобів
Ступінь вищої освіти Магістр
Спеціальність 142 Телекомунікації та радіотехніка
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) Інтелектуальні технології мікросис-
темої радіоелектронної техніки
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Шинько І.Н.

« 15 » грудня 20 20 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Уданина Юлія Сергіївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Система автоматизованої
термометрії робітників на підприємствах

керівник проєкту (роботи) Фурманова Наталія Іванівна, к.т.н, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 15 » листопада 20 20 року № 325

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 18 грудня
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) інфрачервоний датчик температури,
діапазон температури тіла людини при якому вона
вважається здоровою

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вивчення предметної області, огляд аналогів, розробка
структурної схеми, розробка програмного забезпечення для ПК,
розробка методології по збільшенню точності безконтактного
вимірювання температури, охорона праці, організаційно-
економічні розрахунки, висновки, перелік посилань, додатки

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

18 слайдів

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	Фуршанова Н.І.		
2	Фуршанова Н.І.		
3	Фуршанова Н.І.		
4	Фуршанова Н.І.		
5	Левченко Н.М.	10.10.20	16.12.20
6	Дімітров Ю.В.		
7	Поспеева І.Є.		

7. Дата видачі завдання « 01 » вересня 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Опис принципів роботи інформаційної термінометрії	9.10.20	
2	Постановка технічного завдання	11.10.20	
3	Розробка структури системи	12.10.20	
4	Розробка апаратного модуля	20.10.20	
5	Розробка бази даних	15.11.20	
6	Розробка програмного забезпечення для ПК	25.11.20	
7	Розробка методів підвищення точності термінометрії	02.12.20	
8	Оформлення ПЗ та захист дипломного проєкту	18.12.20	

Студент(ка)

(підпис)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

Чарниш Ю.С.
(прізвище та ініціали)

Фуршанова Н.І.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до магістерської роботи: 104 сторінок, 33 рисунків, 30 таблиць, 17 джерел, 2 додатки.

Мета роботи. Розробка методики автоматизованого контролю температури тіла робітників на прохідних підприємств, та розробка методів підвищення точності безконтактного вимірювання температури тіла.

Об'єкт дослідження. Методика безконтактного контролю температури тіла людини та методи підвищення точності вимірювань температури.

Предмет дослідження. Система безконтактного температурного контролю тіла людини на прохідних підприємств та методи підвищення точності безконтактного вимірювання температури.

У першому розділі розглядаються огляд області розробки та постановка завдань магістерської роботи, огляд необхідності використання температурного контролю тіла на підприємствах, принципи інфрачервоної термометрії, описуються параметри системи, що розробляється та розгляд аналогів.

У другому розділі проводиться розробка та опис структурної схеми системи, вибір елементів апаратної частини системи та розробка конструкції приладу вимірювання.

У третьому розділі розробляється структура бази даних, алгоритм, інтерфейс та текст програми.

Четвертий розділ включає в себе методичне забезпечення по підвищенню точності безконтактного вимірювання температури.

У п'ятому розділі проводиться розрахунок економічної ефективності та теоретичної окупності науково-дослідного проекту.

У шостому розділі розглядаються питання з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

ТЕМПЕРАТУРИНИЙ КОНТРОЛЬ, ІНФРАЧЕРВОНИЙ ДАТЧИК TEMПЕРАТУРИ,
МІКРОКОНТРОЛЕР, ПЛАТА КЕРУВАННЯ, СТРУКТУРНА СХЕМА, АЛГОРИТМ,
ПРОГРАМА

ЗМІСТ

Реферат	4
Вступ.....	7
1 Огляд області розробки та постановка задач	8
1.1 Необхідність застосування систем автоматичної термометрії тіла на підприємствах	8
1.2 Принципи інфрачервоної термометрії	12
1.3 Огляд аналогів та постановка задач дослідження та розробки	20
2 Розробка структури, схеми та конструкції системи автоматичної термометрії.....	23
2.1 Розробка структури системи	23
2.3 Розробка конструкції системи	30
3 Розробка програмного забезпечення системи.....	34
3.1 Розробка алгоритмів роботи програмних компонентів системи.....	34
3.2 Розробка програми керуючого мікроконтролера.....	44
3.3 Розробка програми обліку на ПК.....	47
3.4 Опис роботи з системою.....	49
4 Розробка методів оптимізації автоматичної термометрії тіла людини	54
5 Економічне обґрунтування роботи.....	62
5.1 Планування науково-дослідницької роботи	62
5.2 Визначення трудомісткості та тривалості НДР	62
5.2.1 Складання мережевого графіка.....	66
5.3 Визначення витрат на розробку програмно-апаратного модуля для автоматичної очистки каналізації.....	70
5.3.1 Розрахунок заробітної плати	70
5.3.1 Визначення витрат на матеріали.....	71

	6
5.3.2 Розрахунок витрат на електроенергію	72
5.3.3 Розрахунок вартості спецобладнання	73
5.4 Розрахунок економічної ефективності НДР	74
5.5 Розрахунок планового прибутку.....	75
6 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	77
6.1 Аналіз потенційних небезпек.....	77
6.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки.....	78
6.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	83
6.4 Заходи з пожежної безпеки	86
6.5 Евакуація під час надзвичайних ситуацій	90
Висновки	93
Перелік посилань.....	95
Додаток А – Програма керуючого мікроконтролера.....	97
Додаток Б – Модуль з'єднання з термометром.....	100

ВСТУП

Вимірювання температури тіла звичайними градусником може стати утомливим процесом, особливо, коли це доводиться робити часто і самому хворому. До того ж, при високій температурі і слабкому освітленні людям з ослабленим зором дуже важко розглянути вузьку смужку на рідинного термометра. На допомогу може прийти цифровий термометр з РК-дисплеєм, де температура показується більш наочно. Але і вони вимагають досить тривалого процесу вимірювання і до того ж його точність залежить від щільності прилягання датчика до тіла.

Хорошим рішенням для швидкого і точного вимірювання температури тіла є інфрачервоний безконтактний термометр, який в професійних колах називають пірометр. Він дозволяє за частки секунди виконати замір і відобразити її на великому РК-дисплеї.

При поширенні коронавірусної інфекції COVID-19 широке застосування знайшли безконтактні (інфрачервоні) градусники, які мають безліч переваг.

Але щоб вони показували точні дані, потрібно провести калібрування. Саме так називається процес встановлення залежності між показниками термометра і розміром вимірюваної величини.

Безконтактні термометри відмінно підходять для вимірювання температури пацієнтів з коронавірусною інфекцією.

Головним достоїнством в ситуації, що на сьогоднішній день ситуації є те, що при знятті показників прилади не контактують з тілом. Залежно від моделі приладу температура може вимірюватися на відстані від 4-х до 15 сантиметрів.

Безконтактний градусник має зовсім незначну похибку, яка може становити від 0.1 до 0.3. Отримані показники досить тривалий час зберігаються в пам'яті, тому при необхідності лікар завжди може їх переглянути.

В магістерській роботі розробляється система автоматизованої термометрії робітників на підприємствах.

1 ОГЛЯД ОБЛАСТІ РОЗРОБКИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ

1.1 Необхідність застосування систем автоматичної термометрії тіла на підприємствах

Підхопити новий коронавірус людина може через краплі, які виділяються при кашлі та чханні. Але є й інший шлях - наприклад, інфікована людина може прикрити долонею обличчя при чханні, а через кілька секунд цієї ж рукою відкрити входні двері. Наступні кілька людей обов'язково «заберуть» вірус з собою, а якщо вчасно не продезинфікують руки, то потруть очі або рот. Вірус майже гарантовано потрапить в їх організм.

Без вимірювання температури ймовірність появи на роботі зараженого співробітника кратно зростає. Хоча вимір температури на вході не може на 100% забезпечити епідеміологічну безпеку - є інкубаційний період і безсимптомний перебіг хвороби - так ймовірність розвитку несприятливого сценарію знижується.

Переваги дистанційного виміру температури тіла:

- дистанція. Залежно від завдання використовують апаратуру, яка зчитує температури тіла можна встановити на різну відстань від людини сканує простір на відстані 1-4 метра. Обстеження проходить без контакту і зупинки руху - таке рішення підходить для масової перевірки без заторів;

точність вимірювання. Похибка засобів безпеки становить 0,1-0,3°C.

- візуалізація результатів. Апаратура автоматично виводить параметри на дисплей і на екран комп'ютера, підсвічує зображення людей з підвищеною температурою.

- сповіщення. Залежно від налаштувань, при виявленні небезпеки прилад для вимірювання температури тіла людини на відстані відправляє оповіщення на пульт служби охорони, блокує прохід, включає сигнал тривоги.

Результати: прилад показує точну інформацію, допомагає виявити людей з симптомами коронавірусу і інших захворювань, працює як датчик охоронної мережі. При спрацьовуванні відомості зберігаються в системі.

При нинішньому рівні розвитку науки і техніки існує досить обмежений перелік точних засобів для вимірювання поверхневої температури тіла людини. Вони діляться на дві великі групи за методом застосування: контактні і безконтактні. Перша група - звичні нам градусники і термометри: ртутні, спиртові або електронні, друга - дистанційний термометр (пірометр) і епідеміологічні тепловізори, які, в свою чергу поділяються на ручні та стаціонарні.

Таблиця 1.1 – Показники точності та швидкості вимірювання температури різними типами пристроїв

Пристрій	Точність вимірювання, °C	Швидкість вимірювання
Ртутний градусник	0,1	1 людина за 10 хвилин
Електронний градусник	0,2	>1 людини за 1 хвилину
Пірометр	0,5	1 людина за 2 секунди
Ручний тепловізор	1	1 людина за 2-3 секунди
Стаціонарний тепловізор	0,3	за 0,5 секунди до 30 людей одразу

Звичайний ртутний градусник, який винайшов Фаренгейт 300 років тому, залишається найпростішим, точним і дешевим засобом вимірювання температури тіла людини.

Але ставити градусник кожному на прохідній підприємства, офісної будівлі або на пропускному терміналі аеропорту просто неможливо. Це закінчується величезними чергами і масою незадоволених.

Використання тепловізорів є дуже дорогим рішенням тому оптимальним методом для контролю температури на прохідних є використання пірометрів (інфрачервоних безконтактних вимірювачів).

Особливо гостро постало питання швидкого вимірювання температури тіла на пропускних пунктах підприємств різних сфер економіки. Контактні способи

вимірювання для даного завдання не дуже добре підходять через порівняно високого часу вимірювання, що в свою чергу уповільнює пропускну процес на підприємствах.

Рішення даного завдання на різних підприємствах проводиться двома способами:

1. Використання ручних пірометрів температури тіла
2. Використання автоматизованих пропускних пунктів термометрії тіла

Перший варіант передбачає роботу на пропусчному пункті людини який буде використовуючи ручний пірометр проводити виміри. Даний спосіб дешевший з точки зору вартості обладнання, але має ряд недоліків. В першу чергу це передбачає наявність додаткового штату працівників на пропускних пунктах. У випадках, коли на підприємствах і так передбачається наявність охоронців на входах цей недолік вирішується сам собою. Другим недоліком для більшості ручних пірометрів є відсутність можливості автоматизації обліку пропускового режиму. Третім недоліком є необхідність контакту працівника проводить температурний контроль з людиною, для якого термометрія проводиться, що є не сильно бажаним фактором в умовах пандемії тому викликає додатковий ризик зараження працівника пропускового пункту.

Другий варіант реалізації позбавлений зазначених недоліків, але є більш дорогим рішенням, а також дозволяє вносити додаткову погрішність, в разі якщо людина, для якого проводитиметься термометрія підносить до вимірника не ту частину тіла, яка передбачена для контролю.

Проведемо аналіз обох способів температурного безконтактного контролю.

Аналіз ручних пірометрів температури тіла

Основними показниками ручних пірометрів є:

- точність вимірювання;
- кут огляду (FOV);
- наявність контактного датчика (термопари) для калібрування;
- наявність лазерного цілевказателя;
- можливість запису фото / відео процесу вимірювання;
- наявність і спосіб передачі даних на ПК;

- реєстрація та утримання даних на дисплеї.

Таблиця 1.2 – Переваги та недоліки ручних пірометрів та автоматизованих систем вимірювання температури

Ручні пірометри	
Переваги	Недоліки
1) Невелика ціна	1) Необхідність спеціалізованого штату робітників 2) Відсутність можливості обліку проведених вимірювань 3) Необхідність знаходження працівника на близькій відстані від людини в якій вимірюється температура
Автоматизовані системи термометрії тіла	
Переваги	Недоліки
1) відсутність додаткового штату робітників 2) облік проведених вимірювань 3) автоматичне керування пропускним режимом на об'єкт 4) відсутність можливості зараження	1) висока ціна 2) можливість обманути систему

Таблиця 1.3 – Основні показники безконтактних систем вимірювання температури

Основні параметри ручних пірометрів	Основні параметри автоматизованих систем термометрії тіла
- точність вимірювання - кут огляду (FOV) - наявність контактного датчика	- точність вимірювання - частина тіла, для якої проводиться вимір - наявність, тип та точність датчиків

(термопари) для калібрування	відстані до шкіри при вимірюванні
------------------------------	-----------------------------------

Продовження таблиці 1.3

Основні параметри ручних пірометрів	Основні параметри автоматизованих систем термометрії тіла
- наявність лазерного цілевказателя - можливість запису фото / відео процесу вимірювання - наявність і спосіб передачі даних на ПК - реєстрація та утримання даних на дисплеї - дистанція вимірювання	- габаритні розміри - можливість запису фото / відео процесу вимірювання - спосіб передачі даних на ПК, додаткові інтерфейси передачі даних - наявність звукової, світлової індикації, дисплея в корпусі - можливість управління турнікетами і іншими силовими пристроями для пропуску на територію

1.2 Принципи інфрачервоної термометрії

Будь-яке нагріте тіло, що має температуру вище абсолютного нуля (273°K), в тому числі організм людини, випромінює електромагнітні хвилі в широкому спектрі частот. Фізична сутність теплового радіовипромінювання полягає в наявності заряджених частинок (електрони, іони), які знаходяться в хаотичному русі і мають властивості електричної або магнітної полярності. Електромагнітні хвилі поширюються по всьому об'єму тіла, досягають поверхні і, пройшовши через шкіру, частково випромінюються в навколишнє середовище. Інтенсивність цих процесів пропорційна температурі тіла і його випромінювальній здатності. Оскільки рух частинок хаотичний, вони створюють радіохвилі різної довжини.

Глибина ефективного вимірювання температури дорівнює товщині випромінюючого шару (скін-шар) і визначається як відстань, на яке поширюється електромагнітна хвиля від поверхні об'єкта до того шару, в якому її інтенсивність

зменшується в 2,73 рази. За інших рівних умов чим більше довжина хвилі, тим більше глибина, з якою можна реєструвати температурні обурення. Максимум інтенсивності теплового радіовипромінювання при звичайній температурі навколишнього середовища лежить в інфрачервоній області спектра (на довжині хвилі близько 10 мкм). Це зумовило доцільність створення ІЧ тепловидення (термографії) для дослідження температурних аномалій. Однак, вимір теплового випромінювання тіла людини в ІЧ діапазоні дає справжню температуру тільки самого верхнього шару шкіри товщиною в долі міліметра. Про температуру підлеглих тканин і органів можна судити опосередковано і лише, коли температурні зміни «проектуються» на шкірні покриви.

Інтенсивність теплового випромінювання тіла людини в надвисокочастотному (СВЧ) діапазоні на кілька порядків менше, ніж в ІЧ частини спектра. Зокрема, на довжині хвилі 17 см вона менше в 10 разів, тому для реєстрації теплових сигналів в цьому діапазоні потрібна апаратура з більш високою чутливістю. Перевагою даного діапазону вимірювань є те, що глибина проникнення випромінювання набагато більше, і можна отримувати дані про температурні параметри від внутрішніх органів і структур тіла людини, проте значно зменшується просторова роздільна здатність, внаслідок чого не можна отримати тепловий портрет досліджуваної області.

Людина як біологічне тіло, що має температуру в інтервалі від 31 до 42 ° С, є джерелом переважно ІЧ випромінювання. Основна частина власного випромінювання шкіри людини доводиться на діапазон хвиль з довжиною від 4 до 50 мкм. Максимальна спектральна щільність лежить в діапазоні близько 10 мкм, тобто в довгохвильовій області ІК випромінювання. Точніше можна розподілити інфрачервоне випромінювання шкіри людини наступним чином: на випромінювання з довжиною хвилі до 5 мкм доводиться до 1% всього випромінювання, з довжиною хвилі від 5 до 9 мкм - 20%, від 9 до 16 мкм - 30% і на більш довгохвильове випромінювання - 41%.

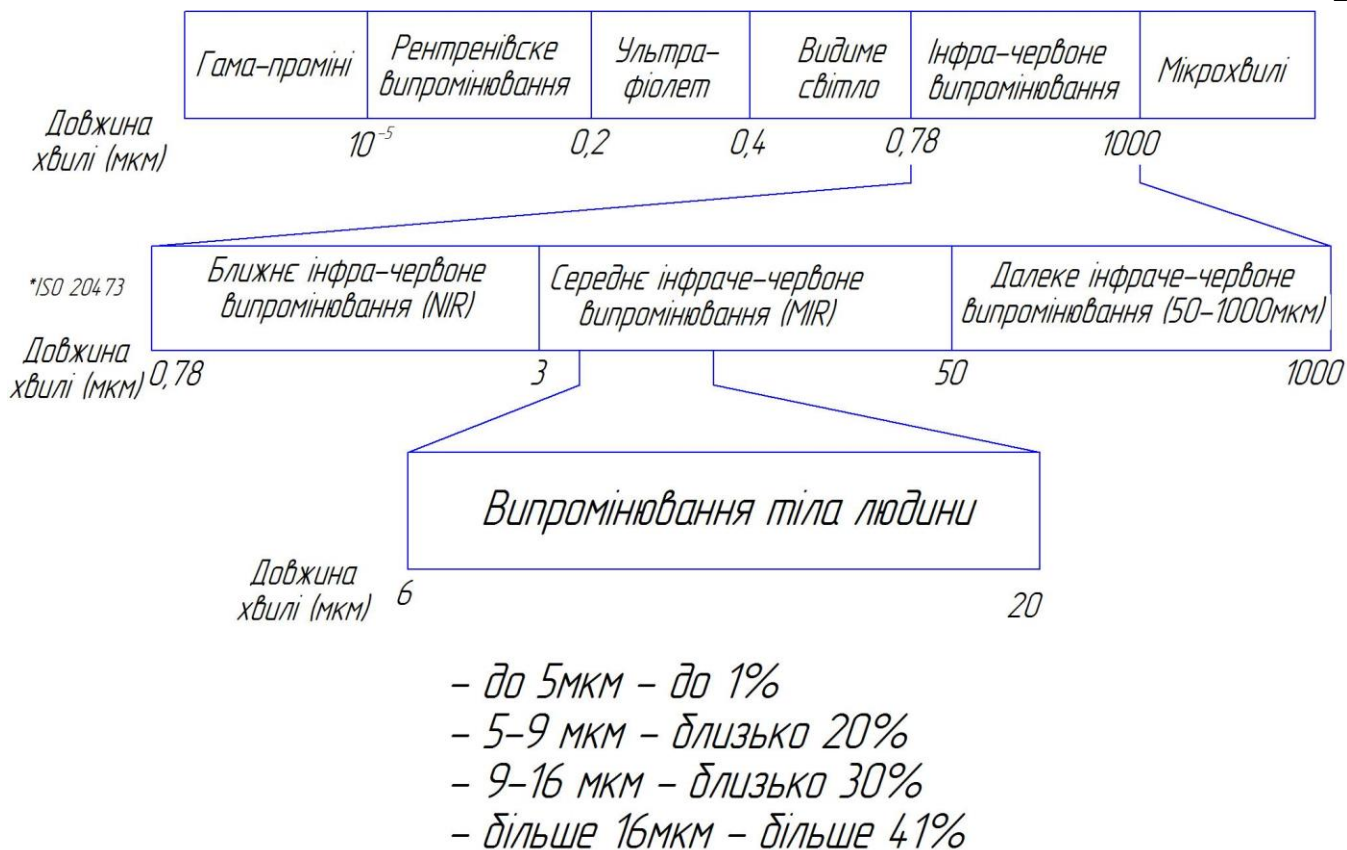


Рисунок 1.1 – Місце інфрачервоного випромінювання тіла людини в загальному спектрі випромінювання

Інфрачервоне випромінювання, що випускається об'єктом проходить крізь атмосферу і може за допомогою лінзи фокусуватися на детектор. Детектор генерує електричний сигнал, відповідний випромінюванню. Перетворення сигналу в пропорційну температурі об'єкта вихідну величину здійснюється за допомогою посилення сигналу і подальшої цифрової обробки. Вимірюється величина може відображатися на дисплеї або видаватися в якості електричного сигналу.

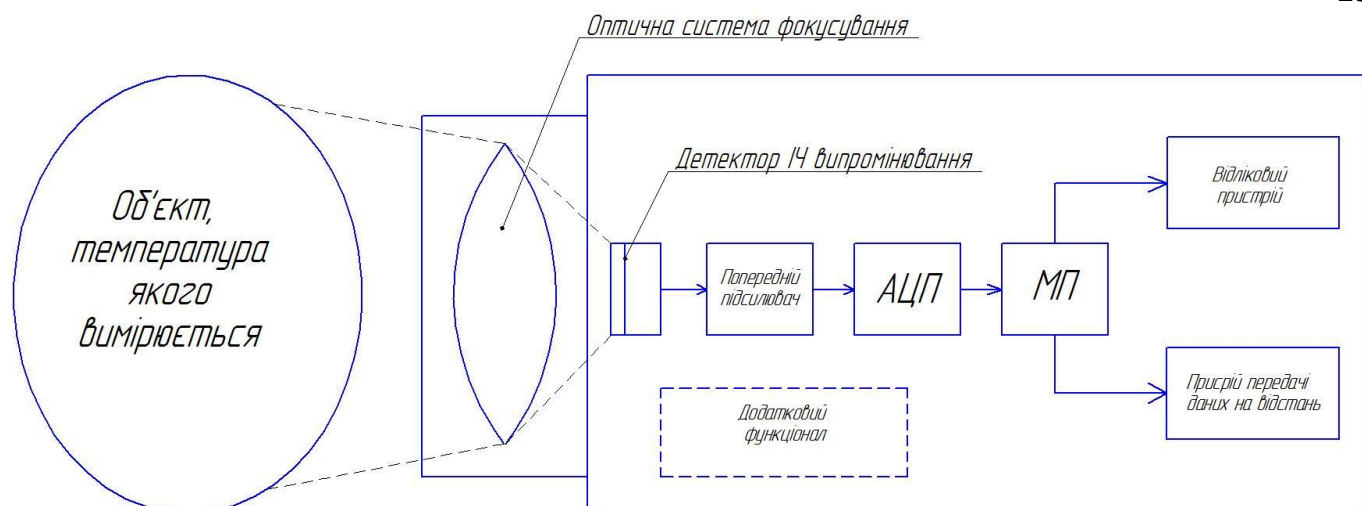


Рисунок 1.2 – Типова структура пірометра

Розрахунок температури за допомогою інфрачервоного випромінювання

Будучи приймачем випромінювання, детектор є найважливішим елементом кожного інфрачервоного термометра. Внаслідок надходить електромагнітного випромінювання виникає електричний сигнал, який можна точно проаналізувати. Сигнал детектора U і температура об'єкта $T_{\text{об'єкта}}$ мають наступний взаємозв'язок:

$$U \sim \varepsilon \cdot T_{\text{obj}}^4 \quad (1.1)$$

де U – сигнал детектора

ε – ступінь випромінювання об'єкта, що залежить від матеріалу об'єкта, температура якого вимірюється

T_{obj} – абсолютна температура об'єкта, що вимірюється

Сигнал детектора, отриманий з об'єкта випромінювання в загальному спектрі випромінювання, збільшується пропорційно четвертого ступеня абсолютної температури об'єкта. Це означає наступне: якщо температура об'єкта вимірювання збільшується в два рази, сигнал детектора підвищується на коефіцієнт 16.

Оскільки необхідно враховувати разом зі ступенем випромінювання ε об'єкта і відбите випромінювання навколишнього середовища на поверхню об'єкта токр. пор. і власне випромінювання інфрачервоного термометра $T_{\text{піром.}}$ (C - специфічна для пристрою постійна), формула змінюється наступним чином:

$$U = C \cdot (\varepsilon \cdot T_{obj}^4 + (1 - \varepsilon) T_{amb}^4 - T_p^4) \quad (1.2)$$

де C — специфічна стала для окремого пристрою, що залежить від оптичної системи фокусування

ε — ступінь випромінювання об'єкта, що залежить від матеріалу об'єкту, температура якого вимірюється

T_{obj} — абсолютна температура об'єкта, що вимірюється

T_{amb} — абсолютна температура зовнішнього середовища

$(1 - \varepsilon) T_{amb}$ — відбите випромінювання зовнішнього середовища

T_p — абсолютна температура корпусу датчика пірометра

До того ж, інфрачервоні термометри працюють не в загальному спектрі випромінювання. Показник ступеня n залежить від довжини хвилі. Показник n для довжин хвиль від 1 до 14 мкм знаходиться в діапазоні 17 ... 2, у короткохвильових вимірювальних приладів для визначення температури металу (від 1,0 до 2,3 мкм) — між 15 ... 17:

$$U = C \cdot (\varepsilon \cdot T_{obj}^n + (1 - \varepsilon) T_{amb}^n - T_p^n) \quad (1.3)$$

Температура об'єкта розраховується за допомогою перестановки останньої формули. Результати розрахунків для всіх зустрічаються значень температури в вигляді сімейства кривих зберігаються в пам'яті постійній пам'яті інфрачервоного термометра:

$$T_{obj} = \sqrt[n]{\frac{U - C \cdot T_{amb}^n + C \cdot \varepsilon T_{amb}^n + C \cdot T_p^n}{C \varepsilon}} \quad (1.4)$$

Інфрачервоні термометри отримують досить сигналу для вимірювання температури. Виходячи з рівнянь видно, що поряд з областю довжини хвилі (спектр випромінювання) важливе значення має і відбите випромінювання навколишнього середовища і коефіцієнт випромінювання, коли потрібно точно визначити температуру. Значення даного параметра виводиться і пояснюється в подальшому.

Модель АЧТ - важлива опорна характеристика

Модель АЧТ утворює базу для розуміння фізичних основ безконтактної технології вимірювання температури і калібрування інфрачервоних термометрів.

З одного боку, модель АЧТ є тіло, яке поглинає все падаюче на нього випромінювання; на ньому не з'являється ні відображення ($\rho = 0$), ні передача ($\tau = 0$). Його коефіцієнт поглинання α становить одиницю. З іншого боку, модель АЧТ в залежності від своєї власної температури для кожної довжини хвилі випускає максимально можливу кількість енергії. Його коефіцієнт випромінювання ε також становить одиницю.

Конструкція моделі АЧТ дуже проста. Нагрівається закрите порожнисте тіло, яке на одному кінці має невеликий отвір. Якщо це тіло довести до будь-якої, але постійної температури, то ця порожнина буде перебувати в температурному рівновазі, і з отвору виходитиме ідеалізоване випромінювання загального електромагнітного спектру.

Закон випромінювання Планка показує основну взаємозв'язок для безконтактного вимірювання температури. Він описує специфічне спектральне випромінювання $M_{\lambda s}$ моделі АЧТ в півпросторі в залежності від своєї температури T і розглянутої довжини хвилі λ (c : швидкість світла, h : квант дії по Планку):

$$M_{\lambda s}(\lambda, T) = \frac{2\pi h c^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\left(\frac{hc}{\lambda k T}\right)} - 1} \quad (1.5)$$

На діаграмі (рис. 1.3) для прикладів температури показано в кожному випадку в логарифмічному вигляді спектральний випромінювання $M_{\lambda s}$ моделі АЧТ вище довжини хвилі λ .

Можна вивести кілька взаємозв'язків. Коротка характеристика двох з них дається далі. За рахунок інтеграції спектральної інтенсивності випромінювання по всіх довжинах хвиль від нуля до нескінченності отримують величину для всього випускається тілом випромінювання. Цей взаємозв'язок позначають як Закон Стефана-Больцмана. Практичне значення безконтактного вимірювання температури вже пояснювалося в розділі з розрахунку температури.

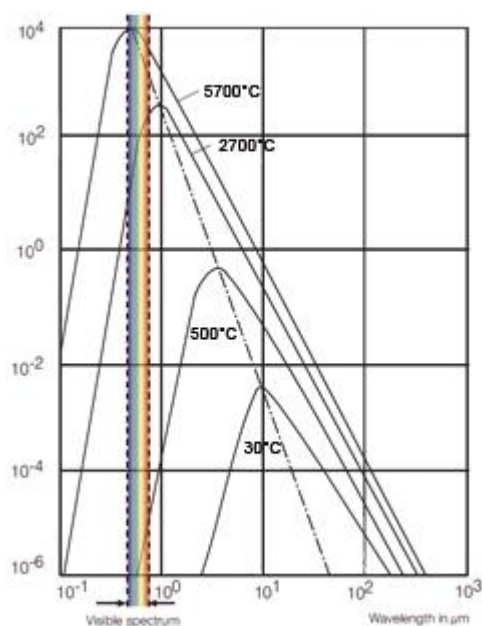


Рисунок 1.3 – Хід специфічного спектрального випромінювання чорного тіла

Другим видимим з графічного зображення взаємозв'язком є те, що довжина хвилі, при якій виникає максимальна інтенсивність випромінювання, при збільшенні температури зміщується в область короткохвильового діапазону. Ця характеристика лежить в основі Закону зміщення Віна і виводиться шляхом диференціювання з рівняння Планка.

Отже, висока інтенсивність випромінювання є підставою, але не найважливішим, для того, чому метали, що мають високу температуру, вимірюються при коротких довжинах хвиль. У довгохвильовому діапазоні теж є вельми висока інтенсивність. Найбільший вплив надають коефіцієнт випромінювання і відображення, а також впливають з них помилки вимірювання, оскільки у випадку з металом мова йде про селективному випромінювачі.

Металеві поверхні в якості селективного випромінювача

В реальності чи тіло відповідає ідеалу АЧТ. На практиці ж поверхні випромінювача використовуються для калібрування датчиків, які в необхідному діапазоні довжин хвиль досягають коефіцієнти випромінювання до 0,99. За допомогою коефіцієнта випромінювання ϵ (епсилон), який показує співвідношення реальної величини випромінювання об'єкта і чорного випромінювача при однаковій температурі, можна прекрасно вимірювати температуру об'єкта за допомогою

вимірювання випромінювання. Коефіцієнт випромінювання при цьому завжди знаходиться між нулем і одиницею; недостатня частка випромінювання компенсується за допомогою вказівки коефіцієнта випромінювання.

Багато вимірювані поверхні мають постійний коефіцієнт випромінювання вищих довжин хвиль, але випускають в порівнянні з АЧТ менше випромінювання. Вони називаються сірими випромінювачами. Велика кількість неметалічних матеріалів мають як мінімум в довгохвильовій спектральній області, незалежно від властивостей їх поверхні, високим і відносно постійним коефіцієнтом випромінювання.

Об'єкти, чиї коефіцієнти випромінювання серед іншого залежать від коефіцієнта випромінювання і довжини хвилі, наприклад, металеві поверхні, називаються селективними випромінювачами. Є кілька важливих причин, за якими вимір металів має завжди виконуватися в короткохвильовому діапазоні. По-перше, металеві поверхні при високих температурах і коротких довжинах вимірюваних хвиль (2,3 мкм 1,6 мкм; 1,0 мкм, 0,525 мкм) мають не тільки максимальну інтенсивність випромінювання, але і максимальний коефіцієнт випромінювання. По-друге, тут вони зрівнюються з коефіцієнтом випромінювання оксидів металів, так що похибки температури, викликані змінним коефіцієнтом випромінювання (мінливістю), зменшуються.

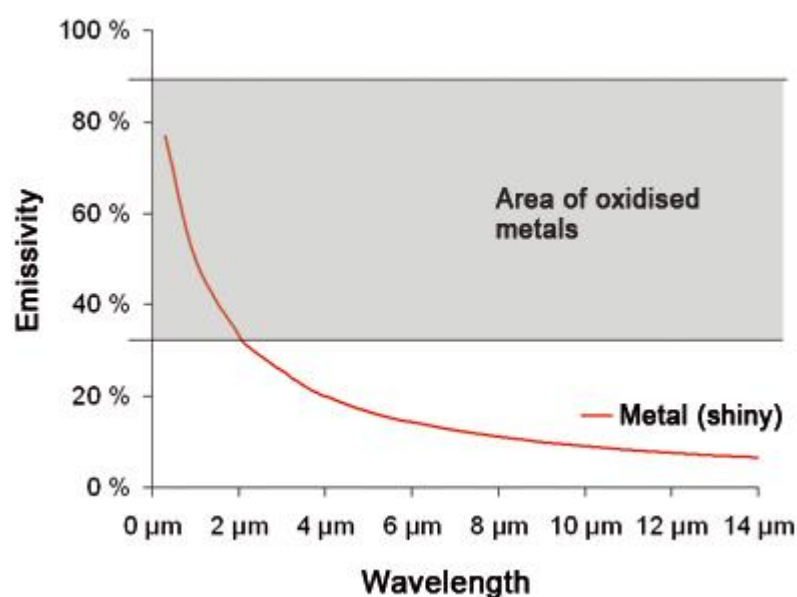


Рисунок 1.4 – Залежність інтенсивності випромінювання від довжини хвилі.

Іншим важливим моментом, що впливає на вибір інфрачервоного термометра, що виконує вимірювання в діапазоні коротких хвиль, є та обставина, що метал в порівнянні з іншими матеріалами може володіти невідомими коефіцієнтами випромінювання. Пірометри, що виконують вимірювання в діапазоні коротких хвиль, істотно зменшують похибки вимірювання при неправильно налаштованому коефіцієнті випромінювання.

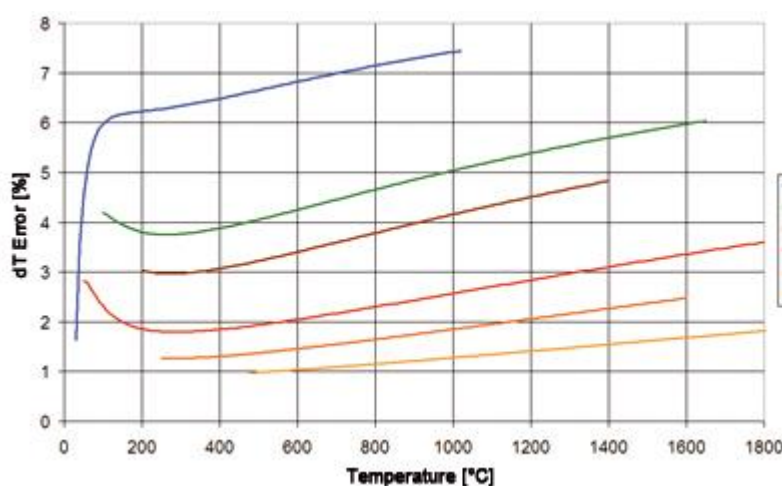


Рисунок 1.5 – Залежність похибки вимірювання від температури

1.3 Огляд аналогів та постановка задач дослідження та розробки

В процесі виконання магістерської роботи було проведено огляд аналогів. Найближчим аналогом приладу, що проектується є безконтактний вимірювач температури adelix ts-50.

Основні особливості:

Оперативне вимірювання температури тіла людини з високою точністю (температурний скринінг) в пропускних системах контролю доступу. Наявність звукового і світлового сигналу оповіщення за результатами вимірювання.

Самостійне визначення температури без зайвих витрат часу і залучення співробітників охорони або іншого додаткового персоналу.

Принцип роботи:

Для швидкого і точного вимірювання температури тіла необхідно помістити зап'ясті людини поруч з точкою виявлення на відстані 1-3 см. При проходженні

контролю персонал самостійно виконує вимірювання температури і при отриманні позитивного результату отримує доступ на захищену територію.

Звуковий і колірною індикацією система сповістить про результати вимірювання, що дозволить запобігти поширенню інфекції.

На екрані відображається температура або підказки «Go» або "Stop" (налаштовується клієнтом). Поріг сигналу тривоги також регулюється (37,2 ° C за замовчуванням).

Сканер легко інтегрується в існуючі системи контролю доступу та турнікети, а також підключається до систем оповіщення та збору інформації. Прилад зберігає в пам'ять до 200тис вимірювань. Їх можливо перенести на USB-накопичувач за допомогою файлу ключа.

TS-50 може бути оснащений зчитувачем ID-карт, завдяки чому кожне вимір отримує ID-номер з прив'язкою за часом і датою (на вимогу клієнта при замовленні).



Рисунок 1.6 – Зовнішній вигляд вимірювача TS-50

Принцип роботи:

Для вимірювання температури, необхідно піднести зап'ясті до точки виявлення на сканері (відстань - 1-3 см). Сканер вважає температуру, і вона висвітлиться на дисплеї. Якщо температура тіла в нормі загоряється зелений індикатор (в разі якщо сканер підключений до системи контролю доступу розблокується турнікет або електромагнітний замок). Якщо температура вище

норми, спалахує червоний індикатор і спрацьовує звуковий сигнал тривоги, залучаючи охорону або інша відповідальна особа.

Переваги:

- швидкість вимірювання - 1-2 секунди;
- безпека - відсутність прямого контакту між людиною і сканером, можливість дотримуватися безпечної дистанції в умовах епідемії або пандемії;
- точність вимірювання - похибка $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$;
- індивідуальний підхід - сканер можна адаптувати під різні завдання і умови експлуатації;
- сфера застосування – будь-які установи з великим потоком людей.

До недоліків більшості існуючих аналогів треба віднести відсутність можливості зберігання даних про час та параметри вимірювання, а також відсутність можливості керування навантаженнями прохідної (наприклад турнікету).

В магістерській роботі пропонується розробка автоматизованого приладу вимірювання температури з можливістю керування пропускними механізмами та зберіганням даних проведених вимірювань.

Розроблювальна система повинна:

- мати точність вимірювання не нижче $0,2^{\circ}\text{C}$;
- мати датчик відстані, що дозволить підвищити точність та визначити момент початку вимірювання;
- мати можливість збереження проведених вимірювань з вказанням часу;
- мати можливість задавати граничні температури допуску людини на підприємство;
- забезпечувати можливість керування навантаженнями (наприклад пропускними механізмами).

2 РОЗРОБКА СТРУКТУРИ, СХЕМИ ТА КОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОЇ ТЕРМОМЕТРІЇ

2.1 Розробка структури системи

Розроблена структурна схема системи наведена на рис.2.1.

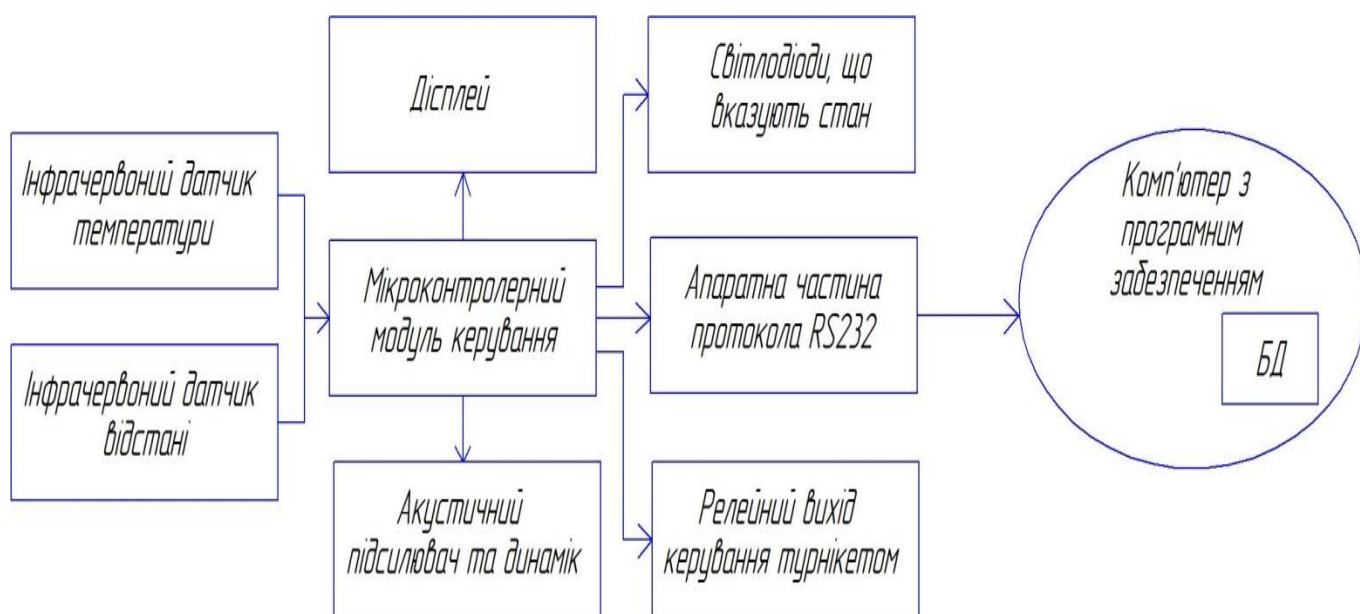


Рисунок 2.1 – Структура розроблювальної системи

Основним елементом системи є інфрачервоний датчик температури, що проводить вимірювання та передає дані на мікроконтролерний модуль керування. Також на мікроконтролерний модуль керування поступає сигнал з датчика відстані.

Програма мікроконтролера проводить перерахунок отриманої інформації в залежності від виставлених коефіцієнтів та передає отриману інформацію на комп'ютер.

Комп'ютерна програма зберігає отримані дані в базі даних та відображає у таблиці. В залежності від значення температури запис підсвічується різним кольором та у випадку перевищення температур тіла додатково сповіщує користувача.

До мікроконтролерного модулю також приєднаний дисплей котрий відображає виміряні параметри, що зручно для того хто виміряє свою температуру тіла. Додатково реалізовані червоний та зелений світлодіоди, що показують знаходиться температура в нормі чи перевищена.

Для інформування користувача про закінчення процесу вимірювання та для сповіщення про перевищення допустимої температури до мікроконтролерного модуля додатково приєднаний динамік через акустичний підсилювач.

Система може також керувати пропускним електромеханічним приладом (турнікет, електронний замок і т.д.) для цього в приладі реалізовано додаткові контакти для приєднання таких пристроїв.

2.2 Вибір функціональних елементів системи

У якості температурного датчика було обрано датчик MLX90614ESF-DCI оскільки він має необхідну точність та невеликий кут огляду, що дає можливість фокусуватися на об'єкті вимірювання навіть на відстані до 2м.



Рисунок 2.2 – Інфрачервоний датчик температури MLX90614ESF-DCI

Особливості та переваги

- невеликий розмір, низька вартість;
- легко інтегрувати завдяки використанні шини I²C;
- заводська калібровка в широкому діапазоні температур:
 - 40... + 125 ° C для температури датчика
 - 70 ... + 380 ° C для температури об'єкта.
- висока точність 0,5 ° C при широкій температурі (0... + 50 ° C для T_a і T_o);

- калібрування з високою (медичною) точністю;
- роздільна здатність вимірювань $0,02^{\circ}\text{C}$ при вимірюваннях в діапазоні температури тіла людини;
- настроюваний ШІМ-вихід для безперервної роботи;
- режим сну для зменшення споживання енергії;
- різні варіанти корпусів;

MLX90614 - це інфрачервоний термометр для не контактного вимірювання температури. Обидва чутливі елементи ІЧ мікросхеми детектора термоелементів і система кондиціонування сигналу ASSP інтегровані в один корпус TO-39.

Завдяки маломощному підсилювачу, 17-бітному АЦП і потужному блоку DSP, досягнута висока точність і роздільна здатність термометра.

Розрізняють деяку класифікацію датчиків температури моделі MLX90614 в залежності від різних параметрів. Класифікація відображається на корпусі датчика у вигляді літер згідно таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Класифікація датчиків MLX90614

Модель	Діапазон	Тип корпусу	Додатковий код	Стандартна частина	Тип пакування
MLX90614	E(-40°C...+85°C) K(-40°C...+125°C)	SF(TO-39)	- X X X (1) (2) (3)	-000	-TU
(1) Живляча напруга/точність A – 5В B – 3В D – 3В медична точність		(2) Кіл-ть термоприймаючих зон A – одинарна зона B – двійна зона C – градієнтна компенсація		(3) Опції пакування A – стандартне пакування C – 35° FOV F – 10° FOV H – 12° FOV I – 5° FOV	

В якості мікроконтролерного модуля було обрано плату Arduino Nano завдяки наявності необхідної кількості портів, невеликому розміру, зручності розробки та зміни програмного коду.

Arduino Nano входить у трійку найпопулярніших платформ ардуїно. Вона дозволяє створювати компактні пристрої, використовуючи той же контролер, що і в Arduino Uno. Назва платі нано говорить само за себе - вона дійсно має невеликі розміри при тій же функціональності.



Рисунок 2.3 – Плата Arduino Nano

Технічні характеристики Arduino Nano:

- напруга живлення 5В;
- вхідне живлення 7-12В (рекомендований);
- кількість цифрових пинов - 14, з них 6 можуть використовуватися в якості виходів ШІМ;
- 8 аналогових входів;
- максимальний струм цифрового виходу 40 мА;
- флеш пам'ять 16 Кб або 32 Кб, в залежності від чіпа;
- ОЗП 1 Кб або 2 Кб, в залежності від чіпа;
- EEPROM 512 байт або 1 Кб;
- тактова частота 16 МГц;
- розміри 19 x 42 мм;
- вага 7 г

Живлення плати може здійснюватися двома способами:

- через mini-USB або microUSB при підключенні до комп'ютера;
- через зовнішнє джерело живлення, що має напругу 6-20 В з низьким рівнем пульсацій.

В якості дисплею було обрано рідкокристалічний монохромний двостроковий текстовий індикатор на мікросхемі HD44780.



Рисунок 2.4 – Рідинно-кристалічний індикатор на чіпі HD44780

Характеристики дисплею.

- розміри: 80 x 36 мм;
- робоча температура: 0-50°C;
- підсвічування: блакитне;
- колір символів: білий;
- розмір символу: 4,35 x 2,95 мм;
- формат: 16 x 2
- розмір точки: 0,5 x 0,5 мм
- інтерфейс: HD44780
- видима область: 64,5 x 13,8 мм
- напруга живлення: 5В

Як відомо, комунікаційний послідовний інтерфейс RS-232 працює в діапазоні напруг (від -15В до +15 В), які не сумісні з логічними рівнями сучасних комп'ютерів. З іншого боку, традиційна TTL логіка комп'ютера працює між 0В ... +5. У сучасних схемах з малим енергоспоживанням логічні рівні можуть бути в діапазоні від 0В і до +3,3 або навіть нижче.

Виходить, що максимальні рівні сигналів RS-232 дуже високі для електронної логіки сучасних комп'ютерів, не кажучи вже про негативні рівнях напруги інтерфейсу RS-232. Тому, щоб отримувати послідовні дані з інтерфейсу RS-232, напруга повинна бути знижений і інвертованого для лог. 0 і лог. 1. У зворотному ж напрямку (відправка даних з будь-якого зовнішнього пристрою в сторону RS-232) напруга низького логічного рівня необхідно підвищувати, а так само формувати негативне напруга для високого логічного рівня RS-232 (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Відповідність логічним рівням напруг інтерфесів

Логічний рівень	RS232	TTL
1	-15В...-3В	+2В...+5В
0	+3В...+15В	0В...+0,8В

Для перетворення TTL рівнів на виводах Arduino в рівні протокола RS232 для зв'язку з комп'ютером було обрано мікросхему Max232.

Мікросхема MAX232 перша створена інтегральна схема для RS-232, яка в одному корпусі містить все необхідне для узгодження рівнів RS-232 з дискретної логікою TTL - два передавачі і два приймача. Свою популярність мікросхема MAX232 заслужила через використання однополярного харчування в 5 вольт, а рівні напруги RS-232 (бл. -10 і +10 В) генеруються самою мікросхемою.

Це значно спрощує конструкцію схеми управління. При створенні пристроїв тепер немає необхідності використовувати харчування з трьома напруженнями (наприклад, -12, + 5В, і + 12В), а потрібно просто забезпечити простий однополярний п'яти-вольта джерело живлення, наприклад, за допомогою простого регулятора напруги 78L05.

Загальні характеристик мікросхеми MAX232:

- кількість передавачів – 2;
- кількість приймачів – 2;
- максимальна швидкість передачі даних – 120кбіт/с;
- напруга живлення – 5В;
- ESD захист – 2000В;
- робоча температура – -40°C...+85°C.

В якості датчика відстані було обрано лазерний датчик GY-530 на VL53L0X оскільки він має невеликі розміри, достатню точність та передає данні по стандартній шині I²C.

GY-530 VL53L0X - мініатюрний модуль датчика відстані та розпізнавання жестів. Швидке і точне вимірювання відстані до 2 м. Модуль підключається через поширений послідовний інтерфейс I2C для управління пристроєм і передачі даних. Напруга живлення модуля 5В.

VL53L0X оснащений передовою матрицею на основі високочутливих однофотонних лавинних діодів. Принцип роботи заснований на запатентованій STMicroelectronics технології FlightSense™.

Поверхнево-випромінюючий лазер VCSEL з довжиною хвилі 940 нм, виконує в датчику відстані VL53L0X роль джерела оптичного сигналу. Він оснащений вбудованим інфрачервоним фільтром. Його світіння повністю невидимо для людського ока, і забезпечує більшу дистанцію вимірювання при меншій чутливості до рівня зовнішнього освітлення і більш стійкий до перехресним перешкод, що викликаються скляними поверхнями.

Датчик VL53L0X має вкрай низьке енергоспоживання.



Рисунок 2.5 – Лазерний датчик GY-530 на VL53L0X

Для підсилення звуку сповіщення на динаміку про режими роботи було обрано підсилювач РАМ8403 (рис. 2.6).



Рисунок 2.6 – Підсилювач РАМ8403

Маленький але досить потужний стерео підсилювач D класу на мікросхемі РАМ8403 з вихідною потужністю до 3 Вт на канал (при 10% нелінійних спотворень). Підсилювач має дуже малими шумами, невеликими розмірами і

високою економічністю, що дозволяє використовувати його в портативних пристроях з автономним живленням.

З'єднувати виходи правого і лівого каналів даного підсилювача можна - це призведе до виходу його з ладу.

Характеристики:

- мікросхема підсилювача: РМ8403;
- клас підсилювача: D;
- вихідна потужність: 2 x 3 Вт;
- опір навантаження: від 4Ом до 8Ом;
- напруга живлення: від 2.5В до 5В;
- граничне напруга живлення: 5.5В;
- розміри: 18.5 x 21.1 мм.

Після комутації обраних елементів було розроблено схему електричну принципову.

2.3 Розробка конструкції системи

Для з'єднання радіоелементів електричної схеми між собою, в якості базової несучої конструкції вибираємо двосторонню друковану плату виготовлену комбінованим позитивним методом по полуаддитивній технології. З огляду на те, що при проектуванні ПП використовуються ІС, а також високий рівень насиченості ПП навісними елементами по ГОСТ 23751-86 вибираємо четвертий клас точності.

Відповідно до того, що максимальний діаметр виводів навісних елементів, розміщених на платі, дорівнює 0,7 мм, то обираємо товщину плати рівну 1,5 мм.

Як матеріал проектованої ДПП обираємо склотекстоліт нагрівостійкості вищого сорту, товщиною 1,5 мм, облицьований з двох сторін мідною оксидною фольгою, товщиною 50 мкм

Було обрано текстоліт у зв'язку із наступними перевагами:

- чудові електростатичні показники;
- високий рівень ударної в'язкості;
- хімічна інертність;

- найвища міцність на стиск;
- простота механічної обробки.

Текстолит відмінно штампується, свердлиться, ріжеться.

Здебільшого вищевказані переваги обумовлені шаруватою структурою і перевагами бавовняної тканини, яка є сировиною для виготовлення полімеру. Вони дозволяють застосовувати текстолітові вироби в умовах височастотного електричного поля, підвищеного тертя, сильних механічних навантажень.

Наступною перевагою цього конструкційного матеріалу виступає нетоксичність матеріалів чудова стійкість до високих температур, впливу агресивних середовищ..

В конструкції даного пристрою застосовуються стандартні ЕРЕ, що мають вологозахисне покриття та низьку інтенсивність відмов, що забезпечує надійну працездатність пристрою протягом гарантованого терміну служби при впливі на нього несприятливих кліматичних факторів. ЕРЕ кріпляться на платі за допомогою пайки.

Для розробки розводки плати була обрана програма Sprint Layout v.6, тому що, програма підтримує швидкий експорт в Gerber формат, який в подальшому вирушає на виробництво

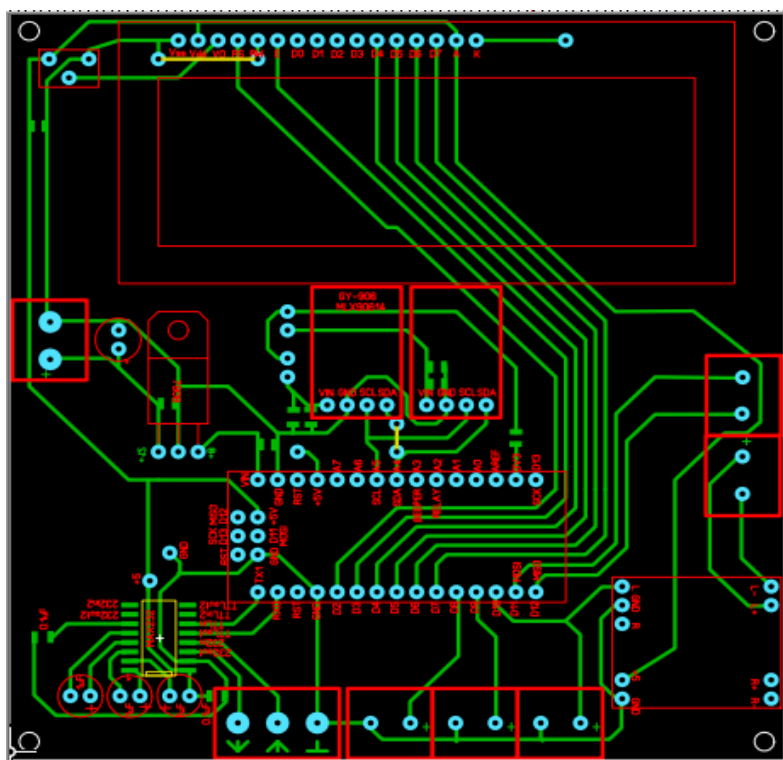


Рисунок 2.7 – Конструкція друкованої плати розроблена в програмі Sprint-Layout

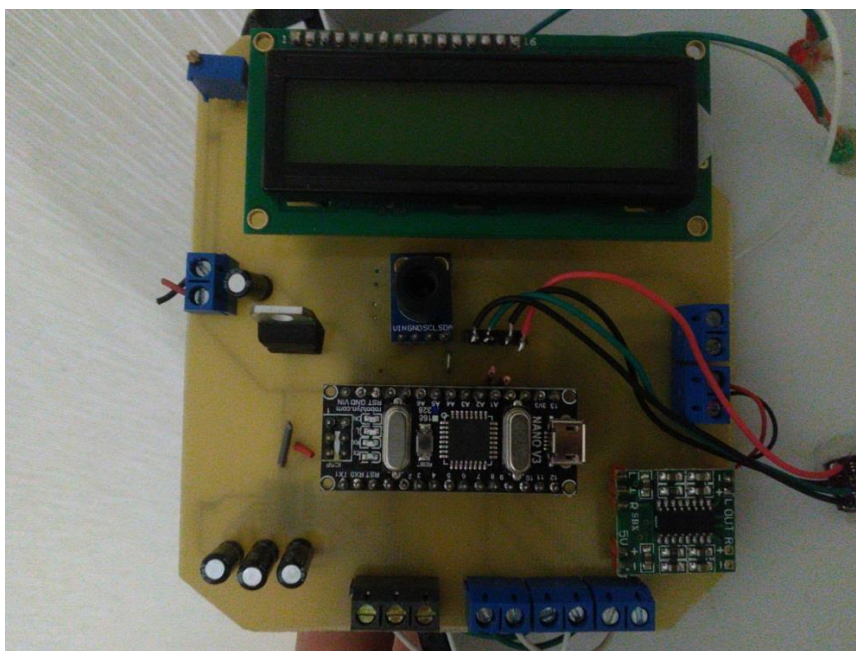


Рисунок 2.8 – Фото плати з встановленими елементами

В якості корпусу було обрано 2 варіанти – використання базової несучої конструкції та розробка та друк корпусу на 3Д принтері. В першому випадку недоліком є те, що відсутня пази для кріплення елементів, а в другому випадку досить висока ціна виготовлення.

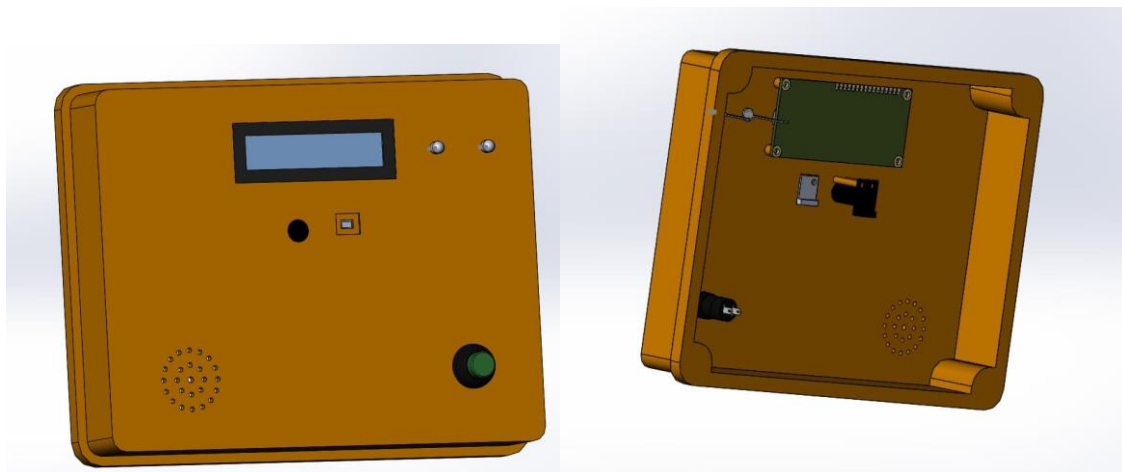


Рисунок 2.9 – Розроблена 3Д модель кришки корпусу



Рисунок 2.10 – Кришка корпуса виготовлена з БНК

3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ

3.1 Розробка алгоритмів роботи програмних компонентів системи

Перед реалізацією програмного забезпечення на першому етапі необхідно розробити протокол обміну даними між апаратним модулем та комп'ютерною програмою.

Протокол обміну даними між програмою і платою системи.

Дані вимірювань передаються у вигляді "<" Температура об'єкта "#" температура корпусу "\$" відстань до об'єкта ">".

Формат обміну наведено у табл.3.1

Запит на вимір GETTEMP з боку програми.

Отримати параметри GETPARAMS.

Змінити мінімальну температуру (TempMin).

Змінити максимальну температуру (TempMax).

Змінити гранично можливу температуру (TempError).

Таблиця 3.1 – Формат спілкування ПК з пристроєм

№	Від пристрою	Від ПК	Опис
1	<XXXX#YYYY\$ZZZZ>	Received OK	Передача даних за влаштування на ПК. Відбувається після натискання кнопки на пристрої або за запитом (див.нижче GETTEMP). Дані вимірювань передаються у вигляді "<" Температура об'єкта "#" температура корпусу "\$" відстань до об'єкта ">"
2	<XXXX#YYYY\$ZZZZ>	GETTEMP	Запит на вимірювання

			GETTEMP з боку програми
--	--	--	-------------------------

Продовження табл.3.1

№	Від пристрою	Від ПК	Опис
3	TempMin=XXX &TempMax=XXX &TempError=XXX &TempCorrect=XXX & Ktpcm=XXX & Kdt=XXX	GETPARAMS	Считати параметри мінімальну температуру (TempMin) максимальну температуру (TempMax) гранично можливу температуру (TempError) температуру коригування (TempCorrect) Ktpcm - коефіцієнт що враховує відстань до об'єкту вимірювань Kdt - коефіцієнт що враховує температуру навколишнього середовища (корпусу)
4	SETTEMPMIN OK	TMIN=XX.XX	Задати мінімальну температуру, яка вважається нормальною
5	SETTEMPMAX OK	TMAX=XX.XX	Задати максимальну температуру, яка вважається нормальною

Змінити температуру коригування (величина на яку треба збільшити лічений значення об'єкта після вимірів) (TempCorrect).

Змінити Ktpcm - коефіцієнт що враховує відстань до об'єкту вимірювань.

Змінити Kdt - коефіцієнт що враховує температуру навколишнього середовища (корпусу).

Оптимальним способом зберігання даних з точки зору швидкості пошуку і додавання даних є бази даних. Для виключення повторюють записів в полях таблиць

баз даних використовують принцип побудови реляційних баз даних, які дозволяють максимально індексувати зберігання даних що дає можливість прискорити пошук.

Наступним етапом розробки було створення структури бази даних.

Реляційна база даних - це набір даних з зумовленими зв'язками між ними. Ці дані організовані у вигляді набору таблиць, що складаються із стовпців і рядків. У таблицях зберігається інформація про об'єкти, представлених в базі даних. У кожному стовпчику таблиці зберігається певний тип даних, в кожному осередку - значення атрибута. Кожна стока таблиці являє собою набір пов'язаних значень, що відносяться до одного об'єкту або сутності. Кожен рядок в таблиці може бути позначена унікальним ідентифікатором, званим первинним ключем, а рядки з декількох таблиць можуть бути пов'язані з допомогою зовнішніх ключів.

Для зберігання повної кількості необхідних параметрів була розроблена структура бази даних, що складається з 9 таблиць:

- таблиця версій Versions;
- таблиця описів Descriptions;
- таблиця користувачів Users;
- таблиця температурних постів TempPost;
- таблиця працівників Workers;
- таблиця вимірювань Temperature;
- таблиця входів-виходів з програми Enterances;
- таблиця мов Languages;
- таблиця написів Strings;

Таблиці бази даних створюються мовою SQL. SQL - це мова програмування декларативного типу. На відміну від звичних нам процедурних мов, в яких є умови, цикли і функції, в декларативних мовах подібних алгоритмічних конструкцій майже немає.

Мова SQL призначена для створення і зміни реляційних баз даних, а також вилучення з них даних. Іншими словами, SQL - це інструмент, за допомогою якого людина управляє базою даних. При цьому ключовими операціями є створення таблиць, додавання записів в таблиці, зміна і видалення записів, вибірка записів з таблиць, зміна структури таблиць.

Таблиця 3.2 – Таблиця версій Versions

№	Назва стовпця	Що зберігається	Тип даних	На які таблиці посилається
1	Id	Номер запису (ключ таблиці)	INT	
2	VNumber	Номер версії	INT	
3	VDate	Дата створення версії	DATETIME	

SQL запит створення таблиці:

```
CREATE TABLE Versions (Id INT, VNumber INT, VDate DATETIME,
PRIMARY KEY (Id));
```

Створюємо запис в таблиці версій з номером 0:

```
INSERT INTO Versions VALUES (1, 0, "2020-03-15 21:00:00");
```

Дана таблиця використовується для контролю поточної версії бази даних. Це необхідно для автоматичного оновлення бази даних при оновленні програми. Програма при запуску перевіряє поточну версію бази даних і порівнює її з найактуальнішою. У разі якщо поточна версія менше останньої версії проводиться оновлення бази даних зі збереженням всіх даних записаних в інших таблицях (змінюється тільки при необхідності їх структура). При відсутності такої таблиці програма б або створювала нову базу даних з новою структурою (попередні дані губляться) або виникав би конфлікт роботи з базою даних через невідповідність запитів структурі таблиць, що викликає в свою чергу збій роботи програми.

Таблиця 3.3 – Таблиця описів Descriptions

№	Назва стовпця	Що зберігається	Тип даних
1	Id	Номер запису (ключ таблиці)	INT
2	DescrText	Текст опису/примітки	TEXT

SQL запит створення таблиці:

```
CREATE TABLE Descriptions (Id INT, DescrText TEXT, PRIMARY KEY (Id));
```

Дана таблиця використовується для зберігання довгих текстів додаткових описів. Використання окремої таблиці по-перше дозволяє не зберігати довгі записи в основній таблиці вимірювань, по-друге у випадках збігів описів не дублювати їх тексти, а просто посилатися на один і той же текст за допомогою індексу в цій таблиці.

Таблиця 3.4 – Таблиця користувачів Users

№	Назва стовпця	Що зберігається	Тип даних	На які таблиці посиляється
1	Id	Номер запису (ключ таблиці)	INT	
2	UserLogin	Login користувача	VARCHAR(50)	
3	MD5Hash	Хеш паролю	CHAR(32)	
4	AccLvl	Рівень доступу (0 – розробник, 1- адміністратор, 2 – оператор, 3 – користувач (працівник охорони))	INT	
5	UserName	Ім'я користувача	VARCHAR(50)	
6	UserFName	По батькові користувача	VARCHAR(50)	
7	UserSName	Прізвище користувача	VARCHAR(50)	
8	Descr	Додатковий опис	INT	Description(Id)

SQL запит створення таблиці:

```
CREATE TABLE Users (Id INT, UserLogin VARCHAR(50), MD5Hash CHAR(32), AccLvl INT, UserName VARCHAR(50), UserFName VARCHAR(50), UserSName VARCHAR(50), Descr INT, PRIMARY KEY (Id), FOREIGN KEY (Descr) REFERENCES Descriptions(id));
```

Дана таблиця використовується для авторизації користувачів в програмі з подальшим розподілом прав доступу до різного функціоналу програми. У таблиці зберігатися логін, ПІБ користувача, його рівень доступу (в залежності від прав

доступу до різного функціоналу програми). Пароль зберігатися не в відкритому вигляді, а вигляді Хешан для виключення можливості його прямого читання з бази даних. Використовується Хеш з алгоритмом MD5.

Паролі користувачів саме хешируються, а не шифруються з наступних причин:

а) трудомісткість. Шифрування може тривати довше, а яке перетворення ми б не вибрали, його доведеться проробляти при кожній перевірці пароля. Однією з вимог до хеш-функцій ж є швидкість виконання;

б) довжина вихідних значень. Результат шифрування має змінну довжину, результат хешування – завжди однакову, а зберігати однорідні за розміром дані в базі даних дуже вже зручно. Не кажучи вже про те, що довжина пароля в зашифрованому вигляді буде давати деяку інформацію про довжину вихідного пароля. Однакова довжина, правда, призводить до можливості виникнення колізій, але про це нижче;

в) управління ключами. Для шифрування потрібно ключ, який теж десь доведеться зберігати і сподіватися, що його ніхто не знайде. У будь-якому випадку, генерація і управління ключами це окрема історія (вони не повинні бути слабкими, їх потрібно регулярно міняти і так далі).

Nash – хеш функція – функція однозначного відображення рядка (будь-якої довжини) на кінцеву множину (рядок заданої довжини).

Саме число (рядок) хеш – результат обчислення хеш-функції над даними.

Існують криптографічні та некриптографічні (класифікуються окремо, до них відносяться, наприклад, контрольні суми) хеш-функції.

Для криптографічних хеш є три додаткових умови, які відрізняють їх від всіх інших:

а) незворотність: для заданого значення хеш-функції m повинно бути обчислювально нездійсненно знайти блок даних X , для якого $H(X) = m$;

б) стійкість до колізій першого роду: для заданого повідомлення M має бути обчислювально нездійсненно підібрати інше повідомлення N , для якого $H(N) = H(M)$;

в) стійкість до колізій другого роду: має бути обчислювально нездійсненно підібрати пару повідомлень $\sim (M, M')$, що мають однаковий хеш.

Створюємо користувачів з паролями за замовчуванням.

1) Розробник Avrobit/alex8421

```
INSERT INTO Users VALUES (1, "Avrobit",
"2BD0443D5617ADEF33EFF19C525D423F", 0, "Юлия", "Сергеевна", "Удачаина",
NULL);
```

2) Адміністратор admin/admin

```
INSERT INTO Users VALUES (2, "admin",
"21232F297A57A5A743894A0E4A801FC3", 0, NULL, NULL, "Администратор",
NULL);
```

3) Оператор operator/operator

```
INSERT INTO Users VALUES (3, "operator",
"4B583376B2767B923C3E1DA60D10DE59", 0, NULL, NULL, "Оператор", NULL);
```

4) Користувач user/user

```
INSERT INTO Users VALUES (4, "user",
"EE11CBB19052E40B07AAC0CA060C23EE", 0, NULL, NULL, "Пользователь",
NULL);
```

Таблиця 3.6 – Таблиця користувачів TempPost

№	Назва стовпця	Що зберігається	Тип даних	На які таблиці посилається
1	Id	Номер запису (ключ таблиці)	INT	
	PostID	ІД пристрою	CHAR(5)	
	PostName	Назва посту (внутрішня на підприємстві)	VARCHAR(100)	
	Decsr	Додатковий опис	INT	Description(Id)

SQL запит створення таблиці:

```
CREATE TABLE TempPost (Id INT, PostID CHAR(5), PostName
VARCHAR(100), Descr INT, PRIMARY KEY (Id), FOREIGN KEY (Descr)
REFERENCES Descriptions(id));
```

Таблиця 3.7 – Таблиця робітників Workers

№	Назва стовпця	Що зберігається	Тип даних	На які таблиці посилається
1	Id	Номер запису (ключ таблиці)	INT	
2	WName	Ім'я робітника	VARCHAR(50)	
3	WName	По батькові робітника	VARCHAR(50)	
4	WSName	Прізвище робітника	VARCHAR(50)	
5	WCardID	Карта доступу (ІД)	VARCHAR(20)	
6	Descr	Додатковий опис	INT	Description(Id)

SQL запит створення таблиці:

```
CREATE TABLE Workers (Id INT, WName VARCHAR(50), WName
VARCHAR(50), WSName VARCHAR(50), Descr INT, PRIMARY KEY (Id), FOREIGN
KEY (Descr) REFERENCES Descriptions(id));
```

Таблиця 3.8 – Таблиця вимірювань Temperature - основна

№	Назва стовпця	Що зберігається	Тип даних	На які таблиці посилається
1	Id	Номер запису (ключ таблиці)	INT	
2	TDate	Дата вимірювання	DATE	
3	TTime	Час вимірювання	TIME	
4	Temp	Зчитання з датчика температура	FLOAT	
5	TempCorpuse	Температура корпусу датчика	FLOAT	
6	Distance	Відстань в мм до об'єкту вимірювання	FLOAT	
7	Worker	Посилання на робітника якому проводиться вимірювання	INT	Workers(Id)

8	Descr	Додатковий опис	INT	Description(Id)
---	-------	-----------------	-----	-----------------

SQL запит створення таблиці:

```
CREATE TABLE Temperature (Id INT, TDate DATE, TTime TIME, Temp
FLOAT, TempCorpuse FLOAT, Distance FLOAT, Worker INT, Descr INT, PRIMARY
KEY (Id), FOREIGN KEY (Worker) REFERENCES Workers(Id), FOREIGN KEY
(Descr) REFERENCES Descriptions(id));
```

Таблиця 3.9 – Таблиця входів-виходів з програми Enterances

№	Назва стовпця	Що зберігається	Тип даних	На які таблиці посилається
1	Id	Номер запису (ключ таблиці)	INT	
2	EvType	Тип дії (0 – вход в програму, 1 – вихід з програми, 2 – зміна користувача (вказується старий користувач, а потім 0 – новий користувач))	INT	
3	EvDate	Дата дії	DATE	
4	EvTime	Час дії	TIME	
5	EvUser	Посилання на користувача	INT	Users(Id)
6	Descr	Додатковий опис	INT	Description(Id)

SQL запит створення таблиці:

```
CREATE TABLE Enterances (Id INT, EvType INT, EvDate DATE, EvTime
TIME, EvUser INT, Descr INT, PRIMARY KEY (Id), FOREIGN KEY (EvUser)
REFERENCES Users(Id), FOREIGN KEY (Descr) REFERENCES Descriptions(id));
```

Оскільки комплекс пропонується продавати та використовувати не лише в Україні, а й в інших країнах – дуже важливо мати можливість перекладу інтерфейсу на різні мови світу. Для зберігання переліку мов інтерфейсу створена таблиця Languages.

Таблиця 3.10 – Таблиця мов Languages

№	Назва стовпця	Що зберігається	Тип даних
1	Id	Номер записи (ключ таблиці)	INT
2	LanguageName	Имя языка в международной классификации ISO 639-3	VARCHAR(5)
3	LangName	Название языка на нем самом	VARCHAR(50)

SQL запит створення таблиці:

```
CREATE TABLE Languages (Id INT, LanguageName VARCHAR(5), LangName VARCHAR(50), PRIMARY KEY (Id));
```

Для безпосереднього перекладу інтерфейсу на різні мови необхідно зберігати написи та їх відповідність елементам інтерфейсу та мові для яких ці написи призначені. Для цього в БД створена таблиця Strings.

Таблиця 3.11 – Таблиця написів Strings

№	Назва стовпця	Що зберігається	Тип даних	На які таблиці посилається
1	Id	Номер запису (ключ таблиці)	INT	
2	ElementName	Імя елемента	VARCHAR(150)	
3	Language	Мова напису	INT	Languages(Id)
4	Inscr	Напис - посилання на таблицю описів	INT	Description(Id)

SQL запит створення таблиці:

```
CREATE TABLE Strings (Id INT, ElementName VARCHAR(150), Language INT, Inscr INT, PRIMARY KEY (Id_Inscr), FOREIGN KEY (Language) REFERENCES Languages(Id_Lang), FOREIGN KEY (Inscr) REFERENCES Description(Id_Descr));
```

3.2 Розробка програми керуючого мікроконтролера

Наступним етапом створення системи було написання програми керуючого мікроконтролеру.

Для читання даних з датчика температури було створено метод

//чтение температуры с датчика TakeTemp.

```
float TakeTemp()
{
    int dev = 0x5A<<1;
    int data_low = 0;
    int data_high = 0;
    int pec = 0;
    double tempFactor = 0.02;
    double tempData = 0x0000;
    int frac;
    i2c_start_wait(dev+I2C_WRITE);
    i2c_write(0x07);
    i2c_rep_start(dev+I2C_READ);
    data_low = i2c_readAck(); // read 1 byte and then send ack
    data_high = i2c_readAck(); // read 1 byte and then send ack
    pec = i2c_readNak();
    i2c_stop();
    tempData = (double)((((data_high & 0x007F) << 8) + data_low));
    tempData = (tempData * tempFactor)-0.01;

    float celcius = tempData - 273.15;
    return celcius;
}
```

Це перетворює старші та молодші байти на одне значення та обробляє температуру, MSB є бітом помилки та ігнорується.

tempFactor = 0,02 – 0,02 градуса на LSB (роздільна здатність вимірювання MLX90614)

tempData = 0x0000; – обнулення даних

int frac – дані після десяткової коми

Це маскування біт помилки старшого байта, потім переміщує його вліво на 8 бітів і додає нижчий байт.

```
tempData = (double)((((data_high & 0x007F) << 8) + data_low));
```

Для виведення даних на дисплей було використано стандартну бібліотеку LiquidCrystal.

Схема підключення дисплея в офіційному керівництві на сайті Arduino виглядає як на рис.3.1.

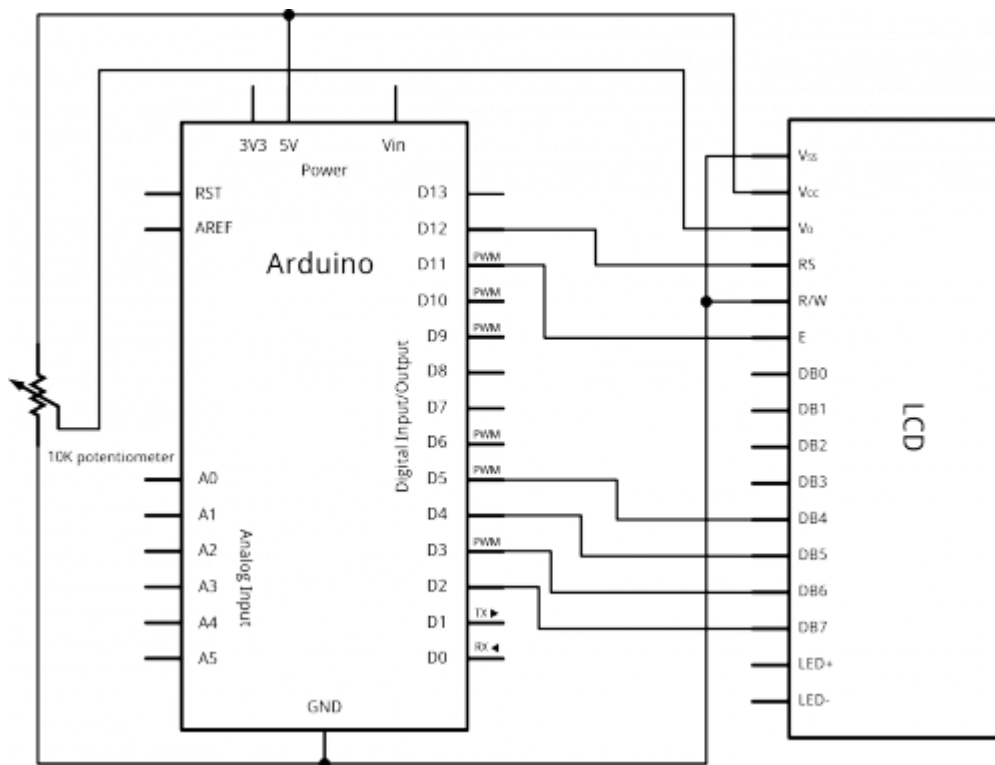


Рисунок 3.1 – Схема підключення дисплею

Для повноцінної роботи з відображенням підключених 12 виводів:

- 1 - Vss, земля $\Rightarrow$ GND;
- 2 - Vdd, живлення $\Rightarrow$ +5 V;
- 3 - Vo, управління контрастністю напруга $\Rightarrow$ вихід потенціометра;
- 4 - RS, вибір реєстрації $\Rightarrow$ пін 12 Arduino;
- 5 - R / W, читання / запис $\Rightarrow$ земля (режим запису)
- 6 - E, контакт ввімкнення, strob по спаду $\Rightarrow$ пін 11 Arduino
- 7-10 - DB0-DB3, молодші біти 8-бітного інтерфейсу; не підключені
- 11-14 - DB4-DB7, старші біти інтерфейсу, піни 5-2 Arduino
- 15 - A, харчування для підсвітки $\Rightarrow$ +5 V
- 16 - K, земля для підсвітки ND GND

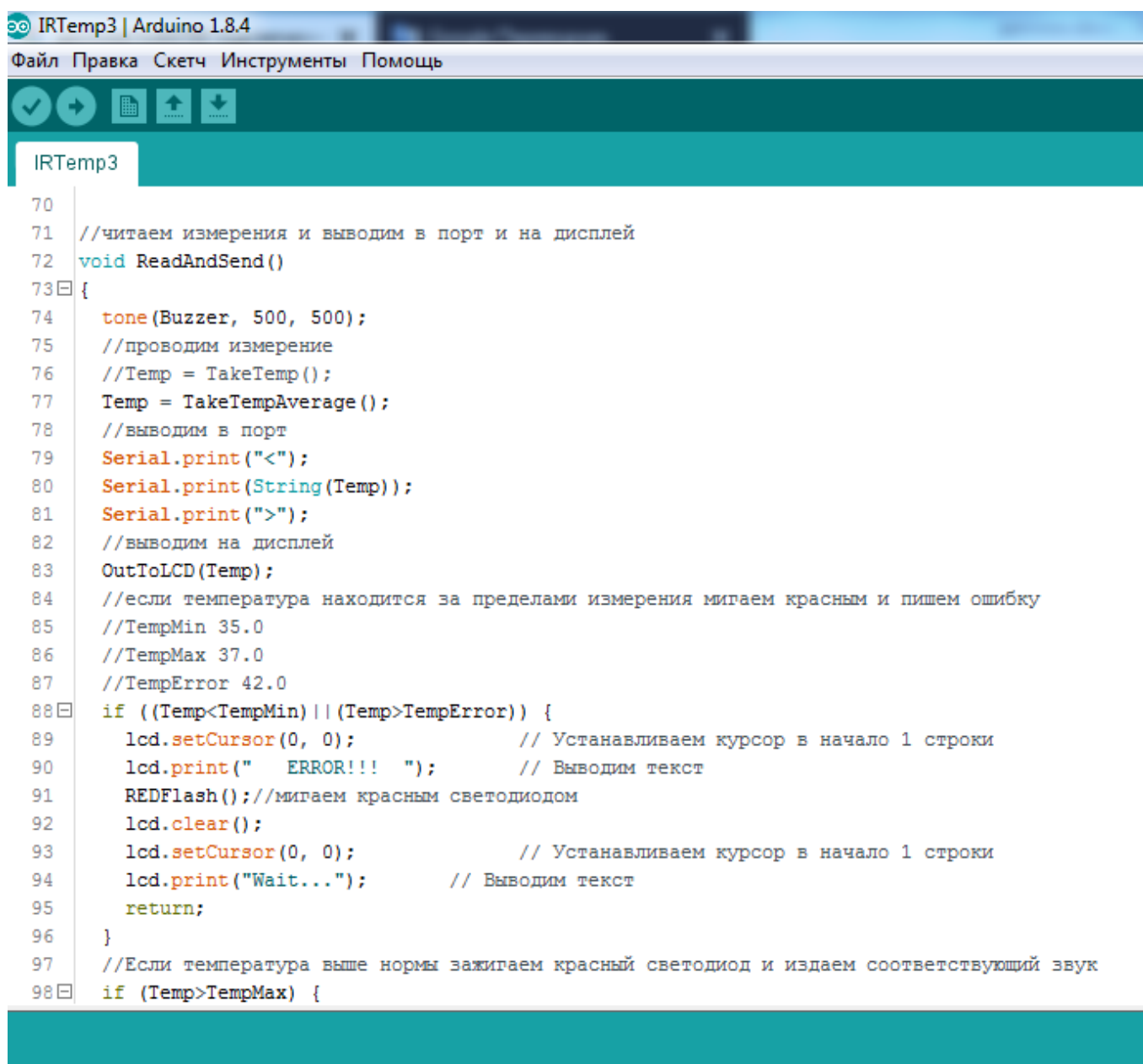
Цей дисплей, як і усі на контролері HD44780, підтримує два варіанти паралельного інтерфейсу:

- 8-бітний, виводи DB0-DB7, за один такт передається 1 байт (8 біт)

- 4-бітний, вивід DB4-DB7, для одного такту передається половина байта (4 біти).

Сенсу використовувати 8-бітний варіант, тому що це вимагає більшої кількості ніг, і виграш в найкоротші терміни рівно нетто: частота оновлення дисплея не більше 10 разів у секунду, так що ми все рівно не зможемо побачити часто оновлювані дані. Тому виводи DB0-DB3 залишають неподключеними.

Написання програми проводилося у середовищі Arduino IDE з використанням мови C.



```

70
71 //читаєм измерения и выводим в порт и на дисплей
72 void ReadAndSend()
73 {
74     tone(Buzzer, 500, 500);
75     //проводим измерение
76     //Temp = TakeTemp();
77     Temp = TakeTempAverage();
78     //выводим в порт
79     Serial.print("<");
80     Serial.print(String(Temp));
81     Serial.print(">");
82     //выводим на дисплей
83     OutToLCD(Temp);
84     //если температура находится за пределами измерения мигаем красным и пишем ошибку
85     //TempMin 35.0
86     //TempMax 37.0
87     //TempError 42.0
88     if ((Temp<TempMin)|| (Temp>TempError)) {
89         lcd.setCursor(0, 0);           // Устанавливаем курсор в начало 1 строки
90         lcd.print("  ERROR!!! ");      // Выводим текст
91         REDFlash(); //мигаем красным светодиодом
92         lcd.clear();
93         lcd.setCursor(0, 0);           // Устанавливаем курсор в начало 1 строки
94         lcd.print("Wait...");          // Выводим текст
95         return;
96     }
97     //Если температура выше нормы зажигаем красный светодиод и издаем соответствующий звук
98     if (Temp>TempMax) {
  
```

Рисунок 3.2 – Середовище розробки Arduino IDE

Повний текст програми наведено у додатку А.

3.3 Розробка програми обліку на ПК

Розробка програм для вагового обліку та віддалено контролю проводилася з використання мови Object Pascal у середовищі розробки Delphi (рис.3.3).

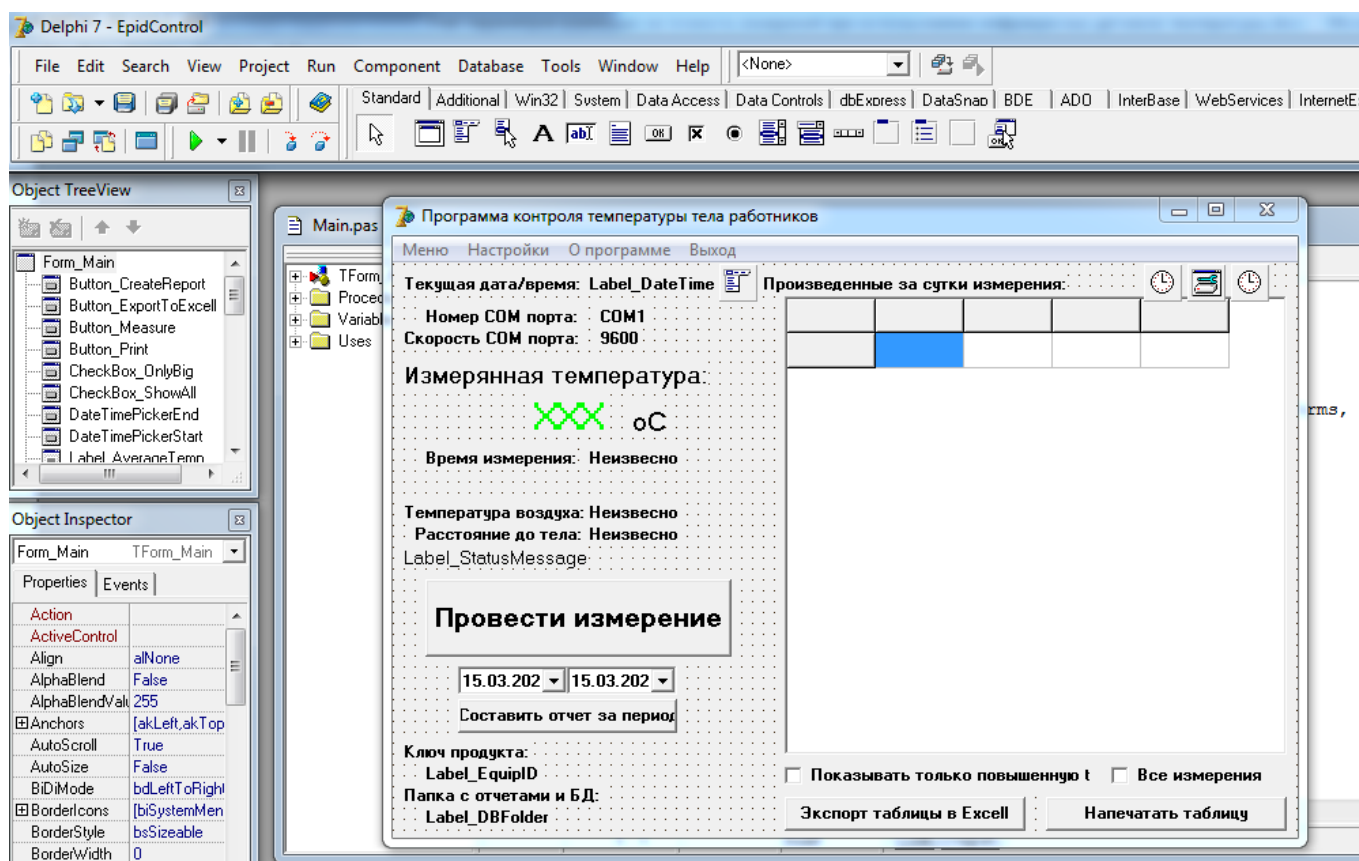


Рисунок 3.3 – Середовище розробки Delphi

Під час написання програмного забезпечення вагового обліку було створено 11 модулів:

- About;
- bindex;
- ComSetup;
- DBWork;
- EpidControl;
- GndPrnt;
- Main;

- md5hash;
- ParamSetup;
- Scales.

Головним модулем, що має свою форму та запускається при старті програми є модуль Main.

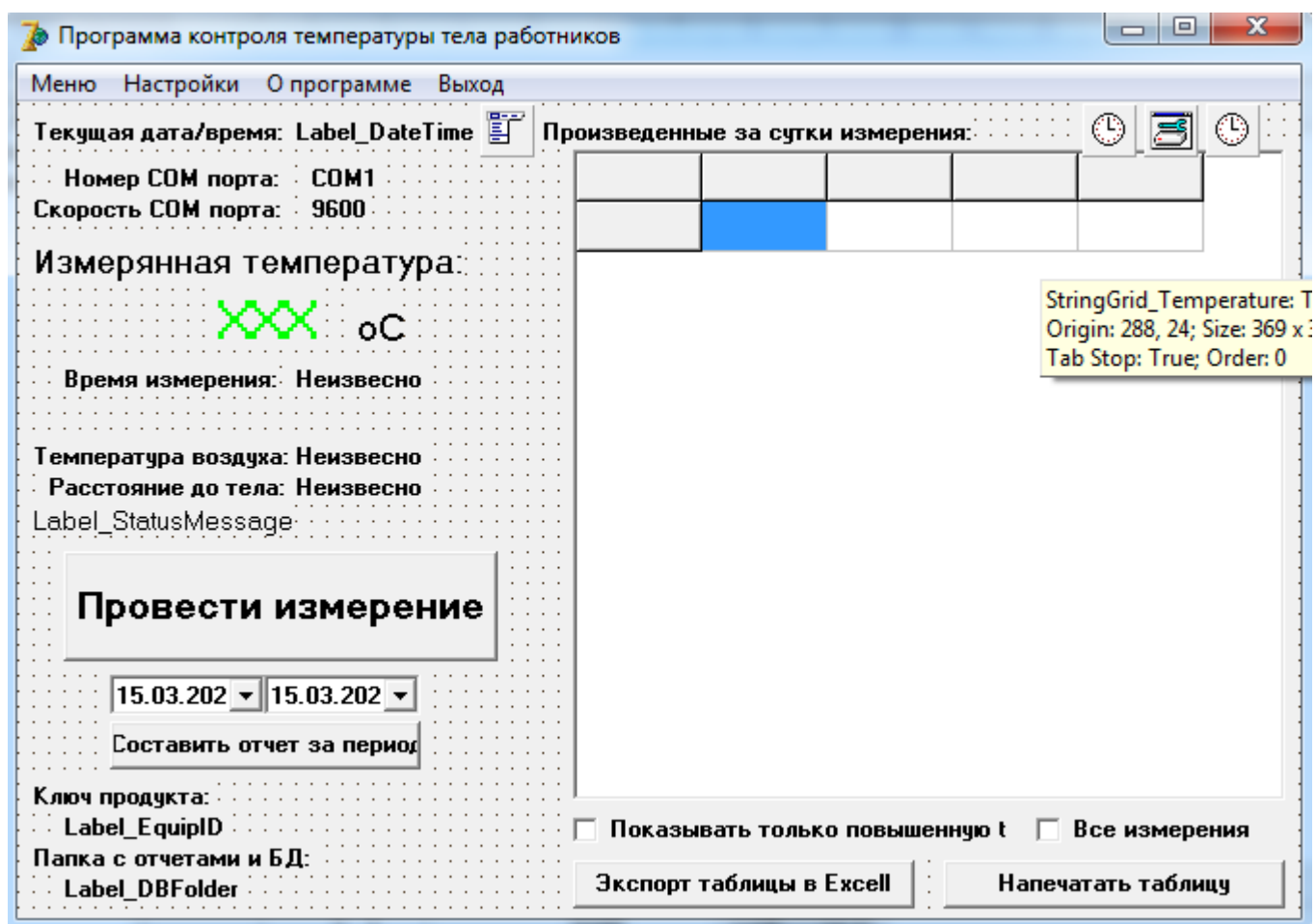


Рисунок 3.4 – Форма модуля Main

Для налаштування з'єднання розроблено модуль ComSetup

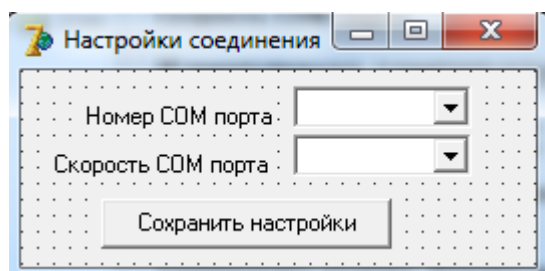


Рисунок 3.5 – Форма модуля ComSetup

Для налаштування вимірювальних коефіцієнтів було розроблено модуль ParamSetup.

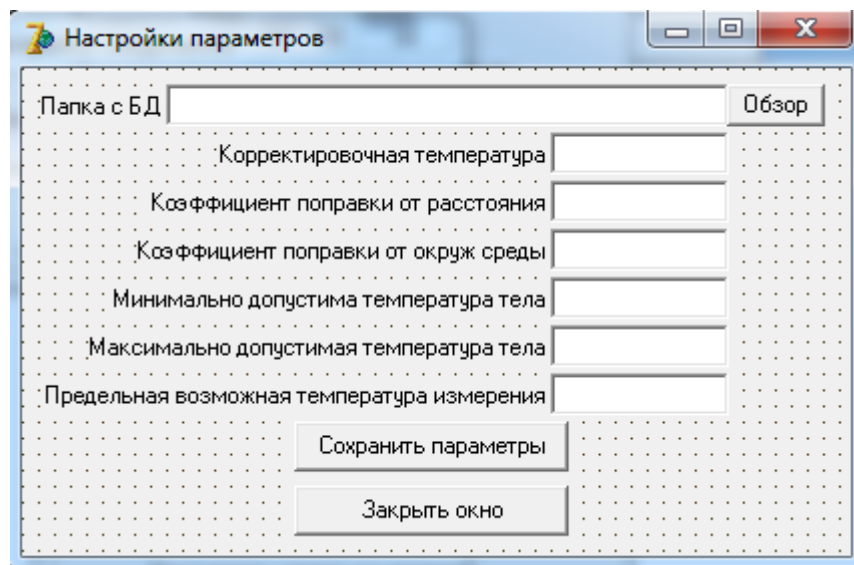


Рисунок 3.6 – Форма модулю ParamSetup

Для опису версії та розробника розроблено модуль About.

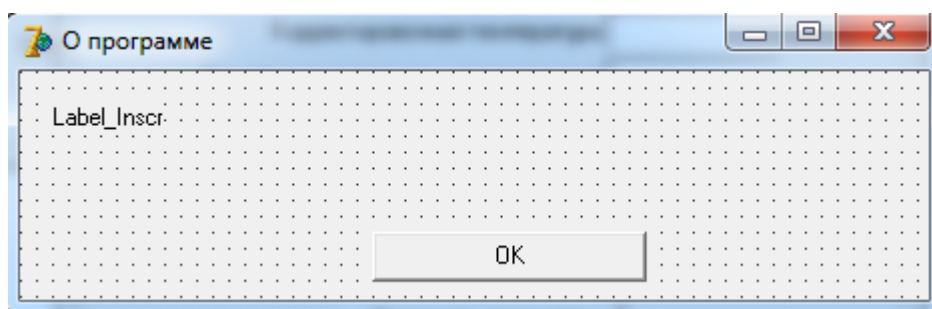


Рисунок 3.6 – Форма модулю About

Інші модулі не мають власних форм та призначені для проведення технічних задач, таких як апаратне з'єднання та робота з базою даних.

3.4 Опис роботи з системою

Принцип роботи систем з боку контролюваного обличчя:

- 1). Робота підприємства для контролю температурного режиму підходить до безконтактного модуля контролю температур і забезпечує розміщення верхньої (лобової) частини обличчя попередньо зазначеної області з датчиками (стан до датчиків не повинен перевищувати 5 см);

2). Після наближення до відстані 10см видається короткочасний звуковий сигнал сповіщає користувача про початок вимірювання; 3). Вимірювання триває приблизно 1 секунду, після цього видається звуковий сигнал відповідний підсумку вимірювання, а також загоряється зелений індикатор в разі якщо температура тіла випробуваного знаходиться в діапазоні між 35,0 і 37,0 градусів за Цельсієм або червоний світловий індикатор в іншому випадку;

4). Всі дані вимірювань фіксуються віддалено на посту охорони і заносяться в базу даних (подальші дії щодо співробітників пройшли процес вимірювання температури тіла здійснює охорона підприємства згідно норм прийнятих на підприємстві, Законів і діючих на момент проведення контролю законодавчих актів України).

5). Якщо зафіксована температура буде нижче 35,0 або вище 42,0 то система сповістить користувача звуковим сигналом і червоним світловим індикатором з написом "Error" про те, що вимір було проведено некоректно (найбільш ймовірно для вимірювань була надана не відповідає частина тіла)

Принцип роботи системи з боку підприємства (відділ охорони або інший уповноважений на епідеміологічний контроль відділ - в подальшому «служба»):

1). Працівник уповноваженого відділу запускає на персональному комп'ютері інтерфейс управління системою у вигляді програмного забезпечення "EpidControl".

2). При появі на екрані основного вікна програми (см.рис.3.7) працівник служби контролює стан вимірюної температури працівників в поле «виміряна температура» (показання для останнього співробітника) за значенням і кольором (зелений колір відповідає значенню 35,0-37,0, жовтий 37,1-37,5, кривий 37,6 і вище). Якщо зафіксована температура буде нижче 35,0 або вище 42,0 то система сповістить про те, що вимір було проведено не в покладеної частини тіла співробітника.

3). Також співробітник Служби може контролювати всі зроблені вимірювання за добу в таблиці розташованій в правій частині екрану програми і складати звіти для будь-якої дати або діапазону дат.

4). Для зручності роботи зі сторонніми звітами в інтерфейсі управління передбачена можливість експорту даних в табличний процесор від Microsoft Office

(Excel), а також можливість друку на принтері встановленому в операційній системі. Ці опції доступні як з основного вікна програми так і з меню у верхній частині (рис.3.8).

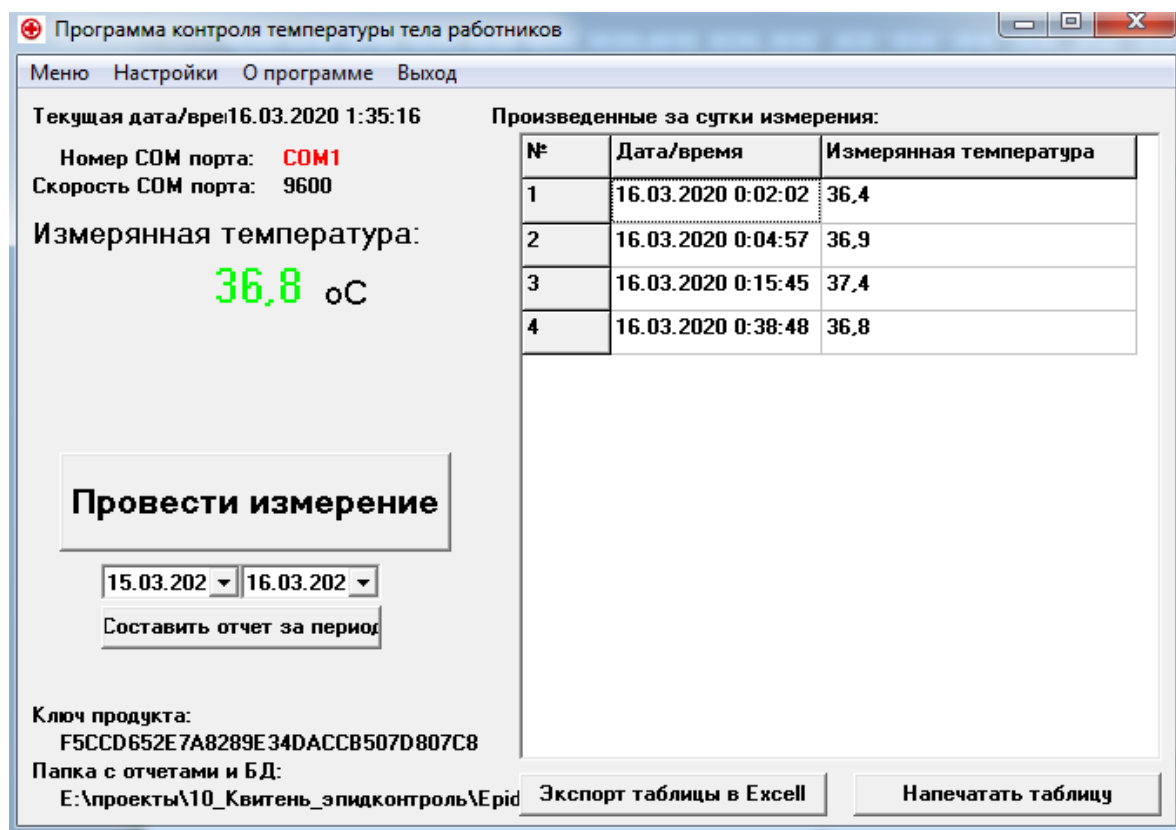


Рисунок 3.7 – Головне вікно програми

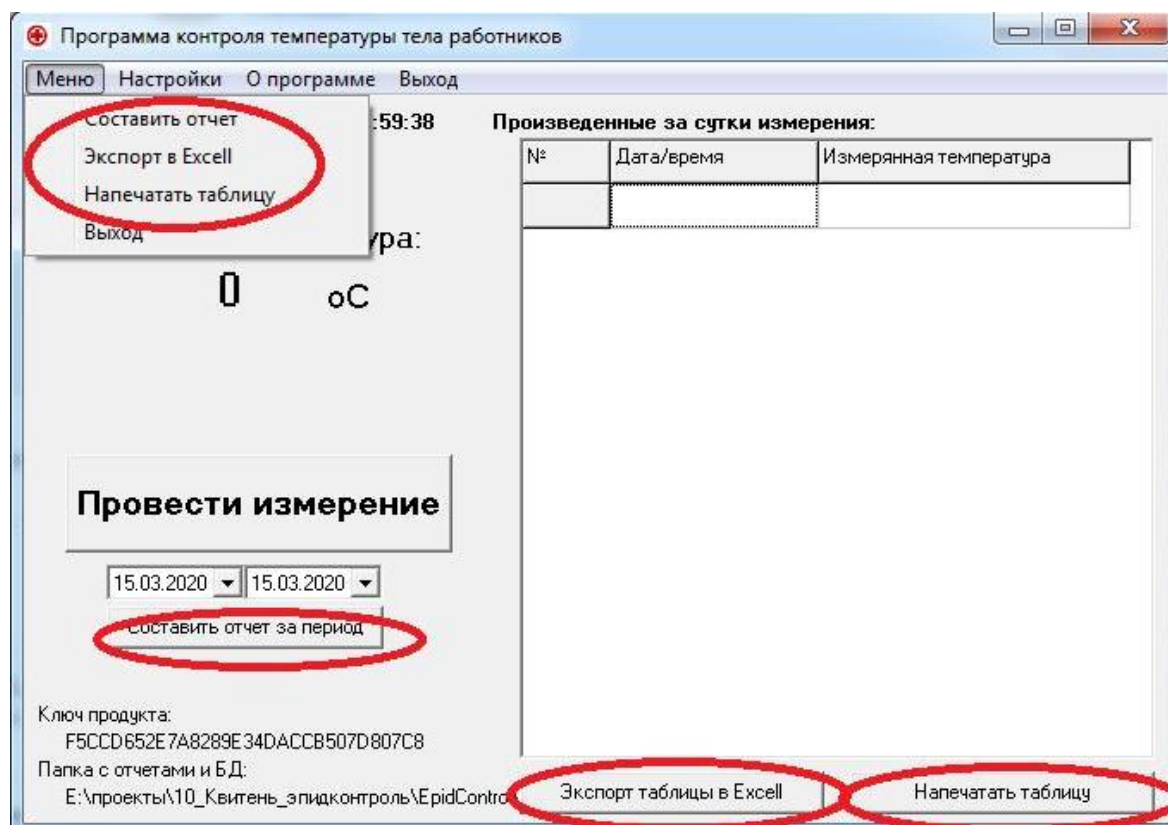


Рисунок 3.8 – Функціонал для звітності

5). Під час налаштування програми (яка спочатку проводиться, як правило, фахівцем виконавця, але в подальшому, в разі якщо дані налаштування були змінені, працівниками замовника) необхідно провести настроювання з'єднання між вузлом передачі даних на ПК і інтерфейсом управління системою на ПК. Для цього працівнику Служби необхідно вибрати пункт верхнього меню «Налаштування», потім «Налаштування з'єднання» і вказати відповідний послідовний порт персонального комп'ютера до якого приєднаний вузол передачі даних модуля епідеміологічного контролю.

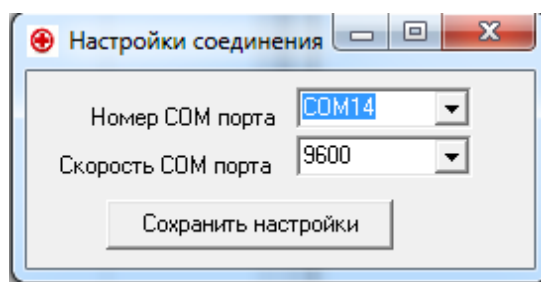


Рисунок 3.9 – Налаштування з'єднання з модулем

6). Для налаштувань друку у працівника Служби є також відповідне меню. Для цього працівнику Служби необхідно вибрати пункт верхнього меню «Налаштування», потім «Настройки друку» (рис.3.10).

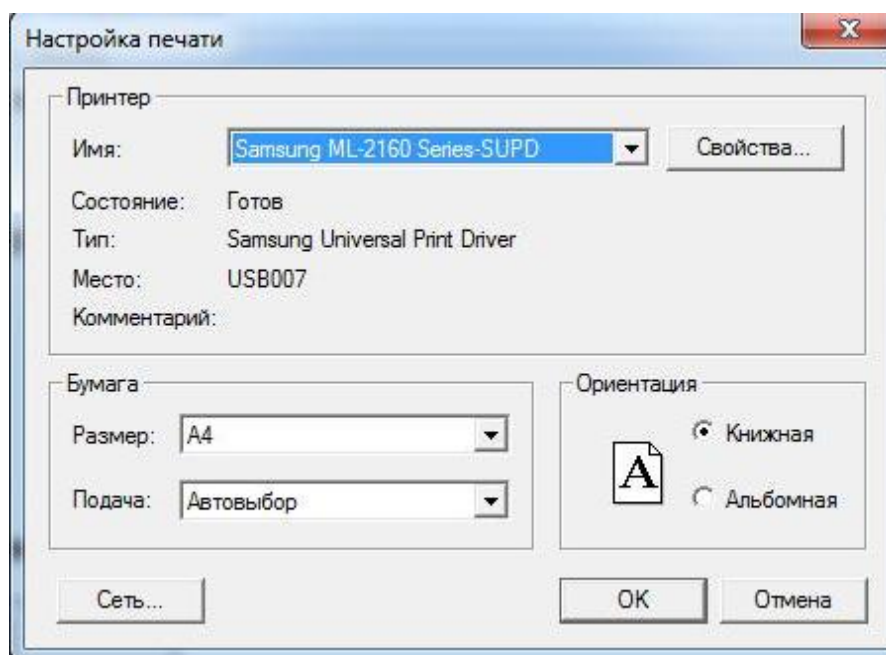


Рисунок 3.10 – Налаштування друку

Кліматичні умови експлуатації системи аналогічні кліматичних умов експлуатації самого незахищеного елемента системи тобто персонального комп'ютера.

Комп'ютер призначений для роботи в закритому опалювальному приміщенні при наступних умовах навколишнього середовища:

- температура навколишнього повітря від $+ 10^{\circ} \text{C}$ до $+ 35^{\circ} \text{C}$;
- атмосферний тиск від 630 до 800 мм ртутного стовпа;
- відносна вологість повітря не більше 80%;
- запиленість повітря не більше $0,75 \text{ мг / м}^3$;
- крім цього, в повітрі не повинно бути парів агресивних рідин і речовин, що викликають корозію.

Вимоги до електроживлення.

Електроживлення здійснюється від однофазної мережі змінного струму напругою $220 \text{ В} \pm 10\%$ і частотою 50-60 Гц.

4 РОЗРОБКА МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ АВТОМАТИЧНОЇ ТЕРМОМЕТРІЇ ТІЛА ЛЮДИНИ

Для підвищення точності вимірювання безконтактними термометрами необхідно оцінити фактори, що впливають на точність.

По перше на точність буде впливати температуру якої частини тіла вимірюють, оскільки нормальна температура різних частей тіла відрізняється з причини різного рівня кровообігу (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Межеві значення температур для різних частей тіла

Спосіб вимірювання температури	Мінімальна Т/(°C)	Максимальна Т/(°C)
Ректально	36.2	37.7
Вагинально	36.0	37.5
Орально (щоковий)	35.5	37.1
Орально (під язиком)	35.7	37.3
Аксилярно (под мишкою)	35.2	36.7
Вухо	35.8	37.1
Лоб	_*	_*

* Залежить від температури навколишнього середовища

Точність вимірювання ручних пірометрів температури тіла коливається, як правило, від 0,02°C до 0,2°C. Однак, слід зазначити, що це швидше за заявлений крок поділки приладу, а реальна точність з урахуванням дозвільних параметрів первинного перетворювача (інфрачервоного приймача до АЦП) коливається в межах 0,1-0,4°C в залежності від якості виконання оптичної системи фокусування інфрачервоного випромінювання і розрядності АЦП.

Кут огляду оптичної системи фокусування (FOV - Field Of View) миттєве поле зору - стягуваний кут, в межах якого вимірювальний прилад збирає променисту енергію на один чутливий елемент, або кутова проекція чутливого елемента на поверхню об'єкта вимірювання. Даний параметр грає роль для можливої дальності проведення вимірювань. При великому куті отримується випромінювання фокусується з більшої площі, а отже можливо захоплення випромінювання не тільки з частини тіла а й з навколишніх об'єктів тому вимірювальне пляма при цьому зростає. Порівняння охоплення частини тіла, що сканується датчиком з маленьким і великим стягує кутом (рис.4.1).

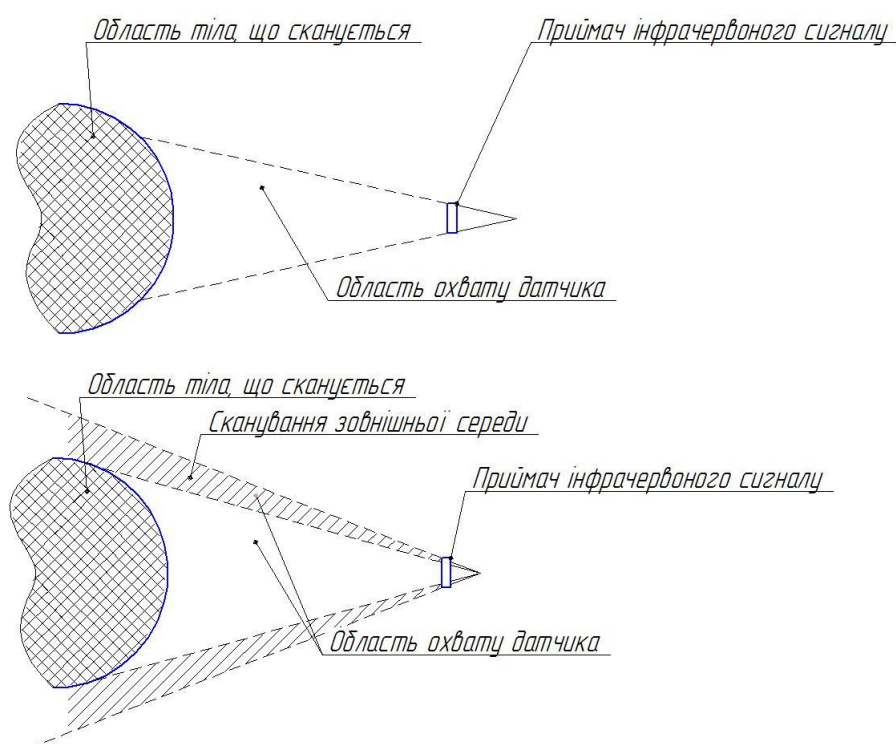


Рисунок 4.1 – Порівняння датчиків з різним FOV

Хроматична аберація.

Дистанційний метод вимірювання температури на відміну від контактного способу, заснований на перетворенні потужності інфрачервоного випромінювання (теплового потоку).

У свою чергу, інфрачервоні промені відрізняються довжинами хвиль. Більшість пристроїв налаштовані на діапазон 8-14 мкм.

І тепер повернемося знову до оптичної лінзи.

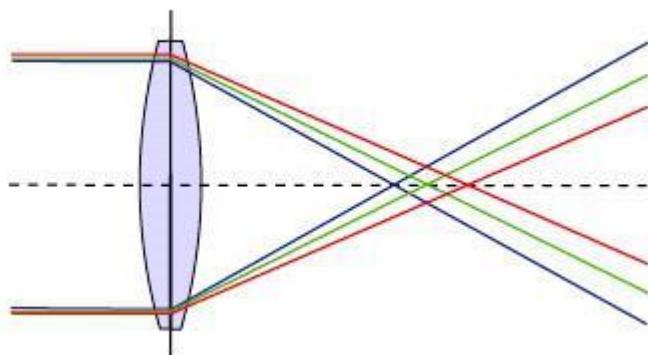


Рисунок 4.2 – Промені випромінювання при проходженні через лінзу

Якщо матеріал оптики по-різному пропускає промені в залежності від довжини хвилі, то знову ж таки відбувається "розмиття". Промені з короткою довжиною хвилі відхиляються на більший кут і навпаки.

Метод усунення - контроль якості виготовлення і матеріалу лінзи. У всякому разі промені із зазначеного діапазону 8-14 мкм повинні фокусуватися без спотворень.

Площа лінзи

Звернемося до астрономічної техніки та зокрема до телескопів - не важливо, чи встановлені вони на орбіті або на земній поверхні.

Чим більше площа дзеркала, тим слабший сигнал можна отримає з глибин космосу.

З пірометрами картина та сама.

Від площі лінзи залежить потужність прийнятого теплового потоку.

Це не визначальний показник, але також робить вплив на точність.

Діаметр лінзи особливо важливий, коли:

- вимірюється низька температура. Тим менше амплітуда коливання атомів, тим менше енергії надходить;
- до об'єкта далеко;
- розміри досліджуваного предмета малі.

З іншого боку, один з видів оптичних спотворень - сферична аберація зростає зі збільшенням площі.

Тому потрібно знайти баланс між діаметром, якістю виконання оптики, матеріалом, і точністю установки лінз.

Фокусна відстань

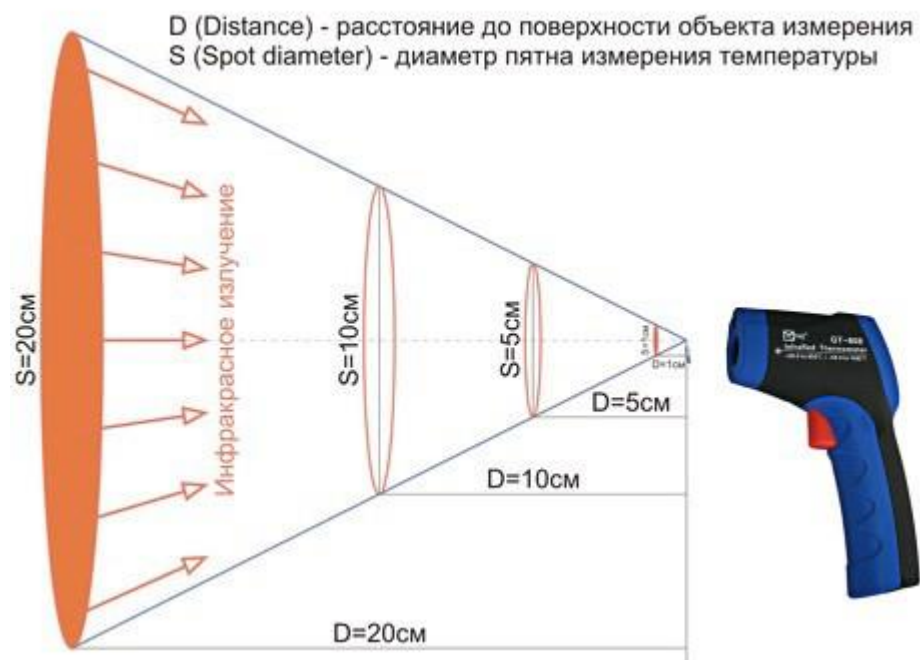


Рисунок 4.3 – Фокусна відстань до пірометра

Похибка АЦП

Чим більше розрядність аналого-цифрового перетворювача - тим вище точність вимірювань. З іншого боку, збільшення розрядності безпосередньо впливає на ціну.

Таким чином, підсумкова виробнича похибка підсумовується, і в достовірність результату вносить вклад:

- оптика;
- термоелектричний перетворювач;
- АЦП.

Коефіцієнт емісії і відбивна здатність

Якщо взяти дзеркало, то при певному розташуванні, можна буде пускати зайчики - це і є відбитий сигнал у видимому для нас, оптичному діапазоні.

А ось з темною тканиною так не вийде. Як би ми не старалися.

Це приклад різної відбивної здатності.

Така ж картина і в інфрачервоній області. Деякі предмети більше відображають теплове випромінювання, інші - поглинають.

При роботі з інфрачервоним датчиком температури в його об'єктив потрапляє 3 складових:

- промені, які тіло пропускає через себе;
- промені, які воно випускає (це його власна температура);
- відбиті промені від навколишніх предметів.

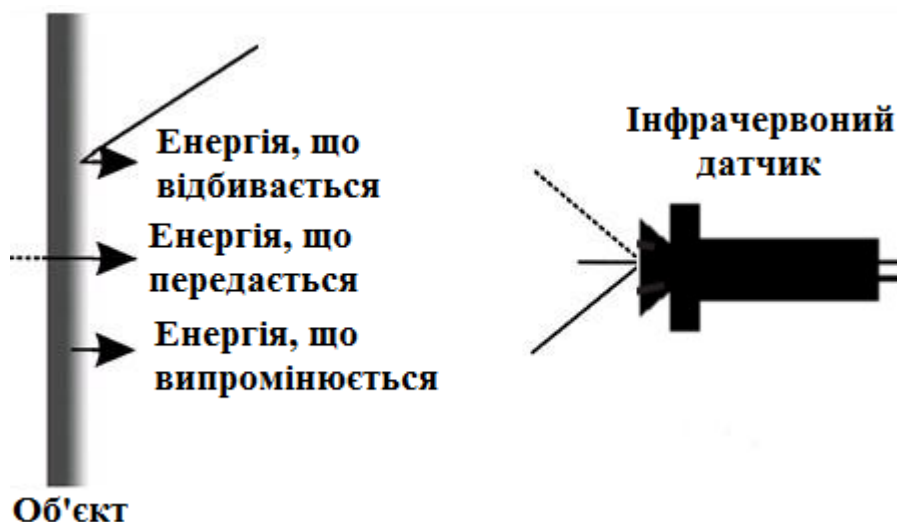


Рисунок 4.4 – Емісія

Якщо візьмемо безконтактний вимірювач температури і два матеріали: полірована сталь і латунь.

Перша деталь відрізняється високим коефіцієнтом відображення і в лінзу потрапить лише мала частина потоку тепла. Латунь відображає значно гірше.

Коефіцієнти відбиття різняться в рази.

У найпростіших моделях встановлюється постійний коефіцієнт емісії дорівнює 0,95.

Справедливості заради треба сказати, що для більшості перш за все побутових завдань цього досить.

Для більш точних вимірів, бажано щоб пірометр мав настройку коефіцієнта емісії, щоб користувач міг самостійно в залежності від виду матеріалу, ступеня механічної обробки, окислення і інших чинників, підлаштувати свій вимірювальний прилад.

Як дізнатися, який потрібно встановлювати коефіцієнт емісії? Потрібен так званий еталон, згідно з термінологією Закону "Про метрологію", передає інформацію про вимірювану величину. Як еталон зазвичай виступає термометр з однією або декількома термопарами.

Таблиця 4.2 – Коефіцієнти емісії різних матеріалів

Матеріал	Коеф.	Матеріал	Коеф.	Матеріал	Коеф.
Залізо	0,70	Сніг	0,90	Кераміка	0,95
Лід	0,98	Сталь	0,80	Бетон	0,95
Свінець	0,50	Тканина	0,94	Мідь	0,95
Вапняк	0,98	Алюміній	0,30	Багнюка	0,94
Олія	0,94	Вовна	0,94	Заморожена їжа	0,90
Фарба	0,93	Асбест	0,95	Гаряча їжа	0,93
Папір	0,95	Асфальт	0,95	Шкіра	0,98
Пластик	0,95	Базальт	0,70	Карбон	0,85
Каучук	0,95	Латунь	0,50		
Пісок	0,90	Цегла	0,90		

Пропонується наступний алгоритм настройки (рис.4.5).

Звичайно при переході до матеріалів з іншої відбивною здатністю або в разі вимірювання температури тіла до вимірювань іншій частині тіла, процедуру потрібно повторити.

Хоча, якщо набір вимірюваних матеріалів або частин тіла обмежений, для кожного з них досить один раз записати свої персональні коефіцієнти і просто встановлювати відповідне значення.

Об'єкт вимірювання повинен обов'язково міститися в нього повністю.

В іншому випадку в приймальню оптику потраплятиме випромінювання і від довколишніх об'єктів і тоді похибка зашкалить. Звичайно за умови, що температурна різниця між сусідніми об'єктами буде велика - припустимо десятки градусів.

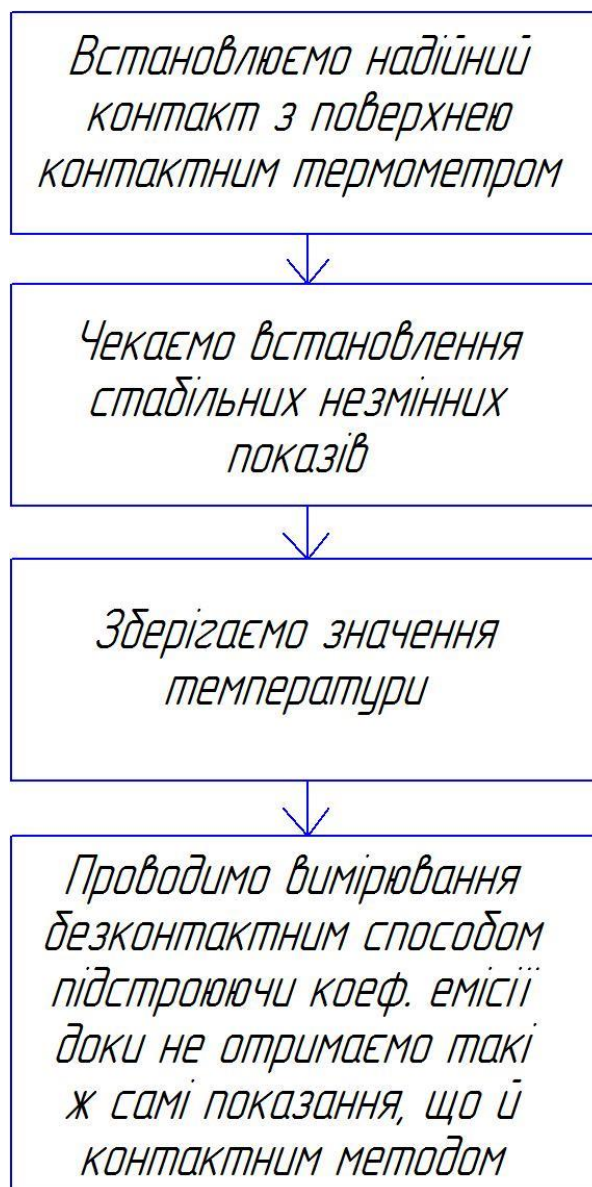


Рисунок 4.5 – Алгоритм налаштування

Ось основні помилки:

- не враховується матеріал, з якого зроблений предмет вимірювання
- виміри проводяться через скло або в запиленому, вологому приміщенні
- температура самого пірометра значно відрізняється від температури навколишнього середовища
- вимірювання відбуваються занадто далеко від об'єкта, без урахування конуса розширення променя

Варто зауважити, що пірометр не може вимірювати температуру предмета, який знаходиться за склом, в диму або тумані.



Рисунок 3.6 – Вимірювання через перешкоди

Скло для оптики приладу - це не прозорий елемент, а окремий об'єкт, який виділяє своє власне випромінювання. Тому його потрібно прибирати з області виміру.

Більшість тіл і поверхонь нас оточують, мають коефіцієнт випромінювання дорівнює 0,95. Саме такі заводські настройки спочатку виставляються на приладах.

Будь електронікою, тим більше вимірювальної, не можна користуватися поки температура приладу не вирівняється з температурою навколишнього середовища.

Автоматична компенсація температури або Absolute temperature compensator (АТС). Автоматично підраховуються середні значення температури останніх 10 об'єктів, причому, не беручи до уваги 2 найбільших і 2 найменших значення. Це дозволяє використовувати прилад в повністю автоматичному режимі, без використання еталонного «абсолютно чорного тіла», а також виключає помилкові спрацьовування.

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОБОТИ

5.1 Планування науково-дослідницької роботи

Основна умова раціонального планування НДР - скорочення термінів виконання розробок при мінімальних витратах трудових, матеріальних і грошових ресурсів.

Для цього необхідно вирішити такі завдання з планування НДР: визначення трудомісткості та тривалості; складання мережного графіка виконання; визначення витрат на проведення.

5.2 Визначення трудомісткості та тривалості НДР

Весь комплекс науково-дослідної роботи можна розділити на типові етапи. По кожному етапу вказуються виконавці і трудомісткість або тривалість виконання робіт.

Трудомісткість НДР розраховується в нормо-годинах або людино-днях витрат робочого часу основних виконавців і залежить від складності розробки та ступеня її новизни, кваліфікації виконавців, наявності у них навичок дослідницької роботи, від використовуваних матеріалів, вимог надійності, технічних умов комплектуючих схем і т. д.

Розрахунок тривалості виконання НДР і кожного її етапу знаходимо відповідно до кількості виконавців по кожному етапу за формулою:

$$T_{\text{ц}} = \frac{Q}{R} = \frac{70}{5} = 14, \quad (5.1)$$

де $T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу, днів;

Q – трудомісткість робіт, люд.-годин;

R – кількість виконавців, людей;

Тривалість виконання НДР та кожного з її етапів приведена в табл. 5.1.

Таблиця 5.1- Тривалість етапів НДР

Етап НДР	Трудомісткість		Виконавці		Тривалість днів
	Люди но-днів	% по підсум- ку	Спеціальність	Кіль- кість людей	
1	2	3	4	5	6
1. Отримання технічного завдання	2	2,4	Ведучий програміст	1	2
2. Огляд літературних джерел	3	3,52	Ведучий програміст	1	3
3. Обґрунтування актуальності	3	6,52	Ведучий програміст	1	3
4. Огляд застосування програмно-апаратного модуля	4	7,7	Інженер	1	4
5. Аналіз матеріалів та технологій	4	4,7	Інженер	1	4
6. Розробка конструкції	6	10,06	Інженер – конструктор	1	6
7. Опис розробленої конструкції програмно-апаратного модуля	6	8,06	Інженер – конструктор	1	6
8. Інструкція з експлуатації під час запуску обладнання	4	6,7	Ведучий програміст	1	4
9. Дослідження роботи програмно-апаратного модуля	7	8,7	Ведучий програміст	1	7

10. Опис програмного забезпечення	4	4,7	Ведучий програміст	1	4
-----------------------------------	---	-----	--------------------	---	---

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6
11. Аналіз показників при роботі модуля	6	11,76	Інженер	1	6
12. Розробка рекомендацій щодо використання модуля	10	12,26	Ведучий програміст	1	10
13. Визначення кошторисної вартості проведення робіт	4	4,7	Консультант з економіки.	1	4
14. Розробка питань з охорони праці	4	4,7	Консультант по ОТ	1	4
15. Висновки	3	3,52	Інженер	1	3
Разом	70	100	-	5	70

У ряді випадків важко встановити загальну тривалість робіт. Це пов'язано з елементами невизначеності в процесі виконання більшості робіт. Їх трудомісткість і тривалість залежить від безлічі факторів, передбачити які неможливо. У таких випадках використовують імовірнісні оцінки часу. Ці оцінки зазвичай виражаються в днях і є вихідними для розрахунку очікуваного часу виконання етапу робіт за формулою:

$$t_y = \frac{3t_{\min} + 2t_{\max}}{5}, \quad (5.2)$$

де t_y - очікувана оптимальна оцінка часу виконання роботи, днів;

$t_{\min}$ - мінімально необхідний час на виконання роботи по найбільш сприятливих умов, днів;

$t_{\max}$ - максимальні витрати часу на виконання роботи при несприятливих умовах, днів.

Ступінь правильності визначення t_y перевіряють розрахунком дисперсії (розкиду між мінімальною і максимальною оцінками часу виконання робіт), яка визначається за формулою:

$$\sigma^2(t) = \left(\frac{t_{\max} - t_{\min}}{5} \right)^2 \quad (5.3)$$

Розрахунок $\sigma^2(t)$ и t_y приведений в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 - Оцінка тривалості і трудомісткості робіт

Етапи НДР	Оцінка часу, днів			Дисперсія	Виконавці	
	tmin	tmax	tч		Спеціальність	Кількість людей
1	2	3	4	5	6	7
1. Отримання технічного завдання	1	3	2	0,16	Ведучий програміст	1
2. Огляд літературних джерел	2	4	3	0,16	Ведучий програміст	1
3. Обґрунтування актуальності	2	4	3	0,16	Ведучий програміст	1
4. Огляд застосування модуля	3	5	4	0,16	Інженер	1
5. Аналіз технологій	3	5	4	0,16	Інженер	1
6. Розробка конструкції	5	7	6	0,16	Інженер – конструктор	1

7. Опис розробленої конструкції програмно-апаратного модуля	5	7	6	0,16	Інженер – конструктор	1
---	---	---	---	------	-----------------------	---

Продовження табл. 5.2

8. Інструкція з експлуатації під час запуску обладнання	3	5	4	0,16	Ведучий програміст	1
9. Дослідження роботи модуля у реальний час	7	9	8	0,16	Ведучий програміст	1
10. Опис програмного забезпечення	3	5	4	0,16	Ведучий програміст	1
11. Аналіз показників при роботі модуля	3	5	4	0,16	Інженер	1
12. Розробка рекомендацій щодо використання модуля	3	5	4	0,16	Ведучий програміст	1
13. Визначення кошторисної вартості проведення робіт	4	6	5	0,16	Консультант з економіки.	1
14. Розробка питань з охорони праці	3	5	4	0,16	Консультант по ОТ	1
15. Висновки	3	5	4	0,16	Інженер	1

5.2.1 Складання мережевого графіка

Мережевий графік є інформаційно-динамічною моделлю, на яких зображено взаємозв'язки і результати всіх робіт, необхідних для досягнення кінцевої мети розробки.

При побудові мережевого графіка використовуються два графічні елементи: роботи і події.

Робота - це процес, що вимагає витрат часу, наявності виконавців і матеріальних ресурсів. На графіці роботи зображені стрілками.

Подіями називають результати проведення робіт, формулювання події завжди записується в довершній формі, що не допускає різного тлумачення. На графіці подію зображають колом в якому указують порядковий номер події.

До основних параметрів мережевого графіка відносять: критичний шлях, резерви часу подій і резерви часу робіт. Ці параметри є результатними для аналізу і оптимізації мережі.

Перелік робіт мережного графіка наведені в табл. 5.3. У табл. 5.4 наведені параметри подій з розробки проекту

Розрахунки параметрів робіт і параметри шляхів мережного графіка наведені в табл. 5.5 і 5.6.

Таблиця 5.3 - Перелік робіт мережевого графіка

№	Найменування роботи	Код роботи	Тривалість
1	2	3	4
1	Отримання технічного завдання	1-2	2
2	Огляд літературних джерел	2-3	3
3	Обґрунтування актуальності	3-4	3
4	Огляд застосування програмно-апаратного модуля для автоматичної очистки каналізації	4-5	4
5	Аналіз технологій	5-6	4
6	Розробка конструкції	5-7	6
7	Опис розробленої конструкції модуля	6-8	6
8	Інструкція з експлуатації під час запуску обладнання	7-9	4
9	Дослідження роботи модуля у реальний час	8-10	10
10	Опис програмного забезпечення	9-11	6
11	Аналіз показників при роботі модуля	10-12	10
12	Розробка рекомендацій щодо використання модулю	11-12	4
13	Визначення кошторисної вартості проведення робіт	12-13	5
14	Розробка питань з охорони праці	13-14	4

15	Висновки	14-15	3
----	----------	-------	---

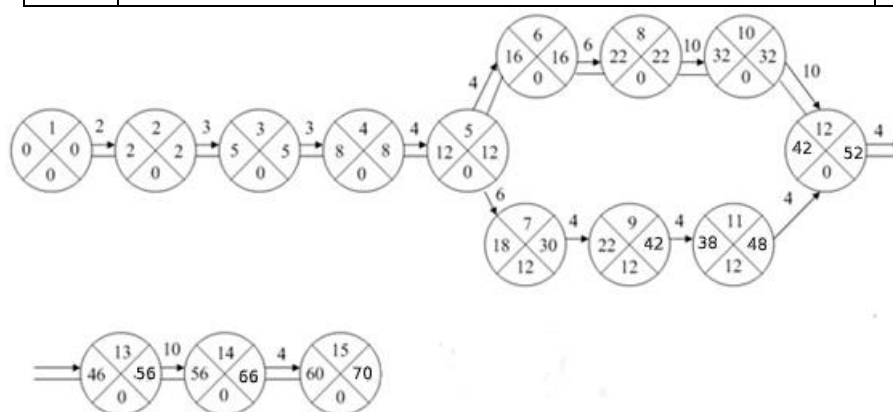


Рисунок 5.1- Мережевий графік плану виконання робіт

Для заповнення табл. 5.4 необхідно розрахувати наступні дані:

t_i^p - ранній термін настання події;

t_i^n - пізній термін настання події;

R_i – резерв часу події.

Таблиця 5.4 – Параметри подій

Кількість попередніх робіт	Номер події	t_i^p	t_i^n	R_i
0	1	0	0	0
1	2	2	2	0
2	3	5	5	0
3	4	8	8	0
4	5	12	12	0
5	6	16	16	0
6	7	30	30	0
7	8	22	22	0
8	9	42	42	0
9	10	32	32	0
10	11	38	48	10
11	12	42	52	10
12	13	46	56	10
13	14	56	66	10
14	15	60	70	10

Для заповнення табл. 6.5 необхідно розрахувати наступні дані:

- t_{ij} – тривалість виконання роботи і-і, днів;

- $t_{рн}$ – ранній термін початку роботи, днів;
- $t_{ро}$ – ранній термін закінчення роботи, днів;
- $t_{пн}$ – пізній термін початку роботи, днів;
- $t_{по}$ – пізній термін закінчення роботи, днів;
- $R_{п}$ – повний резерв часу, днів;
- $R_{в}$ – вільний резерв часу, днів.

Таблиця 5.5 - Параметри робіт

Код роботи	t_{ij}	$t_{рн}$	$t_{пн}$	$t_{ро}$	$T_{по}$	$R_{п}$	$R_{в}$
1-2	2	0	0	2	2	0	0
2-3	3	2	2	5	5	0	0
3-4	3	5	5	8	8	0	0
4-5	4	8	8	12	12	0	0
5-6	4	12	12	16	16	0	0
5-7	6	12	24	18	18	0	0
6-8	6	16	16	22	22	0	0
7-9	4	30	30	22	22	0	0
8-10	10	22	22	32	32	0	0
9-11	4	22	22	28	38	0	0
10-12	10	32	32	42	42	0	0
11-12	4	28	38	32	42	10	10
12-13	4	32	42	42	52	10	10
13-14	10	36	46	52	62	10	10
14-15	4	46	66	62	70	10	10

Таблиця 5.6—Параметри шляхів

Номер шляху	Номер події	Довжина шляху	Резерв шляху	$K_{ш}$
1	1-2-3-4-5-6-8-10-12-13-14-15	70	0	1
2	1-2-3-4-5-7-9-11-12-13-14-15	55	36	0.53

Розрахунок коефіцієнта навантаження:

$$K_{ш} = \frac{Li - Li_{ki}}{Li_q - Li_{ki}}$$

$$K_{ш1} = \frac{55 - 41}{67 - 41} = 0.53$$

В даному випадку згідно з розрахунками таблиці критичним є шлях № 1. Мінімізували виконання робіт на 15 днів.

5.3 Визначення витрат на розробку програмно-апаратного модуля для автоматичної очистки каналізації

Для визначення витрат на розробку програми складають калькуляцію кошторисної вартості робіт, що включає статті:

- 1) основна заробітна плата;
- 2) додаткова заробітна плата;
- 3) відрахування на соціальне страхування і до інших фондів;
- 4) матеріали і комплектуючі вироби (за вирахуванням вартості зворотніх відходів);
- 5) витрати на відрядження;
- 6) витрати на спеціальне устаткування;
- 7) вартість послуг сторонніх організацій;
- 8) інші прямі витрати;
- 9) накладні витрати;
- 10) плановий прибуток.

5.3.1 Розрахунок заробітної плати

Розрахуємо заробітну плату всіх категорій працівників, які безпосередньо зайняті в процесі проведення всіх етапів НДР. Сума заробітної плати розраховується на основі зайнятості виконавців по окремих етапах робіт і середньоденного заробітку для кожної категорії персоналу. Результати розрахунку занесені в табл. 5.7. Кошторис НДР наведено в табл. 5.8.

Сума з основної заробітної плати становить 30590 грн. Додаткова плата приймається 8-10% від основної заробітної плати, приймаємо 9%, що становить 2752,6 грн. Підсумкова сума заробітної плати 33 342,6 грн.

Відрахування на соціальне страхування -22%

$$ЗП_{\text{доп}} \cdot 0,22 = 33342,6 \cdot 0,22 = 7335,3 \text{ грн}$$

$$P_{\text{ЗВВ}} = ЗП_{\text{доп}} \cdot Н_{\text{ЗВВ}} = 30590 \cdot 0,30 = 9177 \text{ грн}$$

Таблиця 5.7 - Заробітна плата

Посада виконавців	Кількість людей	Місячний оклад, грн.	Зайнятість, дн.	Середньоден на зарплата, грн.	Сумарна зарплата, грн.	Додаткова плата, грн
Ведучий програміст	1	15000	36	500	18000	1620
Інженер	1	6300	20	210	4200	378
Інженер – конструктор	1	5600	27	187	5050	454
Консультант з економіки.	1	5000	10	167	1670	150,3
Консультант по ОТ	1	5000	10	167	1670	150,3
Разом	5	-	-	-	30590	2752,6

Таблиця 5.8 – Витрати на експлуатацію обладнання

Стаття затрат	Сума, грн.	Структура, %
Матеріали	925,05	1,75
Основна заробітна плата	30590	57,92
Додаткова заробітна плата	2752,6	5,21
Витрати на енергоресурси	298	0,56
Відрахування в єдиний соціальний фонд	7335,3	13,89
Витрати на амортизацію	1731,18	3,28
ЗВВ витрати	9177	17,4
Разом	52809,13	100

5.3.1 Визначення витрат на матеріали

У цю статтю включають вартість основних і допоміжних матеріалів, напівфабрикатів, що купуються, і комплектуючих виробів. Транспортно-заготовчі витрати приймають рівними 3-10% від вартості матеріалів.

Вихідні дані і розрахунок вартості матеріалів занесемо в табл. 5.9.

Таблиця 5.9 - Витрати на матеріали

Матеріали	Одиниця виміру	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Загальна вартість, грн.
PIC16F887	шт.	1	75	75
Батарея CR3023	шт.	1	139	139
SC0802J	шт.	2	57	114
Раз'єм DS1021-1x5 (PLS-5)	шт.	12	12	240
74HC595	шт.	2	30	60
MAX485	шт.	1	25	25
RTC DS1307	шт.	1	35	35
PC817	шт.	2	28	56
Блок живлення	шт.	1	57	57
LQH32C	шт.	1	80	80
Разом				881
Транспортно-підготовчі роботи 5%				44,05
Разом матеріальних затрат				925,05

5.3.2 Розрахунок витрат на електроенергію

Для розрахунку витрат на електроенергію використовуємо формулу:

$$E = \frac{P_y \cdot \Phi_{ef} \cdot K_g \cdot C_e}{KKД}, \quad (5.4)$$

де:

P_y - встановлена потужність енергетичних струмоприймачів обладнання, кВт;

Φ_{ef} - ефективний фонд часу роботи даного виду обладнання, год;

K_g - Коефіцієнт використання енергетичних установок по потужності і часу (0,8);

C_e - Ціна 1кВт год електроенергії (2,68 грн. (3 ПДВ));

KKД = 0,8.

$$E = \frac{0.45 \cdot 240 \cdot 0.8 \cdot 2.68}{0.8} + \frac{0.03 \cdot 45 \cdot 0.8 \cdot 2.68}{0.8} = 298 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрати електроенергії приведені в табл. 5.10

Таблиця 5.10 – Розрахунок вартості енергоресурсів

Найменування обладнання	Вид енерго-ресурсів	Установлена потужність, P_y , кВт	Тривалість використання $\Phi_{\text{еф}}$, ч.	Тариф, за кВт час, грн.	Вартість енерго-ресурсів, грн.
Комп'ютер	Е/енергія	0,45	240	2,68	294,4
Модуль	Е/енергія	0,03	45		3,618
Разом					298

5.3.3 Розрахунок вартості спецобладнання

До спеціального обладнання належить таке обладнання, яке використовується тільки для проведення окремої дослідницької роботи. Вартість спеціального обладнання для проведення НДР визначають на підставі їх кількості, цін по прейскурантах. Результати розрахунку занесені в табл. 5.11. Результати розрахунку амортизаційних відрахувань наведень в табл. 5.12.

Таблиця 5.11 - Розрахунок вартості спецобладнання

Обладнання	Кількість на тему	Ціна за одиницю, грн.	Вартість, грн.
Комп'ютер	1	9000	9000
Программатор	1	2500	2500
Разом			11500
Транспортно-підготовчі роботи 5%			575
Разом			12075

Таблиця 5.12 – Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн.	Норма амортизації, %.	Зайнятість обладнання ч.	Ефективний річний фонд часу, ч.	Сума, грн.
Комп'ютер	9000	50	560	1860	1354,84
Программатор	2500	50	560		376
Разом					1731,18

5.4 Розрахунок економічної ефективності НДР

Для теоретичних досліджень в більшості випадків важко або навіть неможливо розрахувати економічний ефект, тому доцільно визначити їх техніко-економічну ефективність з урахуванням наступних показників: значимість дослідження для промисловості; складність розробки.

Значимість теоретичного дослідження оцінюють за його призначенням: вирішення проблемних питань; пошук принципово нових конструктивних і технологічних рішень тощо.

Складність виконання роботи визначають порівнянням отриманих результатів цього дослідження з результатами відомих аналогічних досліджень з урахуванням фінансових і трудових витрат на їх проведення.

Результативність проекту можна визначити по повноті рішень поставленого завдання: отриманий результат відповідає плановому, задовільний (часткове вирішення) або негативний.

Аналіз залежності між цими показниками і витратами на їх досягнення дає можливість кількісної оцінки техніко-економічної ефективності теоретичного дослідження за формулою:

$$K = \frac{J^n \cdot R \cdot T}{B \cdot t}, \quad (5.5)$$

де К - рівень ефективності дослідження (коефіцієнт техніко-економічної ефективності проекту);

J - значущість роботи;

R - результативність проекту;

T - технічна складність виконання проекту;

B - витрати на проведення дослідження, грн.;

t - час, витрачений на проведення дослідження, років;

n - показник використання результатів дослідження:

n = 0 - результат дослідження не використовується;

n = 1 - результати дослідження використовуються частково;

n = 2 - результат використовуються в дослідницько-конструкторських роботах;

n = 3 - результати можуть бути використані без проведення дослідно-конструкторських робіт.

Правильно працюючий оптимізований алгоритм дозволяє запобігти велику кількість атак і розкрадання інформації, тому значущість роботи вибираємо = 2; результативність = 3; технічна складність = 3; час, витрачений на проведення дослідження, років $t = 0,30$, а вартість НДР склала 52,803 тыс. грн., $n = 3$ - результат використовуються в дослідницько-конструкторських роботах.

$$K = \frac{2^2 \cdot 3 \cdot 2}{52,803 \cdot 0,3} = 1,53;$$

при значенні $K \geq 1$ дослідна робота є ефективною.

5.5 Розрахунок планового прибутку

Мінімальна величина прибутку повинна забезпечувати внесення до державного і місцевих бюджетів необхідних платежів і утворення фондів економічного стимулювання організації. Величина планового прибутку визначається при продажі розробленого продукту стороннім організаціям.

Результати визначення витрат на розробку програми зводять в таблицю 5.3.

Таблиця 5.3 - Калькуляція кошторисної вартості робіт по розробці програми

Найменування статей витрат	Сума, грн.	Питома вага до підсумку, %
1. Основна заробітна плата	30590	48,28
2. Додаткова заробітна плата	2752,6	4,34
3. Відрахування на соціальне страхування і до інших фондів	7335,3	11,57
4. Матеріали і комплектуючі вироби (за вирахуванням вартості відходів)	925,05	1,46
5. Витрати на спеціальне устаткування	12075	19,06
6. Вартість послуг сторонніх організацій	298	0,47
7. Інші прямі витрати	200	0,32
8. Накладні витрати	9177	14,48
Разом	63352,95	100
9. Плановий прибуток		
Разом		

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Аналіз потенційних небезпек

Тема дипломного проекту «Система автоматизованої термометрії робітників на підприємствах», тому розглянемо робоче місце інженера радіотехніка.

Основними потенційними небезпеками при проведенні робіт у лабораторії є такі:

- небезпека ураження електричним струмом, внаслідок недотримання правил електробезпеки або виходу з ладу електроприладів;

- порушення роботи кістково-м'язового апарату внаслідок тривалих статичних навантажень при роботі з ПК.

- нервово-психічні перевантаження внаслідок постійного контакту з клієнтами, колегами по роботі, керівництвом при вирішенні робочих питань, які можуть носити конфліктний характер і призвести до емоційного дискомфорту, внутрішнього роздратування, емоційної нестабільності та захворювань нервової системи;

- незадовільні ергономічні характеристики робочого місця внаслідок нераціонального планування робочого місця, що може призвести до механічних травм, уражень електричним струмом та порушень кістково-м'язового апарату;

- негативний вплив недостатнього освітлення робочої зони на зір та продуктивність роботи працюючого, внаслідок несправності освітлювальних приладів або неправильного проектування освітлювальної системи;

- негативний вплив незадовільних параметрів повітряного середовища робочої зони на здоров'я працюючого, внаслідок неправильного проектування системи вентиляції або несправності її несправності;

- негативний вплив підвищеного рівня шуму на психоемоційний стан працюючого, який пов'язаний з використанням застарілої периферійної техніки, кондиціонерів, копіювальної техніки, освітлювальних приладів;

- небезпека загоряння у зв'язку із несправністю електричного обладнання, недотримання, або порушення правил протипожежної безпеки обслуговуючим персоналом, що може призвести до пожежі.

Приведення цих чинників у відповідність до сучасних норм, нормативів і стандартів є передумовою нормальної працездатності людини.

Небезпечні і шкідливі наслідки для людини від дії електричного струму, електричної дуги, електричного і магнітного полів, електростатичного поля і ЕМВ проявляються у вигляді електротравм, механічних пошкоджень і професійних захворювань. Ступінь впливу залежить від експозиції фактора, в тому числі: роду і величини напруги і струму, частоти електричного струму, шляху струму через тіло людини, тривалості впливу електричного струму або електричного і магнітного полів на організм людини, умов зовнішнього середовища.

6.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

Приміщення лабораторії, в яких перебувають співробітники галузі радіотехніка, відносяться до приміщень без підвищеної небезпеки ураження електричним струмом.

Організаційні та технічні заходи щодо забезпечення електробезпеки (ДСТУ 7237:2011) полягають у відповідному навчанні, інструктажі і допуску до роботи осіб, дотриманні особливих вимог при роботах на струмопровідних частинах, що знаходяться під напругою, або поблизу них.

Важливим заходом, що забезпечує електробезпеку обслуговуючого персоналу, є захисне заземлення або занулення металевих неструмоведучих частин електрообладнання. Відповідно до «Правил улаштування електроустановок» застосовується захисне заземлення, виконане для забезпечення електробезпеки, їм називається навмисне металеве з'єднання із заземлюючим пристроєм елементів електроустановок, які нормально не знаходяться під напругою. Занулення в електроустановках і мережах напругою до 1000 В - це навмисне електричне з'єднання металевих елементів установки, нормально ізольованих від частин, що знаходяться під напругою з глухозаземленою нейтраллю генератора або

трансформатора в мережах змінного струму, а також з глухозаземленою середньою точкою в трьохпровідних мережах постійного струму з нульовим проводом.

Основними причинами поразки персоналу електричним струмом є:

- дотик до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою (оголені кабелі живлення, розетки - 220В);
- дотик до металевих неструмоведучих частин електроустановок або пов'язаного з електроустановками виробничого обладнання (корпусу, кожуха, огорожі і т. Д.) Після переходу на них напруги з струмоведучих частин.

Захисні заходи від ураження електричним струмом:

1) організаційні заходи:

- спеціальне навчання персоналу;
- інструктажі персоналу;
- призначені особи відповідальної за безпеку;
- проводяться періодичні огляди, вимірювання та випробування електрообладнання.

2) технічні заходи:

- застосовані пристрої (запобіжники, що вимикають реле і т. д.) Захист електрообладнання і мереж від перевантажень, а також струмів коротких замикань;
- захист людей від дотику до струмоведучих частин обладнання забезпечено за допомогою ізоляції струмоведучих частин електрообладнання;
- захист від ураження електричним струмом при переході напруги на металеві корпуси електроустановок здійснюється пристроєм захисного заземлення, занулення електрообладнання в мережах з глухо-заземленою нейтраллю, застосуванням захисного відключення.

Заземлення електроустановки - навмисне електричне з'єднання її корпусу з заземлюючим пристроєм. Захисне заземлення забезпечує безпеку використання електроприладу людиною. Захисне заземлення базується на кількох принципах.

Якщо електроприлад справний і все ізолюючі елементи в порядку і не пошкоджені, то металевий корпус приладу (це може бути будь-яка побутова техніка) не перебуває під напругою щодо землі. Якщо з яких-небудь причин у електроприладу пошкоджена ізоляція, тоді на будь-який його частини може

з'явиться напруга 220 В щодо землі. Це смертельно небезпечна ситуація: при дотику до частин корпусу, який опинився під напругою, удар електрикою може привести до летального результату.

Для цього і існує захисне заземлення. У побуті це означає, що все вилки і розетки повинні бути забезпечені заземлювальними контактами, а на електричному щитку повинно бути спеціальне місце для приєднання заземлюючих провідників. Підключення до цієї системи забезпечить захист користувачів від ураження електричним струмом.

Принцип захисної дії

Захисна дія заземлення засноване на двох основних принципах:

1. Зменшення до безпечного значення різниці потенціалів між заземлювальним проводять предметом і іншими провідними предметами, що мають природне заземлення.

2. Відведення струму витoku при контактi заземлюється проводить предмета з фазним проводом. У правильно спроектованій системі поява струму витoku призводить до негайного спрацьовування захисних пристроїв (пристроїв захисного відключення).

Таким чином, заземлення найбільш ефективно тільки в комплексі з використанням пристроїв захисного відключення. В цьому випадку при більшості порушень ізоляції потенціал на заземлених предметах не перевищить небезпечних величин. Більш того, несправний ділянку мережі буде відключений протягом дуже короткого часу (десяті-соті частки секунди - час спрацьовування пристроїв захисного відключення).

До частин, що підлягають занулення або заземлення відносяться:

- 1) корпуси електричних машин, трансформаторів, апаратів, світильників і т.п.;
- 2) приводи електричних апаратів;
- 3) вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів;
- 4) каркаси розподільних щитів, щитів управління, щитків і шаф, а також знімні або частини, що відкриваються, якщо на останніх встановлено електрообладнання напругою вище 42 В змінного струму або більше 110 В постійного струму;

5) металеві конструкції розподільних пристроїв, металеві кабельні конструкції, металеві кабельні з'єднувальні муфти, металеві оболонки і броня контрольних і силових кабелів, металеві оболонки проводів, металеві рукави і труби електропроводки, кожухи і опорні конструкції шинопроводів, лотки, короби, струни, троси і сталеві смуги, на яких укріплені кабелі та проводи (крім струн, тросів і смуг, по яких прокладені кабелі з заземлення або занулення металевою оболонкою або бронею), а також інші металеві конструкції, на яких встановлюється електрообладнання;

6) металеві оболонки і броня контрольних і силових кабелів і проводів напругою до 42 В змінного струму і до 110 В постійного струму, прокладених на загальних металевих конструкціях, в тому числі в загальних трубах, коробах, лотках і т. П. Разом з кабелями і проводами, металеві оболонки і броня яких підлягають заземленню або занулення;

7) металеві корпуси пересувних і переносних електроприймачів;

8) електрообладнання, розташоване на рухомих частинах верстатів, машин і механізмів.

З метою зрівнювання потенціалів в тих приміщеннях і зовнішніх установках, в яких застосовуються заземлення або занулення, будівельні і виробничі конструкції, стаціонарно прокладені трубопроводи всіх призначень, металеві корпуси технологічного обладнання, підкранові і залізничні колії і т. П. Повинні бути приєднані до мережі заземлення або занулення. При цьому природні контакти в зчленуваннях є достатніми.

Не потрібно навмисно заземлювати або зануляти:

1) корпуси електрообладнання, апаратів і електромонтажних конструкцій, встановлених на заземлених (занулених) металевих конструкціях, розподільних пристроях, на щитах, шафах, щитках, станинах верстатів, машин і механізмів, за умови забезпечення надійного електричного контакту з заземлення або занулення підставами;

2) арматуру ізоляторів всіх типів, відтяжок, кронштейнів та освітлювальної арматури при установці їх на дерев'яних опорах ПЛ або на дерев'яних конструкціях

відкритих підстанцій, якщо це не потрібно за умовами захисту від атмосферних перенапруг.

При прокладанні кабелю з металевою заземленою оболонкою або неізовованого заземлювального провідника на дерев'яній опорі перераховані частини, розташовані на цій опорі, повинні бути заземлені або занулені;

3) знімні або частини, що відкриваються металевих каркасів камер розподільних пристроїв, шаф, огорож і т. П., Якщо на знімних (відкриваються) частинах не встановлено електрообладнання або якщо напруга встановленого електрообладнання не перевищує 42 В змінного струму або 110 В постійного струму;

4) корпусу електроприймачів з подвійною ізоляцією;

5) металеві скоби, закрєпи, відрізки труб механічного захисту кабелів в місцях їх проходження крізь стіни і перекриття та інші подібні деталі, в тому числі протяжні і відгалужувальні коробки розміром до 100 см, електропроводок, виконуваних кабелем або ізовованими проводами, які прокладаються по стінах, перекриттях і інших елементів будівель.

Зробимо розрахунок струму, що проходить через тіло людини.

Необхідно визначити струм, що проходить через тіло людини, що торкнулася зануленого корпусу в момент замикання та допустимий час зпрацювання захисту. Вихідні дані: $U_{\phi}=220\text{В}$; $Z_{\text{н.п.}}=2Z_{\phi}$; $R_{\text{п}}=R_0$; $Z_{\text{т}}\rightarrow 0$ (опір обмоток трансформатора малий); $R_{\text{h}}=1000\text{ Ом}$.

Визначимо струм, що проходить через тіло людини при повторному заземленні нульового проводу:

$$I_{\text{h}} = \frac{I_{\text{к}} Z_{\text{н.п.}} R_{\text{п}}}{[(R_0 + R_{\text{п}}) R_{\text{h}}]}, \quad (6.1)$$

або

$$I_{\text{h}} = \frac{U_{\phi}}{Z_{\phi} + 2Z_{\phi}} \cdot 2Z_{\phi} \cdot \frac{R_{\text{п}}}{2R_{\text{п}}} \cdot \frac{1}{R_{\text{h}}} = \frac{U_{\phi}}{3R_{\text{h}}} \quad (6.2)$$

Тобто $I_{\text{h}}=220/3 \cdot 1000=0,073\text{А} \approx 73\text{мА}$.

Допустимий час спрацювання захисту по умовам безпеки повинно бути не більше величини, що визначається виразом:

$$t_{\text{відкл.дод.}} = 50/I_n = 50/73 \approx 0,68\text{с} \quad (6.3)$$

Визначаємо для порівняння величину струму, що проходить через тіло людини при відсутності повторного заземлення ($R_n=0$):

$$I_k = \frac{U_{\Phi}}{Z_{\Phi} + 2Z_{\Phi}} \cdot 2Z_{\Phi} \cdot \frac{1}{R_k} = \frac{2U_{\Phi}}{3R_k} = \frac{2 \cdot 220}{3 \cdot 1000} = 0,146\text{А} \approx 146\text{мА} \quad (6.4)$$

Щоб забезпечити безпеку в цьому випадку, максимально допустимий час роботи захисту повинен бути в два рази менше, тобто

$$t_{\text{відкл.дод.}} = 50/I_n = 50/146 \approx 0,34\text{с}$$

6.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Площа приміщень, в яких розташовують персональні комп'ютери, визначають згідно з чинними нормативними документами. Згідно ДСанПіН 3.3.2.007-98 з розрахунку на одне робоче місце, обладнане ПК, встановлені такі норми:

- площа - не менше ніж 6,0 м²;
- обсяг - не менше ніж 20,0 м³.

Для внутрішнього оздоблення інтер'єру приміщень з комп'ютерами використовуються дифузно-відбивні матеріали з коефіцієнтами відбиття для стелі - 0,7-0,8; для стін - 0,5-0,6; для підлоги - 0,3-0,5.

Приміщення для роботи з персональними комп'ютерами обладнані системами опалення, кондиціонування повітря і припливно-витяжною вентиляцією. У приміщеннях на робочих місцях забезпечуються оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості і рухливості повітря відповідно до

норм і правил, а також ДБН В.2.5-67 діє до: 2013 «Опалення, вентиляція і кондиціювання», затверджених наказом Мінрегіону від 25.01.2013 р № 24.

Для підтримки допустимих значень мікроклімату та концентрації позитивних і негативних іонів передбачені установки або прилади зволоження та / або штучної іонізації, кондиціювання повітря.

Освітлення має важливе санітарно-гігієнічне значення. Зі збільшенням ступеня освітленості підвищується продуктивність праці (іноді на 15% і більше) і якість робіт, знижується виробничий травматизм і аварійність.

Робочі місця, згідно п. 4.3 ДСанПіН 3.3.2.007-98, розташовуються щодо світлових прорізів так, щоб природне світло падало переважно з лівого боку.

Робоче приміщення відповідає вимогам роботи високої точності з розрядом зорової роботи III, подразряд "В" за умовами ДБН В.2.5 - 28 - 2006 "Природне і штучне освітлення" освітлення повинно бути не менше 300 люкс.

Приміщення, їх розміри (площа, обсяг) повинні в першу чергу відповідати кількості працюючих і розташованому в них комплекту технічних засобів. У них передбачаються відповідні параметри температури, освітлення, чистоти повітря, забезпечують ізоляцію, від виробничих шумів і т.п.

При невеликій забрудненості зовнішнього повітря кондиціювання приміщень здійснюється зі змінними витратами зовнішнього повітря і рециркуляційного.

Висота залу над технологічним підлогою до підвісної стелі повинна бути 3 - 3,5 м. Відстань між підвісною і основною стелями при цьому має бути 0,5 - 0,8 м. Висоту підпільного простору приймають рівною 0,2 - 0,6 м.

Рівні шуму на робочих місцях користувачів персональних комп'ютерів не перевищують значень, встановлених СанПіН 2.2.4 / 2.1.8.562-96 і становлять не більше 50 дБА.

Зниження рівня шуму в приміщеннях можливе використанням звукопоглинальних матеріалів з максимальними коефіцієнтами звукопоглинання в області частот 63-8000 Гц для обробки стін і стелі приміщень. Додатковий звуковбирний ефект створюють однотонні фіранки з щільною тканини, повішені в

складку на відстані 15-20 см від огорожі. Ширина фіранки в 2 рази більше ширини вікна.

Робочий стіл відповідає сучасним вимогам ергономіки і дозволяє зручно розмістити на робочій поверхні обладнання з урахуванням його кількості, розмірів і характеру виконуваної роботи. Також застосовуються столи, які мають окрему від основної стільниці спеціальну робочу поверхню для розміщення клавіатури. Висота столів знаходиться в межах від 680 до 800 мм.

Глибина робочої поверхні столу становить 600-800 мм, ширина - відповідно 1200-1600 мм. Робоча поверхня стола не має гострих кутів і країв, а також має матову або напівматову фактуру.

Робочий стіл має простір для ніг висотою не менше 600 мм, шириною - не менше 500 мм, глибиною на рівні колін - не менше 450 мм і на рівні витягнутих ніг - не менше 650 мм.

Режим праці і відпочинку передбачає дотримання певної тривалості безперервної роботи на ПК і перерв, регламентованих з урахуванням тривалості робочої зміни, видів і категорії трудової діяльності.

Види трудової діяльності на ПК поділяються на 3 групи: група А - робота з зчитування інформації з екрану з попереднім запитом; група Б - робота з введення інформації; група В - творча робота в режимі діалогу з ПК.

При 8-годинній робочій зміні і роботі на ПК регламентовані перерви слід встановлювати:

- для першої категорії робіт через 2 години від початку зміни і через 2 години після обідньої перерви тривалістю 15 хвилин кожен;
- для другої категорії робіт - через 2 години від початку робочої зміни і через 1,5-2,0 години після обідньої перерви тривалістю 15 хвилин кожен або тривалістю 10 хвилин через кожну годину роботи;
- для третьої категорії робіт - через 1,5- 2,0 години від початку робочої зміни і через 1,5-2,0 години після обідньої перерви тривалістю 20 хвилин кожен або тривалістю 15 хвилин через кожну годину роботи.

При 12-годинній робочій зміні регламентовані перерви повинні встановлюватися в перші 8 годин роботи аналогічно перерв при 8-годинній робочій

зміні, а протягом останніх 4 годин роботи, незалежно від категорії і виду робіт, щогодини тривалістю 15 хвилин.

Тривалість безперервної роботи на ПК без регламентованого перерви не повинна перевищувати 2 години.

При роботі на ПК в нічну зміну тривалість регламентованих перерв збільшується на 60 хвилин незалежно від категорії і виду трудової діяльності.

Ефективними є нерегламентовані перерви (мікропаузи) тривалістю 1-3 хвилини.

Регламентовані перерви і мікропаузи доцільно використовувати для виконання комплексу вправ і гімнастики для очей, пальців рук, а також масажу. Комплекси вправ доцільно змінювати через 2-3 тижні.

Користувачам ПК, який виконує роботу з високим рівнем напруженості, показана психологічне розвантаження під час регламентованих перерв і в кінці робочого дня в спеціально обладнаних приміщеннях (кімнатах психологічного розвантаження).

6.4 Заходи з пожежної безпеки

Пожежна безпека забезпечується системою запобігання пожежі і системою пожежного захисту. У всіх службових приміщеннях обов'язково повинен бути «План евакуації людей при пожежі», що регламентує дії персоналу в разі виникнення вогнища і вказує місця розташування пожежної техніки.

Продумуючи евакуацію співробітників при можливій пожежі, враховують особливості лабораторного приміщення. На плані позначені шляхи евакуації до сходових кліток або виходу на вулицю. Також зображений запасний шлях, по якому можна швидко покинути будівлю. На плані також вказують, де розташовані ручні пожежні сповіщувачі через часті переноси і перепланування, вони домальовуються вручну.

Приміщення з ЕОМ оснащені системою автоматичної пожежної сигналізації відповідно до вимог Переліку однотипних за призначенням об'єктів, які підлягають обладнанню автоматичними установками пожежогасіння та пожежної сигналізації,

затвердженого наказом МВС України від 20.11.97 №779 (з0567-97) і зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 28.11.97 за №567 / 2371, і СНіП 2.04.09-84 «Пожежна автоматика будинків і споруд» з димовими пожежними сповіщувачами та переносними вуглекислотними вогнегасниками ВВК – 1.4 з розрахунку 2 шт. на кожні 20 м² площі приміщення з урахуванням граничнодопустимих концентрацій вогнегасної рідини відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні і вимог нормативно-технічної та експлуатаційної документації заводу-виробника.

Вогнегасники розташовуються відповідно до вимог ГОСТ 12.4.009-83 таким чином, щоб вони були захищені від впливу прямих сонячних променів, будь-яких механічних впливів і інших несприятливих чинників, таких як вібрація, підвищена вологість та інших. Вогнегасники розміщуються в легкодоступних і помітних місцях. Не допускається зберігання і експлуатація вогнегасників в місцях, де температура може перевищувати 50 °С і під прямими променями сонця. Не рідше одного разу на рік перевіряється маса заряду вогнегасників, згідно з рекомендаціями. Експлуатація вогнегасників без чеки і пломби заводу-виготовлювача або організації, що проводила перезарядку, не дозволяється.

Під час монтажу та експлуатації ліній електромережі повністю виключені можливості виникнення електричного джерела загоряння внаслідок короткого замикання та перевантаження проводів, обмежено застосування проводів з легкозаймистою ізоляцією, по можливості застосовується негорюча ізоляція. У приміщенні, де одночасно експлуатуються понад п'яти комп'ютерів, на видному і доступному місці встановлений аварійний резервний вимикач, який може повністю відключити електричне живлення приміщення, крім освітлення.

Клас пожежі - це умовно прийнята характеристика об'єкта пожежі в залежності від виду горючих речовин і матеріалів для зручності позначення вогнегасних речовин і (або) засобів гасіння (вогнегасників, установок пожежогасіння) пожежі.

У нашому випадку клас А, Е.

Класифікація виробництв за пожежною небезпекою (точніше, вибухопожежної) досить складна.

У нашому випадку приміщення відноситься до категорії Д (це виробництва, пов'язані з обробкою негорючих речовин і матеріалів в холодному стані)

При будівництві або експлуатації будівлі і приміщення враховується ступінь їх вогнестійкості. Тобто здатності протистояти поширенню вогню без втрати експлуатаційних властивостей. Ступінь вогнестійкості для виробничих будівель встановлюється будівельними нормами і правилами (СНіП 31-03-2001) і залежить від категорії з вибухопожежної та пожежної безпеки. Всі види споруд ділять на п'ять ступенів (позначаються римськими цифрами I-V).

При визначенні ступеня вогнестійкості проводиться аналіз параметрів приміщення (призначення, поверховість, площа), а також якісних показників і рівня займистості матеріалів, які застосовувались для спорудження об'єкта – III (у нашому випадку).

Класи пожеж визначено в ДСТУ EN 2:2014 "Класифікація пожеж" (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT).

Категорія будинків, приміщень та зовнішніх установок виробничого і складського призначення за вибухопожежною або пожежною безпекою визначається відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 "Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою".

Якщо на об'єкті можливі осередки пожеж різних класів, слід обирати вогнегасники окремо для кожного класу пожежі або віддавати перевагу більш універсальному вогнегаснику. При виборі таких вогнегасників їх кількість має дорівнювати більшому значенню, що отримане для кожного класу пожежі окремо.

За потреби використання різних типів вогнегасників допускається здійснювати заміну одного типу на інший із забезпеченням рівності сумарної вогнегасної здатності за класом пожежі, характерної для цього об'єкта. Коефіцієнти ефективності вогнегасників за їх вогнегасною здатністю щодо гасіння модельних вогнищ пожеж класів А та В наведено в додатку 9 до цих Правил. Наприклад, порошковий вогнегасник ВП-9 для пожежі класу В, що має коефіцієнт ефективності 13, можна замінити на два вогнегасники - порошковий ВП-6 (має коефіцієнт

ефективності 8) та водопінний ВВП-6 (має коефіцієнт ефективності 5), які мають сумарний коефіцієнт ефективності 13.

Об'єкти різного призначення оснащуються переносними вогнегасниками, перелік яких наведено в додатку 10 до цих Правил, та пересувними вогнегасниками, перелік яких наведено в додатку 11 до цих Правил.

Будинки адміністративного та побутового призначення і громадські будинки на кожному поверсі повинні мати не менше двох переносних (порошкових, водопінних або водяних) вогнегасників з масою заряду вогнегасної речовини 5 кг і більше.

Крім того, слід передбачати по одному газовому вогнегаснику з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг і більше:

на 20 м² площі підлоги в офісних приміщеннях з оргтехнікою, коморах, електрощитових, вентиляційних камерах та інших технічних приміщеннях;

на 50 м² площі підлоги в приміщеннях архівів, машзалів, бібліотек, музеїв.

Приміщення, у яких розміщено оргтехніку, слід оснащувати переносними газовими вогнегасниками з розрахунку один вогнегасник ВВК-1,4 чи ВВК-2, але не менше ніж один вогнегасник зазначених типів на приміщення.

Для захисту квартир багатоквартирних житлових будинків і будинків індивідуальної забудови слід використовувати переносні вогнегасники з розрахунку один водяний (ВВ-5, ВВ-6), або водопінний (ВВП-6), або один порошковий (ВП-2, ВП-3) вогнегасник на одну квартиру або на один будинок індивідуальної забудови.

Додатково будинки та приміщення, зазначені в пунктах 5 - 7 цього розділу, можуть оснащуватися ВВПА з масою заряду вогнегасної речовини 400 г і більше.

Для захисту приміщень, призначених для виготовлення кулінарної продукції та (або) приготування їжі, слід використовувати переносні вогнегасники з можливістю гасіння пожежі класу F з розрахунку один вогнегасник на одне окреме робоче місце для виготовлення кулінарної продукції та (або) приготування їжі.

6.5 Евакуація під час надзвичайних ситуацій

При загрозі та виникненні аварій, катастроф і стихійних лих одним з основних заходів по екстреної захисту населення від вражаючих факторів НС є його евакуація і розосередження.

Евакуація населення - це один з ефективних способів захисту населення, матеріальних і культурних цінностей від небезпек, що виникають при веденні військових дій або внаслідок цих дій, а також при виникненні надзвичайних ситуацій (НС) природного і техногенного характеру.

Особливості проведення евакуації визначаються характером джерела НС (радіоактивне забруднення або хімічне зараження місцевості, землетрус, сніжна лавина, повінь), просторово-часовими характеристиками впливу вражаючих факторів джерела НС, чисельністю і охопленням вивозиться (виведеного) населення, часом і терміновістю проведення евакомероприятій.

Залежно від часу і термінів проведення вона може бути упереджувальний (завчасна) або екстрена (невідкладна).

Упереджувальний евакуація проводиться при отриманні достовірних даних про високу ймовірність виникнення аварії на потенційно небезпечних об'єктах або стихійного лиха. Здійснюється така евакуація по територіально-виробничою ознакою.

При виникненні НС проводиться екстрена евакуація за територіальною ознакою, тобто з місць проживання або перебування людей.

Залежно від процесу розвитку НС і чисельності населення, що підлягає переміщенню з небезпечної зони, евакуація може бути локальною, місцевою і регіональною.

За обсягом евакомероприємств евакуацію поділяють на загальну (евакуація всіх категорій людей, за винятком громадян, які підлягають призову на військову службу з мобілізації) і часткову (евакуація жінок і дітей, учнів і студентів спільно з викладачами, обслуговуючим персоналом і членами їх сімей, пенсіонерів, інвалідів і ветеранів).

Метою планування і здійснення евакуаційних заходів є:

- зменшення ймовірності втрат населення;
- збереження кваліфікованих кадрів фахівців;
- забезпечення стійкого функціонування об'єктів економіки;
- створення угруповання сил і засобів захисту населення у позаміській зоні з метою проведення рятувальних та інших невідкладних робіт в осередках надзвичайних ситуацій.

План евакуації населення розробляється евакуаційними комісіями на підставі рішення керівника відповідного органу виконавчої влади, органу місцевого самоврядування, об'єкта, рекомендацій МНС України і затверджуються:

- плани евакуації населення Автономної Республіки Крим - Головою Ради міністрів, областей, міст Києва і Севастополя - відповідними керівниками-голова обласних, міських державних адміністрацій;

- плани евакуації населення районів, міст, районів у містах, сіл і селищ - керівниками районних місцевих державних адміністрацій та відповідних виконкомів Рад народних депутатів;

- плани евакуації населення центральних органів виконавчої влади - відповідними керівниками;

- плани евакуації населення підприємств, установ і організацій відповідними керівниками.

Плани евакуації населення і пояснювальні записки до них підписуються головами евакуаційних комісій Автономної Республіки Крим, обласних, районних державних адміністрацій, міст Києва і Севастополя та затверджуються керівниками цих органів.

Плани евакуації населення вводяться в дію у разі виникнення надзвичайної ситуації відповідно до встановленого порядку.

Планування евакуаційних заходів в міністерствах (відомствах) здійснюється як в цілому для галузі, так і для центрального апарату міністерства (відомства).

При плануванні евакуаційних заходів в міністерстві (відомстві) в цілому визначається порядок роботи об'єктів, які знаходяться в небезпечних районах, чисельність працюючих змін і кількість змін.

Крім того, міністерства (відомства) повинні мати узагальнені дані за галузь щодо евакуації робітників і службовців підвідомчих об'єктів.

При плануванні евакуаційних заходів для центрального апарату визначається:

- порядок оповіщення та збору співробітників міністерства (відомства) і членів їх сімей;
- порядок інструктажу співробітників міністерства (відомства) і членів їх сімей щодо порядку дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій і здійснення евакуаційних заходів,
- безпечні райони (пункти) для розміщення евакуйованого населення;
- транспортні засоби, що виділяються для евакуації центрального апарату, розподіл транспорту між структурними підрозділами міністерства (відомства);
- ЗЕП, пункти посадки (висадки) і час прибуття до них співробітників міністерства (відомства), членів їх сімей;
- порядок розміщення співробітників міністерства (відомства) і членів їх сімей в безпечному районі, організація всебічного забезпечення;
- управління евакуаційними заходами.

Розробки Плану евакуації населення області (міста) у разі виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру.

План евакуації населення області (міста) розробляється:

- для центральних органів виконавчої влади, обласних державних адміністрацій, міст Києва і Севастополя на карті масштабу 1: 200000,
- для районних державних адміністрацій на карті (схемі) масштабу 1: 100000 з пояснювальною запискою до них.

Плани евакуації районів міст, селищних районів, селищ і об'єктів відпрацьовуються текстуально з додатком карти або схеми.

План повинен бути узгодженим з усіма відповідними службами цивільної оборони області та мати підписи їх керівників, завірені печатками. Розміщення підписів з лівого або з правого краю карти, залежно від наявності вільного місця.

ВИСНОВКИ

Система для вимірювання температури тіла людини призначений для реалізації первинних заходів, спрямованих на запобігання поширенню вірусних інфекцій в місцях масового перебування людей, як під час епідемій і пандемій, так і на постійній основі, в якості профілактичного заходу.

Система є ефективним засобом з виявлення та ідентифікації осіб, які є носіями вірусних інфекцій, що викликають підвищення температури тіла.

Комплексом можуть бути обладнані як стаціонарні, так і тимчасові входні групи:

- великих промислових підприємств;
- бізнес-центрів;
- державних установ;
- лікарень, поліклінік, санітарних частин, медичних центрів;
- готельних комплексів;
- гуртожитків;
- учбових закладів;
- дитячих садків;
- терміналів аеропортів, автобусних та залізничних вокзалів, морських і річкових портів;
- пункти прикордонних переходів;
- місць проведення громадських, розважальних, спортивних, культурно-масових заходів.

Раннє виявлення і виявлення людини з підвищеною температурою

Пропоноване рішення реалізує механізм раннього попередження, виявлення та ідентифікації людини з підвищеною температурою. Рішення дозволяє безконтактно виміряти температуру до 20 осіб за хвилину і контролювати доступ співробітників і відвідувачів на територію підприємства. Автоматичне вимірювання і ведення журналу температури дозволяють уникнути черг на прохідній і скоротити трудовитрати персоналу і ризик перехресного зараження.

При необхідності, комплекс може бути інтегрований в корпоративні системи:

- контролю і управління доступом;
- обліку робочого часу;
- кадрового та бухгалтерського обліку.

Рішення дозволяє:

- швидко і своєчасно виявити людину з підвищеною температурою.

Швидкість вимірювання температури тіла людини менше однієї секунди.

- використовувати різні сценарії роботи: контроль доступу на об'єкт з визначенням температури тіла людини і блокуванням доступу при перевищенні порогового значення, або виявлення людей з підвищеною температурою в потоці.

- дотримуватись вимог безпеки. Оператору не потрібно підходити до людини, він спостерігає за вимірюванням температури віддалено.

- проінформувати про виявлення людини з підвищеною температурою.
- надати звітність про співробітника і його температурі за певний період часу.

Загалом в магістерській роботі:

- проведено розробку структури системи безконтактного вимірювання температури;

- проведено вибір апаратних засобів для реалізації;
- проведено розробка конструкції пристрою вимірювання;
- проведена розробка протоколу обміну з ПК та написана програма керуючого мікроконтролера;

- проведена розробка структури БД;
- проведена розробка програми обліку температури робітників;
- проаналізовано параметри, що впливають на точність вимірювання температури безконтактним способом та запропоновано методи підвищення точності.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Kim Y.H., Yang I., Bae Y.-S., Park S.-R. // BioTechniques. 2008. V. 44. N 4.P. 495–505.
2. Lou J., Finegan T.M., Mohsen P., Hatton T.A., Laibinis P.E. // Rev. Chem.1999. V. 18. N 4. P. 235–284.
3. Yang I., Kim Y.H., Byun J.Y., Park S.R. // 2005. V. 338. N 2.P. 192–200. ГОСТ 28243-96. Пирометры. Общие технические требования. - Минск: Изд-во стандартов,2003. – 12 с.
4. Магунов А.Н. Спектральная пирометрия, Физматлит, 2012. – 248 стр.
5. Медведев А.М. Технология производства печатных плат / А.М. Медведев. – М.: Техносфера, 2005. – 360 с.
6. Методы и средства бесконтактной термометрии для задач теплового контроля и промышленности: монография/ В.А. Захаренко; Мин-обр. науки России, ОмГТУ. - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2014. – 148 с. : ил.
7. Термоэлектрические преобразователи (термопары). – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://elektrik.slovarik.org/stati/data-id3065>.
8. Ходунков В.П. Термометрия и инфракрасная радиометрия многофазных и многообъектных систем. - СПб.: Политехника, 2013. – 259 с.: ил.
9. Ajayi, A.E., Olufayo, A.A., 2004. Evaluation of two temperature stress indices to estimate grain sorghum yield and evapotranspiration. Agron. J. 96, 1282–1287.
10. Andrade-Sanchez, P., Pierce, F.J., Elliott, T.V. Performance Assessment of Wireless Sensor Networks in Agricultural Settings. Paper No. 073076. ASABE, St. Joseph, Mich., 2007.
11. Baker, J.M., Norman, J.M., Kano, A., 2001. A new approach to infrared thermometry. Agric. Forest Meteor. 108, 281–292.
12. Brewster, M.Q., 1992. Thermal Radiative Transfer and Properties. John Wiley & Sons, New York.

13. Bugbee, B., Droter, M., Monje, O., Tanner, B., 1999. Evaluation and modification of commercial infra-red transducers for leaf temperature measurement. *Adv.Space Res.* 22, 1425–1434.
14. Colaizzi, P.D., Barnes, E.M., Clarke, T.R., Choi, C.Y., Waller, P.M., 2003. Estimating soil moisture under low-frequency surface irrigation using Crop Water Stress Index. *J. Irrig. Drain. Eng.* 129, 27–35.
15. Darr, M.J., Zhao, L. A Wireless Data Acquisition System for Monitoring Temperature Variations in Swine Barns. Paper No. 987-994. ASABE, St. Joseph, Mich., 2008.
16. Hebel, M.A., Tate, R.F., Watson, D.G. Results of Wireless Sensor Network Transceiver
17. Testing for Agricultural Applications. Paper No. 073077. ASABE, St. Joseph, Mich., 2007.

ДОДАТОК А – ПРОГРАМА КЕРУЮЧОГО МІКРОКОНТРОЛЕРА

```

#include <i2cmaster.h> //добавляем библиотеку для работы по шине I2C
#include <LiquidCrystal.h> // Лобавляем библиотеку дисплея
#define Buzzer 10 //динамик для
#define GreenLED 8 //вывод зеленого светодиода
#define RedLED 9 //вывод красного светодиода
#define ButtonOUT 11 //выход кнопки
#define ButtonIN 12 //вход кнопки
#define TempMin 35.0
#define TempMax 37.0
#define TempError 42.0
LiquidCrystal lcd(2, 3, 4, 5, 6, 7); // (RS, E, DB4, DB5, DB6, DB7)
float Temp;//переменная для хранения температуры
void setup(){
    //часть кода позволяющего ШИМ отключить
    pinMode(A5, OUTPUT);
    digitalWrite(A5, HIGH);
    //настройка остальных выводов
    pinMode(Buzzer, OUTPUT);
    pinMode(GreenLED, OUTPUT);
    pinMode(RedLED, OUTPUT);
    pinMode(ButtonIN, INPUT);
    pinMode(ButtonOUT, OUTPUT);
    digitalWrite(ButtonOUT,HIGH);
    digitalWrite(Buzzer,LOW);
    digitalWrite(GreenLED,LOW);
    digitalWrite(RedLED,LOW);
    //запуск порта
    Serial.begin(9600);
    //запуск дисплея и вывод приветственной надписи
    lcd.begin(16, 2);           // Задаем размерность экрана
    lcd.noCursor();           //делаем невидимым курсор
    lcd.setCursor(0, 0);      // Устанавливаем курсор в начало 1 строки
    lcd.print("Module Stated"); // Выводим текст
    delay(1000);
    digitalWrite(A5, LOW);
    i2c_init();               // initialise the i2c bus
    PORTC = (1 << PORTC4) | (1 << PORTC5); //enable pullups
}
void loop(){
    //проверяем кнопку
    if (TestButton()) {
        ReadAndSend();
    }
    //проверяем команду с порта от ПК
    delay(10);
}
//вывод результата на дисплей
void OutToLCD(float Tm)
{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);      // Устанавливаем курсор в начало 1 строки
    lcd.print("Temperature:"); // Выводим текст
    lcd.setCursor(6, 1);      // Устанавливаем курсор в начало 2 строки
    lcd.print(Tm);
    lcd.print(" ");
    lcd.print("\0xEF"); //значек градуса (код)
    lcd.print("C");
    return;
}

```

```

}
//читаем измерения и выводим в порт и на дисплей
void ReadAndSend()
{
  tone(Buzzer, 500, 500);
  //проводим измерение
  //Temp = TakeTemp();
  Temp = TakeTempAverage();
  //выводим в порт
  Serial.print("<");
  Serial.print(String(Temp));
  Serial.print(">");
  //выводим на дисплей
  OutToLCD(Temp);
  //если температура находится за пределами измерения мигаем красным и пишем ошибку
  //TempMin 35.0
  //TempMax 37.0
  //TempError 42.0
  if ((Temp<TempMin)||Temp>TempError) {
    lcd.setCursor(0, 0);      // Устанавливаем курсор в начало 1 строки
    lcd.print(" ERROR!!! ");  // Выводим текст
    REDFlash();//мигаем красным светодиодом
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);      // Устанавливаем курсор в начало 1 строки
    lcd.print("Wait...");     // Выводим текст
    return;
  }
  //Если температура выше нормы зажигаем красный светодиод и издаем соответствующий звук
  if (Temp>TempMax) {
    digitalWrite(RedLED, HIGH);
    tone(Buzzer, 3500, 2500);
    digitalWrite(RedLED, LOW);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);      // Устанавливаем курсор в начало 1 строки
    lcd.print("Wait...");     // Выводим текст
    return;
  }
  //Если температура в норме зажигаем зеленый светодиод и издаем соответствующий звук
  digitalWrite(GreenLED, HIGH);
  tone(Buzzer, 2500, 1000);
  digitalWrite(GreenLED, LOW);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);      // Устанавливаем курсор в начало 1 строки
  lcd.print("Wait...");     // Выводим текст
  return;
}
//мигаем красным светодиодом
void REDFlash()
{
  digitalWrite(RedLED,HIGH);
  delay(300);
  digitalWrite(RedLED,LOW);
  delay(300);
  digitalWrite(RedLED,HIGH);
  delay(300);
  digitalWrite(RedLED,LOW);
  delay(300);
  digitalWrite(RedLED,HIGH);
  delay(300);
  digitalWrite(RedLED,LOW);
}
//проверяем на нажатие кнопки
bool TestButton(){
  digitalWrite(ButtonOUT,HIGH);
  if (digitalRead(ButtonIN)==HIGH) {return true;} else {return false;}
}

```

```

}
//усреднение массива измерений для повышения точности
float TakeTempAverage()
{
    float TempAv=0; //усредненная температура
    float TempSumma=0; //сумма температур
    float TempArr[10]; //массив измеряемых температур
    for (int i=0; i<10; i++){ //цикл измерений и заполнение массива
        TempArr[i]=TakeTemp();
        TempSumma=TempSumma+TempArr[i];
    }
    TempAv=TempSumma/10; //получаем среднее
    return TempAv;
}
//чтение температуры с датчика
float TakeTemp()
{
    int dev = 0x5A<<1;
    int data_low = 0;
    int data_high = 0;
    int pec = 0;

    i2c_start_wait(dev+I2C_WRITE);
    i2c_write(0x07);

    // read
    i2c_rep_start(dev+I2C_READ);
    data_low = i2c_readAck(); // read 1 byte and then send ack
    data_high = i2c_readAck(); // read 1 byte and then send ack
    pec = i2c_readNak();
    i2c_stop();

    //This converts high and low bytes together and processes temperature, MSB is a error bit and is ignored for temps
    double tempFactor = 0.02; // 0.02 degrees per LSB (measurement resolution of the MLX90614)
    double tempData = 0x0000; // zero out the data
    int frac; // data past the decimal point

    // This masks off the error bit of the high byte, then moves it left 8 bits and adds the low byte.
    tempData = (double)((((data_high & 0x007F) << 8) + data_low);
    tempData = (tempData * tempFactor)-0.01;

    float celcius = tempData - 273.15;
    return celcius;
}

```

ДОДАТОК Б – МОДУЛЬ З'ЄДНАННЯ З ТЕРМОМЕТРОМ

```

unit Scales;
//Модуль роботи с термометром

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, ExtCtrls, StdCtrls, Registry, Sockets;

//определим тип TComThread - поток для COM порта
type TCommThread = class(TThread)
private
  procedure QueryPort; //процедура, занимающаяся опросом порта
  function COM_Init(numb:byte; br:longint):boolean; //инициализация
  procedure COM_Close(port_numb:byte); //закрытие порта
  function ReadCOM(var Buf; Size: Word): Integer; //чтение порта
  // function WritePort(var Buf; Size: Word): Integer;
  // function send_string(s_temp:string):boolean; //отправка строки в порт
protected
  procedure Execute; override; //переопределим метод запуска потока
end;

var
  CommThread:TCommThread;
  COMPortList:TStringList;
  COMPortNumb:byte; //номер порта для работы
  COMPortBr:longint; //скорость COM порта для работы
  FCOMHandle:THandle; //заголовок работы с портом
  FCOM:string; //строка с именем порта "COM1" например
  PortConnected:boolean; //признак что связь с COM портом установлена
  ScaleName:String; //название весового терминала
  ScaleBuf:String; //накопленный буфер данных полученных с порта
  TempNow:String; //текущая считанная и распознанная температура объекта (тела)
  TempCNow:String; //текущая температура воздуха (корпуса датчика)
  DistanceNow:string; //текущее расстояние до объекта
  WasNewMeasure:boolean; //признак что было новое измерение
  //текущее расстояние до объекта измерения
  function COMList:TStringList; //чтение из реестра списка подключенных COM портов
  function IsCOMInSystem(n:byte):boolean; //проверяем есть ли COM порт с номером n в системе
  function StartPort(Comn:byte; br:longint):boolean; //запускаем работу на порту Comn со скоростью br

implementation

function DecodeTemp(Buf,Scale_Buf:string):string; forward;

//чтение из реестра списка подключенных COM портов
//при вызове создается COMPortList в котором хранятся последний считанный список портов
function COMList:TStringList;
var
  Reg : TRegistry; //переменная для работы с реестром
  reg_parameters:TStringList;
  Subkey:String;
  i:integer;
begin
  Subkey:='HARDWARE\DEVICEMAP\SERIALCOMM\';
  reg_parameters := TStringList.Create; //создаем пустой список строк
  COMPortList:=TStringList.Create;

```

```

reg := TRegistry.Create(); //создаем элемент работы с реестром
reg.RootKey := HKEY_LOCAL_MACHINE; //указываем раздел реестра для работы
reg.Access := KEY_QUERY_VALUE;
reg.OpenKeyReadOnly(Subkey);
reg.GetValueNames(reg_parameters); //извлекаем список параметров в подразделе
if reg_parameters.Count>0 then for i:=0 to reg_parameters.Count-1 do
    COMPortList.add(reg.ReadString(reg_parameters[i]));
Result:=COMPortList;
reg.Free;
reg_parameters.free;
end;

//проверяем есть ли COM порт с номером n в системе
function IsCOMInSystem(n:byte):boolean;
var
    SLTemp:TStringList;
    s_temp:string;
    i:integer;
begin
    Result:=false;
    SLTemp:=TStringList.Create;
    SLTemp:=COMList;
    if SLTemp=nil then Exit;
    s_temp:='COM'+IntToStr(n);
    for i:=0 to SLTemp.Count-1 do
        if SLTemp[i]=s_temp then begin
            Result:=true;
            FreeAndNil(SLTemp);
            Exit;
        end;
    end;
    FreeAndNil(SLTemp);
end;

//инициализация потока для весов
procedure StartComThread;
begin
    ScaleBuf:=''; //очищаем буфер полученных с порта данных
    TempNow:='XXXXXX'; //поскольку неизвестно будет ли температура - задаем необределенность
    //пытаемся инициализировать поток
    CommThread := TCommThread.Create(False);
    //проверяем получилось или нет
    if CommThread = nil then
        begin
            //ошибка, все выключаем
            SysErrorMessage(GetLastError);
            Exit;
        end;
    end;
end;

//Реализуем асинхронный опрос порта для первых весов и чтение из него данных
procedure TCommThread.QueryPort;
var
    InputBuffer: array[0..255] of char; // приёмный буфер размером 256 символов (или сколько надо)
    ErrorCode: integer; // переменная для приёма кода ошибки
    s_temp:string; //временная переменная
begin
    ///! Очищаем буфер перед приемом
    FillChar(InputBuffer, Length(InputBuffer),0);///!
    //читаем порт
    ErrorCode:= ReadCOM(InputBuffer, Length(InputBuffer)); // здесь собственно приём пакета
    if ErrorCode = 0 then TempNow:='XXXXXX' //если пакет пустой
    else
        begin
            // здесь из InputBuffer забираем принятые символы (байты)
            s_temp:=string(InputBuffer);

```

```

ScaleBuf:=ScaleBuf+s_temp;
if length(s_temp)=0 then Exit;
//расшифровываем вес
TempNow:=DecodeTemp(s_temp, ScaleBuf);
if TempNow<>" then begin //если вес распознался - обнуляем буфер
  WasNewMeasure:=true;
  ScaleBuf:="";
end
else
  TempNow:='XXXXX';
end;
end;

//=====
//ПОТОК ДЛЯ порта - закрытие COM порта
procedure TCommThread.COM_Close(port_num:byte);
begin
  // Закрытие порта
  CloseHandle(FCOMHandle);
end;

//=====
//ПОТОК ДЛЯ порта - чтение пакета из COM порта
function TCommThread.ReadCOM(var Buf; Size: Word): Integer;
var
  NumberOfBytesReaded: Cardinal;
begin
  Result:=0;
  if not ReadFile(FCOMHandle, Buf, Size, NumberOfBytesReaded, nil) then exit;
  Result:=NumberOfBytesReaded;
end;

//=====
//ПОТОК ДЛЯ порта - инициализация COM порта
function TCommThread.COM_Init(num:byte; br:longint):boolean;
var
  OldDCB:TDCB;
  Timeouts:TCommTimeouts;
  s_temp:string;
begin
  FCOM:='COM'+inttostr(num);
  Result:=False;
  //Создание и инициализация порта
  FComHandle:=CreateFile(PChar('\\.\'+FCOM), GENERIC_READ or GENERIC_WRITE,
    0, nil, OPEN_EXISTING, FILE_ATTRIBUTE_NORMAL, 0);
  if (FComHandle=INVALID_HANDLE_VALUE) or (FComHandle=0) then Exit;
  if not(Windows.GetCommState(FComHandle,OldDCB)) then begin
    s_temp:="";
    Exit;
  end;
  //GetCommState извлекает данные о текущих настройках управляющих сигналов для указанного коммуникационного
  устройства.
  //Структура DCB определяет настройки управления последовательным коммуникационным устройством.
  OldDCB.BaudRate:=br;
  OldDCB.Parity:=NOPARITY; //!!!!добавить заполнение из настроек
  // бывает EVENPARITY, MARKPARITY, NOPARITY, ODDPARITY, SPACEPARITY
  OldDCB.ByteSize:=8; //!!!!добавить заполнение из настроек
  OldDCB.StopBits:=ONESTOPBIT; //!!!!добавить заполнение из настроек
  //бывает ONESTOPBIT, ONE5STOPBIT, TWOSTOPBIT
  if not(Windows.SetCommState(FComHandle,OldDCB)) then Exit;//если нет портов - выход
  if Not SetupComm(FComHandle,256,256) then Exit; //размеры буфера приема и передачи
  if GetCommTimeouts(FComHandle,Timeouts) then
    begin
      Timeouts.ReadIntervalTimeout:=50;//50
      Timeouts.ReadTotalTimeoutMultiplier:=0;

```

```

    Timeouts.ReadTotalTimeoutConstant:=50; //50
    Timeouts.WriteTotalTimeoutMultiplier:=1;
    Timeouts.WriteTotalTimeoutConstant:=10; //10
    if not SetCommTimeouts(FComHandle,Timeouts) then Exit;
end
else
    Exit;
// Сброс порта
if not(PurgeComm(FComHandle, PURGE_TXABORT or PURGE_RXABORT or PURGE_TXCLEAR or
PURGE_RXCLEAR)) then Exit;
EscapeCommFunction(FComHandle, CLRRTS);
if not SetCommMask(FComHandle, EV_RXCHAR) then Exit;
Result:=True;
end;

//Запускаем процедуру опроса порта в нашем потоке для первых весов.
procedure TCommThread.Execute;
begin
if COM_Init(COMPortNumb, COMPortBr) then begin
    PortConnected:=true; //признак что связь с COM портом установлена
    WasNewMeasure:=false;
    repeat
        QueryPort; //процедура опроса порта будет производиться пока поток не будет прекращен
    until Terminated;
    end
    else begin
        PortConnected:=false; //признак что связь с COM портом не установлена
        Terminate;
    end;
end;

//запускаем работу весов на порту Comn со скоростью br
function StartPort(Comn:byte; br:longint):boolean;
begin
    COMPortNumb:=Comn;
    COMPortBr:=br;
    StartComThread; //инициализация потока для весов
    Result:=PortConnected;
end;

//функция расшифровки температуры (достает значение из строк Buf, Scale_Buf)
//Buf текущий захваченный фрагмент из порта
//Scale_Buf накопленный буфер
//возвращает строку со значением температуры
function DecodeTemp(Buf,Scale_Buf:string):string;
var
    s_temp,s_temp1:string;
    n1, n2, n3, n4:integer;
begin
//Формат "<" Температура объекта "#" температура корпуса "$" расстояние до объекта ">"
    s_temp1:="";
    Result:=s_temp1;
    s_temp:=Scale_Buf;
    n1:=pos('<',s_temp);
    n2:=pos('>',s_temp);
    if (n1=0) or (n2=0) then Exit;
    if n1>n2 then begin
        s_temp:=copy(s_temp,n1,length(s_temp)-n1+1);
        n2:=pos('>',s_temp);
        if n2=0 then Exit;
    end;
    s_temp:=copy(s_temp,n1+1,n2-n1-1);
    n3:=pos('#',s_temp);
    n4:=pos('$',s_temp);

```

```
s_temp1:=copy(s_temp,1,n3-1);
TempCNow:=copy(s_temp,n3+1,n4-n3-1);
DistanceNow:=copy(s_temp,n4+1,length(s_temp)-n4);
Result:=s_temp1;
//TempCNow//текущая температура воздуха (корпуса датчика)
//DistanceNow//текущее расстояние до объекта
end;

end.
```