

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)

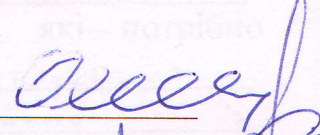
Магістр

(ступінь вищої освіти)

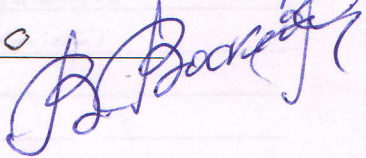
на тему РОЗРОБКА ПРОГРАМНО-АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ ОБЛІКУ ТА  
КЕРУВАННЯ НАПОВНЕННЯМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЄМНОСТЕЙ НА  
ПІДПРИЄМСТВАХ

Виконав: студент(ка) 6 курсу, групи РТ-519м  
Прінь В'ячеслав В'ячеславович   
Спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка  
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)  
Інтелектуальні технології мікросистемної  
радіоелектронної техніки

Керівник Онищенко В.Ф. 

(прізвище та ініціали)

Рецензент Васнобайчик В.О. 

(прізвище та ініціали)

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
**Національний університет «Запорізька політехніка»**  
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Інститут радіоелектроніки та телекомунікацій  
 кафедра Інформаційних технологій електронних засобів  
 рівень вищої освіти (освітній ступінь) магістр  
 спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка  
 (код і назва)  
 напрям підготовки Інформаційні технології мікросистемної радіоелектронної техніки  
 (код і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри Шило Т.М.

д-р техн. наук, доцент

"15" грудня 2020 року

**ЗАВДАННЯ**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

Гривко Богдан Богданович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проекту (роботи) «Система обліку та керування навантаженнями технологічних смістоєв на підприємствах»

Рівень проекту (роботи) Олександр Василь Федорович, к.т.н., доцент кафе. ПЕЗ,  
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом вищого навчального закладу від "12" листопада 2020 року № 325

Строк подання студентом проекту (роботи) 18 грудня

Вихідні дані до проекту (роботи) центр звукових датчиків, бази з соціальними мережами, передавачі даних бездротовим способом

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Дослідження предметної області, розробка структурної схеми, вибір елементів реалізації, розробка програмного забезпечення, охорона праці, організаційно-економічні розрахунки, висновки, керування носіями, додаток А,

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

18 слайдів

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	приймає виконавця завдання
1	Онищенко В.Ф.		
2	Онищенко В.Ф.		
3	Онищенко В.Ф.		
4	Левченко К.М.		
5	Гринцов Ю.В.		
6	Куртокович Тощаєва С.Є.		

7. Дата видачі завдання 1 вересня 2020

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Срок виконання етапів проекту (роботи)	Прим.
1	Огляд предметної області		
2	Встановлення технічного завдання		
3	Розробка структури системи		
4	Вибір елементів апаратного модуля		
5	Розробка конструкції		
6	Розробка бази даних		
7	Розробка програмного забезпечення		
8	Оформлення ПЗ та захист дипломного проекту		

Студент

(підпис)

Триш В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Онищенко В.Ф.

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту: 82 сторінок, 25 рисунків, 18 таблиць, 6 джерел, 0 додатків.

В роботі проведено розробку структури системи віддаленого контролю заповнення технологічних ємностей з; 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 серверу для обробки отриманою віддалено інформації; проаналізовано параметри, що впливають на точність вимірювання з врахуванням особливостей зміни фізичних параметрів під впливом температури.

Мета роботи - розробка методики автоматизованого контролю заповнення технологічних ємностей з маслом на підприємствах, що використовують масло як основний компонент для виробництва та розробка методів підвищення точності вимірювання об'єму в залежності від зовнішніх впливаючих факторів.

Наукова новизна роботи полягає у розробці методики безконтактного контролю об'єму заповнення технологічних ємностей з маслом під впливом температури та інших зовнішніх факторів.

Практична цінність результатів роботи полягає в тому, що розроблено систему безконтактного контролю рівня наповненості технологічних ємностей з маслом на підприємствах, де цей компонент є основним у виробництві.

КОНТРОЛЬ ЗАПОВНЕННЯ, УЛЬТРАЗВУКОВИЙ ДАТЧИК,,  
МІКРОКОНТРОЛЕР, ПЛАТА КЕРУВАННЯ, СТРУКТУРНА СХЕМА,  
АЛГОРИТМ, ПРОГРАМА

## ЗМІСТ

Реферат .....	1
Вступ.....	7
1 Огляд області розробки та постановка задач .....	8
1.1 Застосування систем контролю заповнення ємностей на підприємствах	8
1.2 Постановка задач.....	9
2 Методи контролю заповнення ємностей .....	10
2.1 Вибір основного методу для контролю заповнення технологічних ємностей.....	10
2.2 Математичне та алгоритмічне забезпечення роботи ультразвукових датчиків відстані .....	14
3 Розробка апаратної частини комплексу.....	20
3.1 Розробка структурної схеми комплексу .....	20
3.2 Вибір електронних компонентів комплексу .....	22
4 Розробка програмного забезпечення.....	33
4.1 Розробка протоколу обміну та бази даних .....	33
4.2 Розробка програми керуючого мікроконтролера .....	34
5 Економічне обґрунтування .....	50
5.1 Визначення трудомісткості та тривалості .....	50
5.2 Визначення витрат на розробку пристрою.....	53
5.2.1 Розрахунок основної заробітної плати.....	53
5.2.2 Розрахунок додаткової заробітної плати .....	54
5.2.3 Відрахування на єдиний соціальний внесок .....	54
5.2.4 Визначення затрат на матеріали .....	54

	6
5.2.5 Витрати на спеціальне обладнання .....	56
5.2.6 Інші прямі витрати .....	60
5.2.7 Розрахунок загальнопромислових витрат .....	61
5.3 Розрахунок техніко-економічної ефективності моделі .....	62
6 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	64
6.1 Аналіз потенційних небезпек .....	64
6.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки .....	65
6.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці .....	67
6.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	72
6.4.1 Заходи з пожежної безпеки .....	72
6.4.2 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуація.....	76
Висновки .....	80
Перелік посилань.....	82

## ВСТУП

Контроль заповнення ємностей у промисловості дуже важливий, від цього залежить дуже багато технологічних процесів на виробництві. При переповненні ємностей може відбуватися перелив, що крім того, що призводить до втрати сировини, додатково може призвести до складних технологічних проблем включаючи нещасні випадки. Переливання таких рідин як масло є пожежонебезпечним та не допускається на підприємствах контрольними органами. З іншого боку, відсутність рідини в ємності може призвести до зупинення технологічного процесу, що призведе до економічних втрат через паузу в виробництві. Отже вкрай важливо максимально точно оцінювати кількість рідин у промислових ємностях.

На сьогоднішній час існує велика кількість датчиків та методів, що дозволяють оцінювати ступіть заповнення ємностей з рідинами, але більшість з них мають певний перелік недоліків. В даний час вимірювання рівня в багатьох галузях промисловості здійснюють різними за принципом дії рівнемірами, з яких поширення набули поплавкові, буйкові, гідростатичні, електричні, ультразвукові та радіоізотопні. Застосовуються і візуальні засоби вимірювань. Перш за все більшість методів, що застосовуються не дозволяють використання без впливу людини та автоматизовану передачу інформації на відстань для віддаленого контролю. Ті методи та засоби, що дозволяють автоматизувати процес та передавати інформацію на відстань, як правило мають досить значну вартість, а отже, підприємства не дуже швидко їх застосовують через брак коштів.

В даній роботі розробляється методика та апаратна система контролю заповнення ємностей з маслом безконтактним методом з можливістю передавання отриманої вимірювальної інформації на відстань.

## 1 ОГЛЯД ОБЛАСТІ РОЗРОБКИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ

### 1.1 Застосування систем контролю заповнення ємностей на підприємствах

В даний час операція вимірювання рівня є ключовою для організації контролю і управління технологічними процесами на багатьох підприємствах промисловості. До приладів для вимірювання рівня заповнення ємностей і судин, або рівнемірів, пред'являються різні вимоги: в одних випадках потрібно тільки сигналізувати про досягнення певного граничного значення, в інших необхідно проводити безперервний вимір рівня заповнення.

Існує широка номенклатура засобів контролю та вимірювання рівня, використовують різні фізичні методи: ємнісний, електроконтактні, гідростатичного тиску, поплавковий, ультразвукової, радіохвильовий. ці методи і засоби дозволяють контролювати рівень різних середовищ: рідких (чистих, забруднених), пульп, нафтопродуктів, сипучих твердих різної дисперсності. при виборі рівнеміра необхідно враховувати такі фізичні і хімічні властивості контрольованого середовища, як температура, абразивні властивості, в'язкість, електрична провідність, хімічна агресивність і т.д. Крім того, слід брати до уваги робочі умови в резервуарі або біля нього: тиск, вакуум, нагрівання, охолодження, спосіб заповнення або спорожнення (пневматичний або механічний), наявність мішалки, вогнебезпечність, вибухонебезпечність і інші.

Сучасні системи автоматизації виробництва вимагають статистичних та інформаційних даних, що дозволяють оцінити витрати, запобігти збиткам, оптимізувати управління виробничим процесом, підвищити ефективність використання сировини. Цей постійно зростаючий попит на інформацію призводить до необхідності застосування в системах контролю не простих сигналізаторів, а засобів, забезпечуючих безперервне вимірювання. В даний



час вимірювання рівня в багатьох галузях промисловості здійснюють різними за принципом дії рівнемірами, з яких поширення набули поплавкові, буйкові, гідростатичні, електричні, ультразвукові та радіоізотопні. Застосовуються і візуальні засоби вимірювань.

## 1.2 Постановка задач

У магістерській роботі планується розробка методики безконтактного контролю об'єму заповнення технологічних ємностей з маслом під впливом температури та інших зовнішніх факторів. Це допоможе автоматизувати безконтактний контроль рівня наповненості технологічних ємностей з маслом на підприємствах, де цей компонент є основним у виробництві.

У роботі планується:

- зробити математичне та алгоритмічне забезпечення роботи ультразвукових датчиків відстані для системи контролю заповнення ємностей;
- розробити структурну схему комплексу;
- зробити вибір електронних компонентів комплексу;
- розробка протоколу обміну та бази даних;
- розробка програми керуючого мікроконтролера;
- розробка серверу та термінального програмного забезпечення.

## 2 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЗАПОВНЕННЯ ЄМНОСТЕЙ

2.1 Вибір основного методу для контролю заповнення технологічних ємностей

Розглянуті наступні способи реалізації системи:

- встановлення ємностей на тензодатчики з подальшим зважуванням заповненої ємності;
- використання зовнішнього ультразвукового рівнеміра;
- використання ультразвукового датчика рівня, що встановлюється під кришку ємності.

Реалізація установки ємностей на тензометричні датчики вимагає суттєвої переробки конструкції для кожного окремого бака і включає в себе кілька трудомістких і дорогих етапів:

- злив вмісту ємності;
- підйом і переміщення ємності з місця установки на час створення конструкції крановим обладнанням;
- монтаж металоконструкції з використанням великої кількості матеріалів;
- встановлення тензометричних датчиків в створену конструкцію;
- переміщення ємності на створену конструкцію;
- встановлення електроніки з контролю поточної кількості масла з передачею даних на сервер;
- налагодження та калібрування системи.

Крім того, постійне навантаження на тензометричні датчики призводить до їх передчасного виходу з ладу, а заміна датчиків в умовах наявності бетонної опалубки є вкрай скрутній і несе за собою необхідність додаткового зливу, підйому і переміщення ємностей.

Використання зовнішніх ультразвукових датчиків не гарантує точність вимірювань в зв'язку з особливостями проходження сигналу через рідини різної щільності, а при цьому має значну вартість (близько 120-140 тис. грн за систему контролю для однієї ємності).

У зв'язку з цим нами був обраний метод ультразвукової оцінки наповнення ємності шляхом установки датчика під кришку ємності.

Переваги ультразвукових рівнемірів:

- виконання вимірювань без безпосереднього контакту з рідким середовищем, що дозволяє працювати з агресивними рідинами. До приладів не пред'являються підвищені вимоги до захищеності від негативних факторів зовнішнього середовища;

- ціна нижче іншого типу безконтактних сенсорів - радарних датчиків, внаслідок більш простої конструкції і менш дорогих комплектуючих;

- відбивання ультразвуку відбувається від границі рідини і газу, тому точність вимірювання не залежить від щільності рідкого середовища, її хімічних і фізичних властивостей;

- компактність;

- монтаж не потребує зливу масла та демонтажу ємності з опор.

При виборі ультразвукового датчика рівня необхідно враховувати:

- властивості рідини;

- матеріал, з якого виготовлений резервуар, його вплив на точність вимірювань;

- використовувану схему обробки вимірювальної інформації;

- оснащення сенсора дисплеєм для відображення даних і зміни налаштувань;

- вплив перепадів температури та інших зовнішніх факторів на точність вимірювання;

- матеріал, з якого пристрій виконано.

Велика перевага ультразвукових датчиків рівня - точність вимірювання не залежить від фізико-хімічних властивостей рідини: щільності, хімічної

активності, електропровідності і ін. Прилад буде працювати з водою, з молоком, з сірчаною кислотою, нафтою. Але не правильно буде працювати з рідинами у яких з'являється піна на поверхні, або які киплять – табо коли границя між повітрям та рідиною не рівномірна.

Матеріал резервуара, всередині якого встановлено акустичний датчик, не впливає на точність вимірювань приладу. Найсильніший відбитий сигнал приходить від кордону середовищ, а вторинне відлуння від стін ємності слабке і відкаліброваним прилади не вловлюється.

Одержуваний від датчика сигнал обробляється декількома способами:

1) Використовується вбудований електронний блок для обробки даних, одержуваних при вимірах. Інформація відображається в цифровому або графічному вигляді на дисплеї. Схема не передбачає включення приладу в телеметричну ланцюг управління і призначена для інформування оператора про рівень рідини в обстежуваному резервуарі. Використовується в переносних ультразвукових рівнемірах для моніторингу рідин в герметичних ємностях.

2) Отриманий аналоговий сигнал перетвориться в цифровий приладом або додатковим обладнанням. Одержуваний сигнал передається на централізований пульт управління. Прилад включається в єдину мережу автоматичного управління;

3) Сигналізаторів контрольних точок які використовується як реле. При досягненні рідиною мінімального запрограмованого рівня, датчик формує сигнал, який відповідно до заданої програми включає світлову і звукову сигналізацію, насос і т.п. Коли рідина підніметься до наступної контрольної точки, датчик формує команду на відключення сигналізації або насоса.

Реакція датчиків рівня на перепади температури.

Швидкість звуку в повітрі зростає зі збільшенням температури. Для усунення помилок у вимірах промислові рівнеміри забезпечуються термодатчиком. Показники температури враховуються мікропроцесором сенсора при розрахунку швидкості проходження ультразвукових хвиль.

Формула залежності швидкості звуку в повітрі від температури, отримана досвідченим шляхом:

$$C = C_0 + 0,59 * t ^\circ, \quad (2.1)$$

де  $C$  – швидкість звуку при виміряній температурі;

$C_0$  – швидкість звуку при температурі  $0C^\circ$ ;

$t^\circ$  – температура, виміряна термодатчиком;

0,59 – коефіцієнт, отриманий на підставі досвідчених вимірювань.

Якщо в сенсорі не передбачене автоматичне коригування результатів вимірювань в залежності від температури, вона проводиться вручну при кожному значному перепаді температури. В іншому випадку прилад буде показувати неправильні значення рівня рідини.

Вплив зовнішніх факторів на роботу

Крім температури газового середовища над рідиною, на точність роботи датчика впливають зовнішні фактори:

- тиск газового середовища. При його зміні швидкість змінюється, і датчик показує неправильні значення;
- сильна запиленість може порушити роботу вимірювача;
- із-за високої вологості змінюється швидкість проходження звукових хвиль.

Розрахунок необхідних поправок в роботі датчика - складне завдання. Над поверхнею рідини створюється газове середовище, насичене парами рідини. Його фізичні властивості відрізняються від характеристик атмосферного повітря, яке служило еталоном для калібрування приладів.

Для спрощення завдання часто застосовуються репери - відображаючі елементи, розташовані на строго фіксованих відстанях від випромінювача. Засікаючи час проходження сигналу до репера і назад, вираховується

швидкість звуку в газовому середовищі та потім використовується цей параметр для розрахунку рівня рідини.

Наявність реперів ускладнює і здорожує монтаж і експлуатацію датчиків рівня.

## 2.2 Математичне та алгоритмічне забезпечення роботи ультразвукових датчиків відстані

Ультразвук - механічні коливання, що знаходяться вище області частот, чутних людським вухом (зазвичай 20 кГц). Ультразвукові коливання переміщуються в формі хвилі, подібно поширенню світла. Однак на відміну від світлових хвиль, які можуть поширюватися в вакуумі, ультразвук вимагає пружну середу таку як газ, рідина або тверде тіло.

### Основні параметри ультразвуку

Основними параметрами хвилі є довжина хвилі і період. Число циклів скоєних за одну секунду називається частотою і вимірюється в Герцах (Гц). Час, необхідний щоб зробити повний цикл, називається періодом і вимірюється в секундах. Взаємозв'язок між частотою і періодом хвилі наведено у формулі:

Поглинання ультразвуку може бути зумовлене різними механізмами. Велику роль відіграє в'язкість і теплопровідність середовища, взаємодія хвилі з різними молекулярними процесами речовини, з тепловими коливаннями кристалічної решітки та ін.

Загасання звуку, обумовлене розсіюванням і поглинанням, описується експоненціальним законом убавання амплітуди з відстанню, т. Е. Амплітуда пропорційна  $e^{-\delta r}$ , а інтенсивність  $e^{-2\delta r}$  на відміну від статичного закону убавання амплітуди при розходженні хвилі, де  $\delta$  – коефіцієнт загасання звуку [2].

Коефіцієнт загасання висловлюють або в децибелах на метр (дБ / м), або в неперах на метр (Нп / м).

Для плоскої хвилі коефіцієнт загасання за амплітудою з відстанню визначається за формулою [4]:

$$\alpha = \frac{1}{L} \ln \left( \frac{p(0)}{p(L)} \right) \quad (2.2)$$

де  $\alpha$  - коефіцієнт загасання з відстанню, 1 / м,

$L$  - відстань, м,

$p(0)$ ,  $p(L)$  - амплітуда звукового тиску у вихідній точці і на відстань  $L$ ,

Па

Відбивання ультразвуку від границі розділу середовищ

При падінні звукової хвилі на межу розділу середовищ, частина енергії буде відбиватися в перше середовище, а інша частина енергії буде проходити в друге середовище. Співвідношення між відбитою енергією і енергією, що проходить у друге середовище, визначається хвильовими опорами першого і другого середовища. При відсутності дисперсії швидкості звуку хвильовий опір не залежить від форми хвилі і виражається формулою:

$$Z = \rho c \quad (2.3)$$

де  $Z$  – хвильовий опір, кг/м<sup>2</sup>·с ,

$\rho$  – щільність, кг/м<sup>3</sup>,

$c$  – швидкість звуку, м/с.

Коефіцієнти відбиття та проходження будуть визначатися наступним чином:

$$R = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} \quad (2.4)$$

де  $R$  - коефіцієнт відбиття звукового тиску [1],

$Z_1$  - хвильовий опір першої речовини, в якій поширюється звукова хвиля, кг/(м<sup>2</sup>с),

$Z_2$  - хвильовий опір другої речовини, в яку проходить звукова хвиля, кг/(м<sup>2</sup>с)

$$D = \frac{2Z_2}{Z_2 + Z_1} \quad (2.5)$$

де  $D$  - коефіцієнт проходження звукового тиску.

Варто відзначити також, що якщо друге середовище акустично більш «м'яке», тобто  $Z_1 > Z_2$ , то при відображенні фаза хвилі змінюється на 180° [1].

Коефіцієнт пропускання енергії  $\tau_{\text{проп}}$  з одного середовища в інше визначається відношенням інтенсивності хвилі, що проходить у друге середовище, до інтенсивності падаючої хвилі

$$(2.6)$$

Відбиття і трансформація ультразвукових хвиль.

Розглянемо основні явища, що відбуваються на межі розділу двох середовищ, припускаючи, що плоска ультразвукова хвиля падає на плоску межу розділу двох напівнескінчених середовищ, що мають акустичні опори  $Z_1$  і  $Z_2$ . У реальних процесах ми маємо справу з обмеженими середовищами, а також з хвилями, що в тій чи іншій мірі відрізняються від плоских. Припустимо, що межа розділу гладка, тобто на ній відсутня розсіювання ультразвуку, пов'язане з шорсткістю поверхні. Іншими словами, будемо вважати, що ультразвукові хвилі підкоряються законам геометричній акустики.

У загальному випадку на межі розділу можуть відбуватися три явища: відбиття, заломлення і трансформація хвиль.

Відбиттям називається зміна напрямку хвилі на межі розділу, при якому хвиля частково переходить в інше середовище.



Заломленням називається зміна напрямку хвилі на межі розділу, при якому хвиля переходить в інше середовище (рис.2.1).

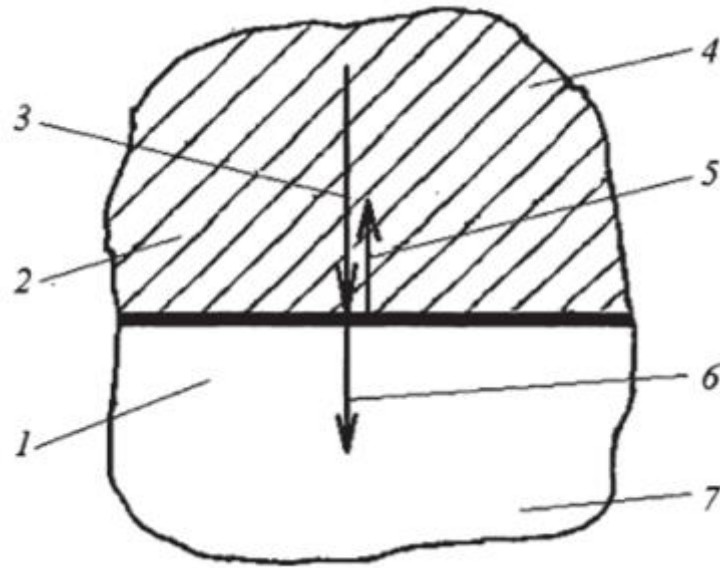


Рисунок 2.1 – Схема перетворення поздовжньої ультразвукової хвилі при проходженні по нормалі через кордон двох середовищ (схема відображення):

1 –  $Z_1 = \rho_1 c_1$ ; 2 –  $Z_2 = \rho_2 c_2$ ; 3 – первинна хвиля; 4 – перше середовище; 5 – відбита хвиля; 6 – хвиля, що пройшла; 7 – друге середовище.

Трансформацією називається перетворення хвиль одного типу в хвилі іншого типу, що відбувається на кордоні розділу двох середовищ.

При падінні поздовжньої хвилі  $C_{11}$  з одного середовища на кордон розділу з іншим середовищем утворюються (рис. 2.2):

- $C_{11}$  – відбита поздовжня хвиля;
- $C_{t1}$  – відбита поперечна хвиля, що утворилася в результаті трансформації хвиль;
- $C_{l2}$  – заломлена поздовжня хвиля;
- $C_{t2}$  – заломлена поперечна хвиля, що утворилася в результаті трансформації хвиль.

На кордоні розділу кути відраховуються від нормалі (перпендикуляра) до поверхні розділу двох середовищ, що проходить через точку падіння.

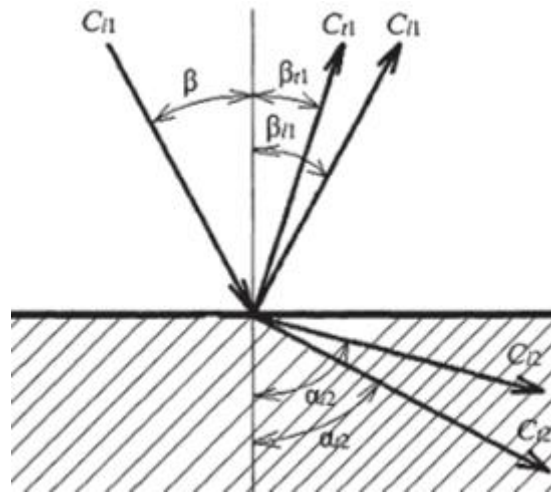


Рисунок 2.2 – Схема перетворення (трансформації) ультразвукової хвилі при проходженні через кордон розділу двох середовищ під кутом  $\beta$

Кути відбиття і заломлення залежать від швидкостей звуку в обох середовищах і пов'язані між собою законом Снелліуса:

$$\frac{\sin\beta}{c_{11}} = \frac{\sin\beta_{11}}{c_{11}} = \frac{\sin\beta_{t1}}{c_{t1}} = \frac{\sin\alpha_{l2}}{c_{l2}} = \frac{\sin\alpha_{t2}}{c_{t2}} \quad (2.7)$$

де  $\beta$  з відповідними індексами - кути падіння і відображення;  $\alpha$  - кути заломлення.

З цього співвідношення випливає, що кут відображення для хвиль одного типу дорівнює куту падіння, а синуси кутів заломлення і відображення пропорційні значенням відповідних швидкостей поширення ультразвукової хвилі в контактують середовищах. На схемі, представленій на рис. 2.2, найбільша швидкість поширення у поздовжньої хвилі в олії. Відповідно, їй належить і найбільше значення кута заломлення. Поперечні хвилі трансформуються під меншими кутами, так як швидкості їх поширення в обох контактуючих середовищах менше, ніж у поздовжньої хвилі.

Якщо  $c_{11} < c_{l2}$ , то в міру збільшення кута  $\beta$ , починаючи з деякого його значення (рис. 2.3, а), званого першим критичним кутом, заломлена поздовжня хвиля сп не буде проходити в другу середу. При подальшому збільшенні кута  $\beta$  настає момент (рис. 2.3, б), коли поперечна хвиля починає

ковзати уздовж поверхні розділу. Відповідний даному моменту кут падіння первинної хвилі називають другим критичним кутом.

Значення критичних кутів задовольняють рівностям:

$$\beta_{кр1} = \frac{\arcsin c_{11}}{c_{12}} \quad (2.8)$$

$$\beta_{кр2} = \frac{\arcsin c_{11}}{c_{t2}} \quad (2.9)$$

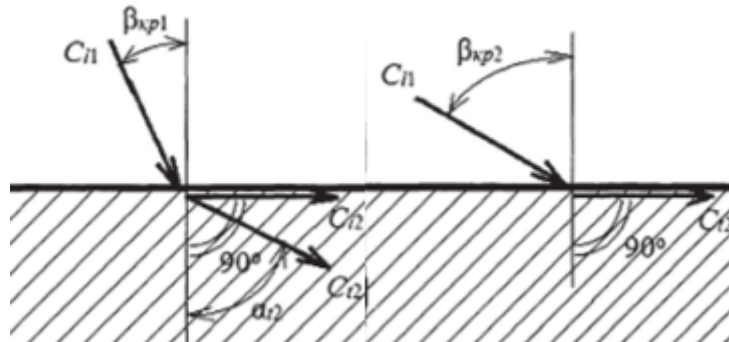


Рисунок 2.3 – Схеми формування критичних кутів при проходженні ультразвукової хвилі з одного середовища в інше

При падінні хвилі на поверхню розділу двох середовищ в загальному випадку частина енергії проходить у друге середовище, а частина відбивається в перше. Якщо ультразвукова хвиля падає перпендикулярно до межі поділу двох середовищ, то проходить і відбита хвилі будуть такого ж типу, що і падаюча. Розподіл енергії між відбитої і пройшла хвилею визначається співвідношенням питомих акустичних опорів контактують середовищ. Коефіцієнт відбиття  $R$  (тобто відношення інтенсивностей відбитої і падаючої хвиль) при падінні хвилі по нормалі дорівнює:

$$R = \left( \frac{p_1 c_1 - p_2 c_2}{p_1 c_1 + p_2 c_2} \right) \quad (2.10)$$

де  $p_1 c_1$  і  $p_2 c_2$  - акустичні опори контактуючих середовищ.

### 3 РОЗРОБКА АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ КОМПЛЕКСУ

#### 3.1 Розробка структурної схеми комплексу

Після вибору способу реалізації обліку та опису математичного апарату в магістерській роботі було розроблено структурну схему системи обліку (рис.3.1).

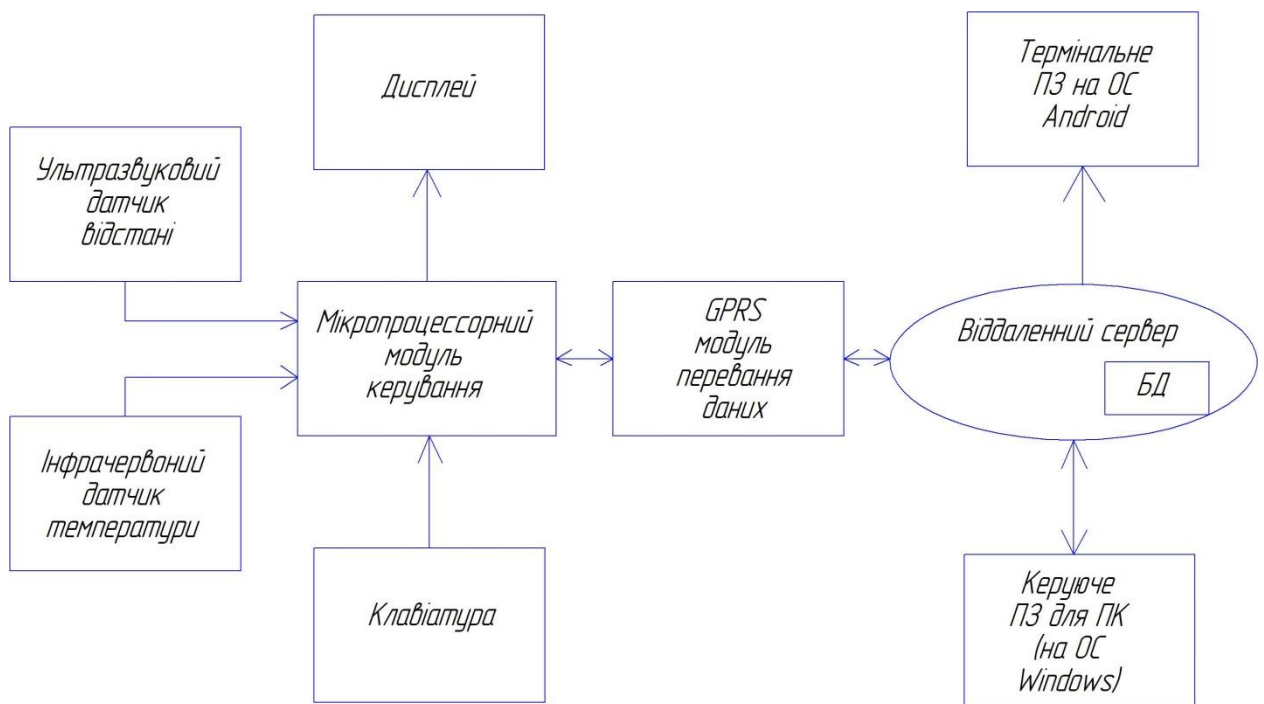


Рисунок 3.1 – Структурна схема системи обліку

Принцип роботи системи.

Ультразвуковий датчик відстані в вологозахищеному корпусі встановлюється під кришку ємності з маслом. Шляхом вимірювання часу проходження ультразвукового сигналу з коригуванням температури навколишнього середовища і температури масла (інфрачервоним датчиком температури) встановлюється відстані до кордону між середовищами (повітря-масло). Знаючи габаритні розміри ємності, мікропроцесорний модуль, на який надходять сигнали з ультразвукового датчика відстані та

інфрачервоного датчика температури, проводить розрахунок заповненого і порожнього обсягу ємності. Користувач з клавіатури або через віддалений сервер (використовуючи керуюче ПЗ на ПК) в настройках вказує щільність масла, яка служить для розрахунку маси масла при відомому розрахованому об'ємі.

Параметри відстані для кордону середовищ, температури бака і навколишнього середовища, зазначена користувачем щільність масла, заповнений обсяг і розрахована маса виводяться на дисплей модуля встановленого зовні бака для контролю параметрів на місці установки бака технічними співробітниками.

Дані щодо проведених вимірювань передаються за допомогою GPRS модуля по засобах мережі Internet на віддалений сервер на якому зберігаються в базі даних (БД). Технічний співробітник за допомогою керуючого програмного забезпечення на ПК може задавати віддалено щільність масла і проводити коригування температурного коефіцієнта для розрахунку маси масла, а також переглядати вироблені вимірювання для кожного окремого бака з сортуванням по часу, розташуванню бака і наповнюваності бака. Також є повідомлення про велику наповненості бака і спустошенні бака (параметри % наповненості для таких повідомлень вказуються в настройках). Крім того, для віддаленого перегляду вироблених вимірювання для баків використовується термінальне програмне забезпечення для пристроїв з ОС Android.

Порядок виконання робіт на об'єкті:

- розробка виконавцем мікропроцесорного модуля управління;
- розробка виконавцем програмного забезпечення (керуючого для ПК і термінального для ОС Android);
- установка виконавцем датчиків і системи в цілому на одну ємність замовника
- настройка системи під параметри ємності і конкретний вид масла в ємності.

Для калібрування і налаштування системи:

- замовником надаються проектні габаритні розміри ємності для розрахунку обсягу заповнення в залежності від рівня масла в баку;
- визначення щільності масла в ємності;

Сам процес калібрування.

Автомобіль з маслом відомої або вимірної заздалегідь щільності проходить зважування на автомобільних вагах. Масло зливається в бак з встановленою системою контролю. Після зливу в ємність масла проводиться повторне зважування, яке дає можливість визначити кількість доданого в ємність масла. Проводиться настройка параметрів системи в залежності від значення зміненого обсягу і маси в ємності.

### 3.2 Вибір електронних компонентів комплексу

Наступним етапом в магістерській роботі був зроблений вибір електронних компонентів для реалізації технічної частини комплексу.

Основним елементом апаратної частини є датчик ультразвуковий відстані. В якості датчика відстані було вибрано датчик A01NYUB оскільки він волостійкий та забезпечує необхідну точність.



Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд датчика A01NYUB

Ультразвуковий датчик відстані A01NYUB визначає відстань до об'єкта, вимірюючи проміжок часу між відправленням і отриманням

ультразвукового імпульсу. Цей водонепроникний ультразвуковий датчик має велику відстань виявлення об'єкта, широкий кут виявлення і велику потужність зондуючого імпульсу. Датчик поставляється зі знімним рупором, використання якого підвищує відстань виявлення 7,5 м.

Слід враховувати, що надійність роботи датчика сильно залежить від відбивної здатності об'єкта для ультразвукових хвиль.

Ультразвуковий датчик виконаний у волого і пилозахисні виконанні. Обробка сигналу повністю відбувається всередині датчика, видаючи на роз'єм інтерфейсу дані через послідовний інтерфейс UART на швидкості 9600 біт / сек. Датчик легко і просто підключається як до контролерів Arduino так і до міні-комп'ютерів, наприклад Raspberry Pi.

Характеристики датчика:

- робоча напруга: 3,3-5В;
- середній споживаний струм: 15мА;
- сліпа зона: 28см;
- діапазон виявлення (плоского об'єкта): 28-750 см;
- вихід: UART;
- час відгуку: 100 мс;
- робоча частота зонда: 40кГц;
- робоча температура: від -15 до 60 градусів за Цельсієм;
- температура зберігання: від -25 до 80 градусів за Цельсієм;
- кут зондування:
  - з рупором: 55 градусів;
  - без рупора: 40 градусів;
- водонепроникний клас: IP67.

Оскільки не менш важливим в системі є коригування температурного коефіцієнту розширення масла, а ємності можуть бути різного розміру, було обрано інфрачервоний безконтактний датчик температури. Використання термопари для встановлення температури масла потребувало б її занурення в масло, а крім того при випуску електроніки в серійному виробництві не

відомо заздалегідь розмір (глибину) ємностей в які система буде встановлювати, а отже важко запропонувати оптимальну довжину кабелю для з'єднання термопари з електронною частиною системи.

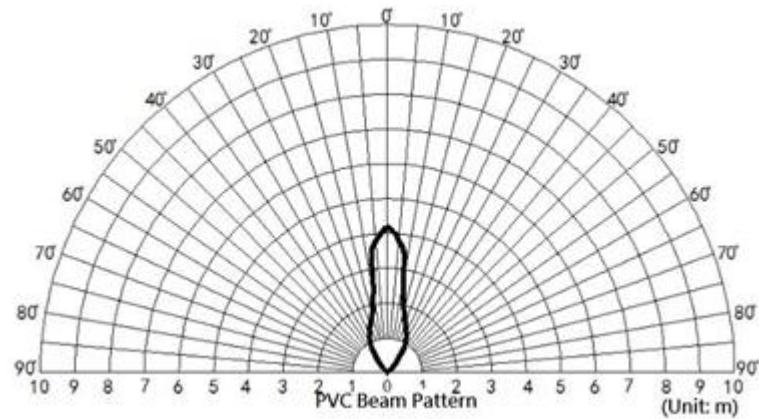


Рисунок 3.3 – Діаграма направленості датчика A01NYUB

Використання датчика медичної точності для нашої мети не має економічного сенсу, а отже було вибрано датчик MLX90614-BAА.



Рисунок 3.4 – Інфрачервоний безконтактний датчик температури  
MLX90614-BAА

Характеристики та переваги:

- маленький розмір, низька вартість;
- заводське калібрування в широкому діапазоні температур:
  - від  $-40 \dots + 125^{\circ}\text{C}$  для температури корпусу;
  - від  $-70 \dots + 380^{\circ}\text{C}$  для температури об'єкта;



- висока точність  $0,5^{\circ}\text{C}$  при широкій температурі діапазон ( $0 \dots + 50^{\circ}\text{C}$  для  $T_a$  і  $T_o$ );

- висока точність калібрування;
- точність вимірювання  $0,02^{\circ}\text{C}$ ;
- SMBus сумісний цифровий інтерфейс;
- настроюваний ШІМ-вихід для безперервного читання;
- доступний у версіях 3В і 5В;
- проста адаптація для додатків 8 ... 16 В;
- режим очікування для зниження енергоспоживання;
- різні варіанти корпусів для додатків і універсальність вимірів.

MLX90614 - інфрачервоний термометр для безконтактних вимірювань температури. Чутливий до інфрачервоного випромінювання чіп детектора термобатарей і перетворювач сигналу ASSP вбудовані в один корпус типу TO-39.

Завдяки малошумному підсилювачу, 17-розрядному АЦП і потужному DSP-модулю досягається висока точність термометра.

MLX90614 складається з 2-х чіпів, розроблених і виготовлених Melexis:

- інфрачервоний термобатарейний детектор MLX81101;
- формує сигнал ASSP MLX90302, спеціально розробленого для обробки вихідного сигналу ІЧ-датчика.

Температура вимірюваного об'єкта і температура навколишнього середовища доступні в оперативній пам'яті MLX90302 з дозволом  $0,01^{\circ}\text{C}$ . Вони доступні за 2-провідного послідовного протоколу, сумісного з SMBus (дозвіл  $0,02^{\circ}\text{C}$ ), або через 10-бітний ШІМ (широко імпульсна модуляція) вихід пристрою.

MLX90614 відкалібрований на заводі в широкому діапазоні температур: від  $-40$  до  $125^{\circ}\text{C}$  для температури навколишнього середовища і від  $-70$  до  $380^{\circ}\text{C}$  для температури об'єкта.

Для розробника дуже важливо розуміти, що заявлена в документації точність гарантовані і досяжні тільки тоді, коли датчик знаходиться в

тепловій рівновазі і в ізотермічних умовах (немає різниці температур в корпусі датчика). На точність термометра можуть впливати перепади температур в корпусі, викликані такими причинами, як (серед іншого): гаряча електроніка позаду датчика, нагрівачі / охолоджувачі позаду або поруч з датчиком або гарячий / холодний об'єкт, що знаходиться дуже близько до датчика, який нагріває не тільки чутливий елемент в термометрі, а й корпус термометра.

Мікросхема підтримує двохпровідний послідовний протокол, побудований з виводами PWM / SDA і SCL.

- SCL - тільки цифровий вхід, який використовується в якості годин для SMBus-сумісної зв'язку. Цей висновок має допоміжну функцію для побудови зовнішнього регулятора напруги. При використанні зовнішнього регулятора напруги двухпроводной протокол доступний тільки в разі перевантаження регулятора джерела живлення.

- PWM / SDA - Цифровий вхід / вихід, який використовується як для ШІМ-виходу вимірної температури об'єкта (-ів), так і для цифрового входу / виходу для SMBus. У режимі ШІМ штифт може бути запрограмований в EEPROM для роботи в режимі Push / Pull або NMOS з відкритим стоком (за замовчуванням NMOS з відкритим стоком).

У якості дисплею для відображення налаштувань на пункті контролю об'єму наповнення ємностей було обрано рідкокристалічний дисплейний модуль УН 9001з драйвером ТМ1621 , що дозволить скоротити кількість керуючих виходів.

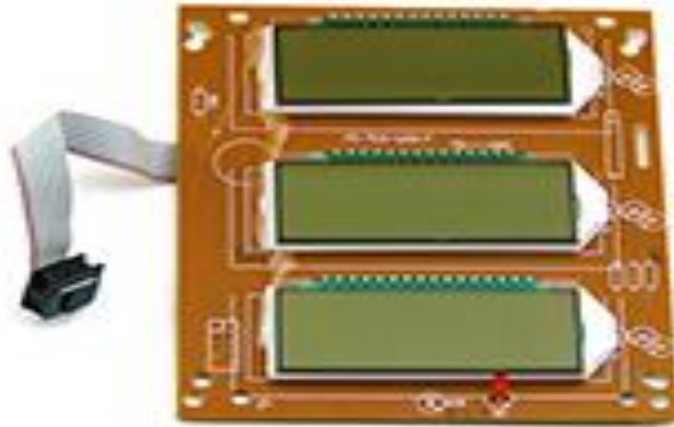


Рисунок 3.5 – Зовнішній вигляд дисплейного модуля УН 9001

Як клавіатуру для режиму калібрування пропонується використовувати клавіатуру KB707-MNS-WP. Це матрична (скануюча) клавіатура має на 12 кнопок 7 висновків, що дозволить заощадити кількість керуючих виходів.

Таблиця 3.1 - Характеристики клавіатури KB707-MNS-WP

Параметр	Значення
Кількість кнопок	12
Ресурс	1000000 циклів
Опір контакта макс.	200МОм
Матеріал	метал
Робоча напруга макс.	24В DC
Сила перемикання	1.2Н
Хід кнопки	2мм
Робочий струм макс.	20мА
Ширина	62мм
Вид клавіатури	цифрова
Робоча температура	-20...60°C
Колір клавіатури	сріблястий
Хар. особливості	герметична

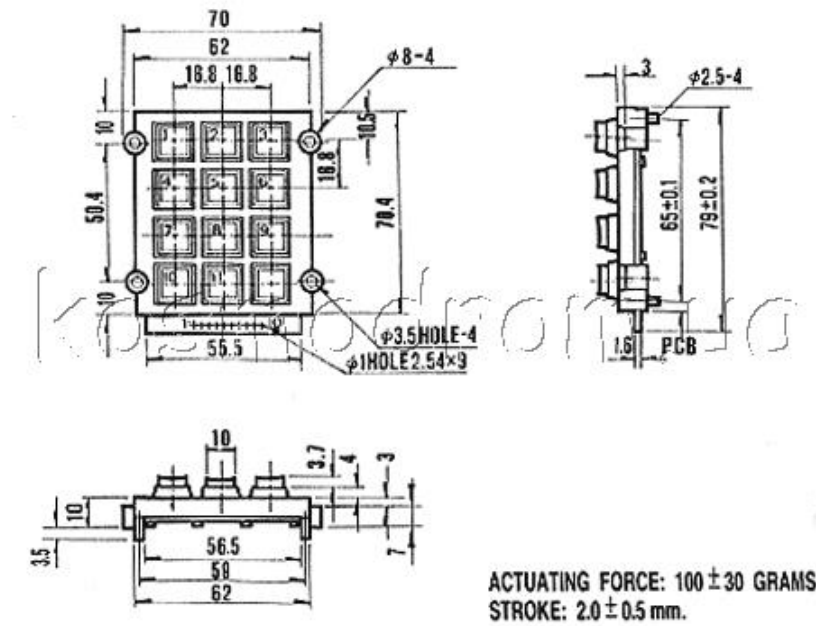


Рисунок 3.6 – Габаритні розміри клавіатури KB707-MNS-WP

Для передавання даних від апаратного модуля на віддалений сервер було обрано модуль SIM800L, який дозволяє проводити зв'язок з сервером за допомогою бездротової мережі GSM/GPRS.

З огляду на те, що покриття мобільного зв'язку є практично всюди, для передачі даних зручно застосувати GSM/GPRS модуль. Крім того, обсяг даних, що відправляються і приймаються, не великий і для їх стабільної передачі досить мати підтримку тільки 2G мережі. Обмін даними з керуючим мікроконтролером буде здійснюватись по UART-інтерфейсу. Одним з найбільш дешевих модулів, що задовольняють даним вимогам є мініатюрний модуль GSM/GPRS стільникового зв'язку на основі компонента SIM800L, розробленого компанією SIMCom Wireless Solutions.

Стандартний інтерфейс керування компонента SIM800L надає доступ до сервісів мереж GSM/GPRS 850/900/1800/1900МГц для обміну цифровими даними GPRS. Поставляється з вбудованою антеною, також можна підключити додаткові антени для поліпшення якості сигналу.

Компонент SIM800L має реалізований стек протоколу TCP/IP. Містить мікросхему MT6260SA компанії MediaTek і мікросхему приймача RFMD RF7176.

Зовнішній вигляд модулю SIM800L показаний на рис. 3.7.



Рисунок 3.7 – Модуль GSM/GPRS SIM800L MicroSIM з антенною

Технічні характеристики:

- напруга живлення: від 3.4В до 4.4В;
- рекомендована напруга живлення: 4В;
- струм режиму очікування: 0.7 мА;
- максимальний струм: 500 мА;
- максимальна напруга високого рівня інтерфейсу UART: 2.8 В;
- швидкість UART: 1200–115200 бод;
- робочі діапазони EGSM900, DCS1800, GSM850, PCS1900;
- потужність передачі DCS1800, PCS1900: 1 Вт;
- потужність передачі GSM850, EGSM900: 2 Вт;
- режим мережі: 2G;
- мікрофон: електретний;
- управляється командами AT через UART: (3GPP TS 27.007, 27.005 SIMCOM enhanced AT Commands);
- автоматичне визначення швидкості передачі керуючих AT команд;
- відправка та отримання GPRS даних (TCP/IP, HTTP, и т.д.);
- максимальна швидкість передачі GPRS даних: 85.6 Кбод;

- кодування: CS-1, CS-2, CS-3 и CS-4;
- GSM протокол: 07.10 протокол;
- підтримка неструктурованих даних додаткових послуг USSD;
- підтримує PAP (протокол ідентифікації пароля);
- підтримка годинника реального часу RTC;
- підтримка сімкартки з живленням 3В і 1.8В;
- робоча температура: – 30 до 75 °С;
- розміри: 25х25 мм.

В якості керуючого мікроконтролера обраний мікроконтролер PIC16F887 оскільки він має достатню кількість портів вводу/виводу, високу тактову частоту роботи 20МГц, вбудовані таймери лічильники для організації затримок, вбудована реалізація протоколу UART та I<sup>2</sup>C для обміну даними з датчиками та модулем відправлення даних. Мікроконтролер PIC16F887 дозволяє проводити його програмування безпосередньо на друкованій платі пристрою приєднанням до роз'єму програматора, що дозволяє вносити зміни в роботу керуючої програми модуля при модернізації.

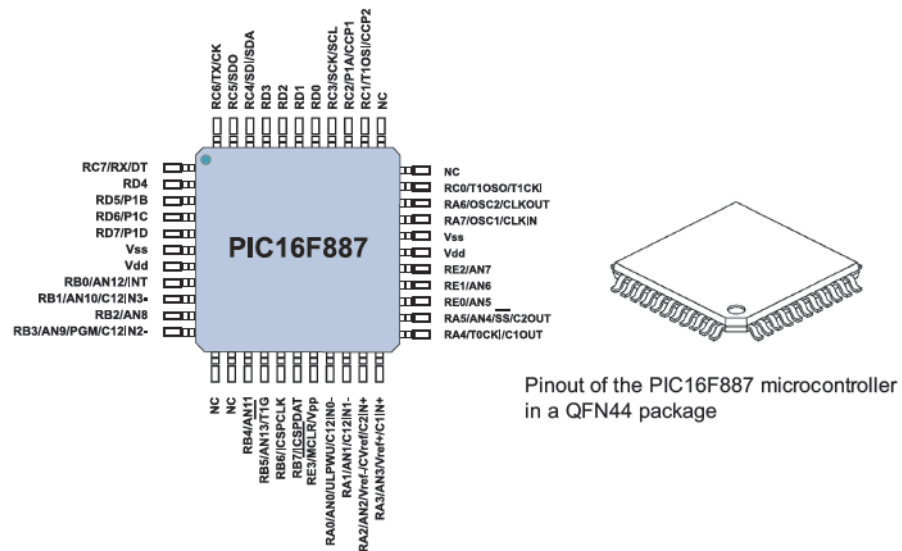


Рисунок 3.8 – Розташування виводів на корпусі керуючого мікроконтролера PIC16887

Після вибору елементів модуля було розроблено конструкцію плати для читання даних за датчиків відстані та температури для передачі на сервер з подальшим визначенням кількості масла у ємностях.

Друкована плата була розтрассірована на двох сторонах. Ширина трас з'єднань 0,5 мм. Допуск між провідником і елементом друкованої плати 0,5 мм, допуск між провідником і отвором 0,25 мм, допуск між провідником і краєм друкованої плати 2 мм, допуск відстаней елементів друкованої плати 0,15 мм.

Розводку плати проводили в програмі Sprint Layout v.6 (рис. 3.9).

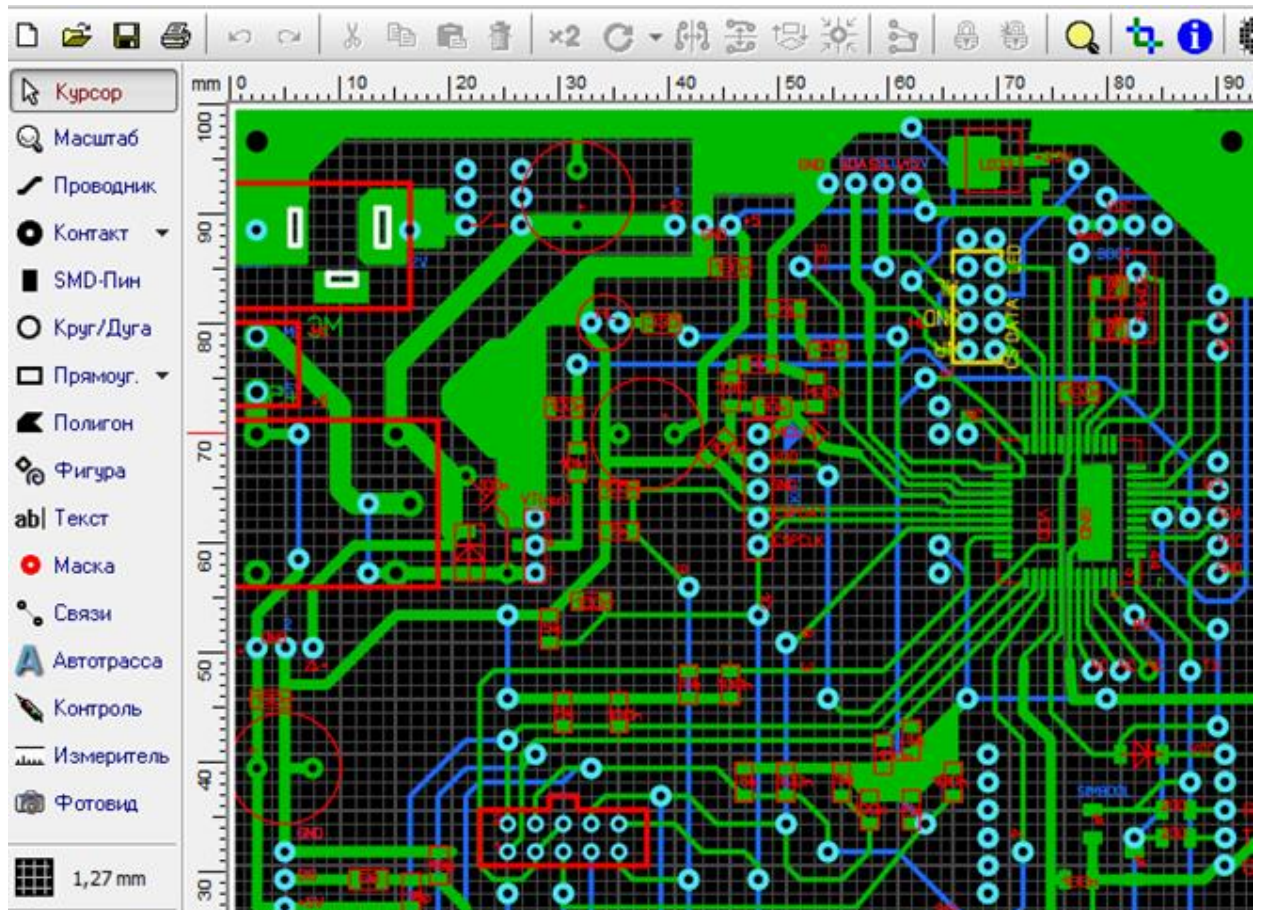


Рисунок 3.9 – Розробка плати керування в Sprint Layout

Отриманий ескіз креслення сторони встановлення елементів поверхневого монтажу наведено на рис. 3.10. Ескіз креслення сторони встановлення елементів об'ємного монтажу наведено на рис. 3.11.

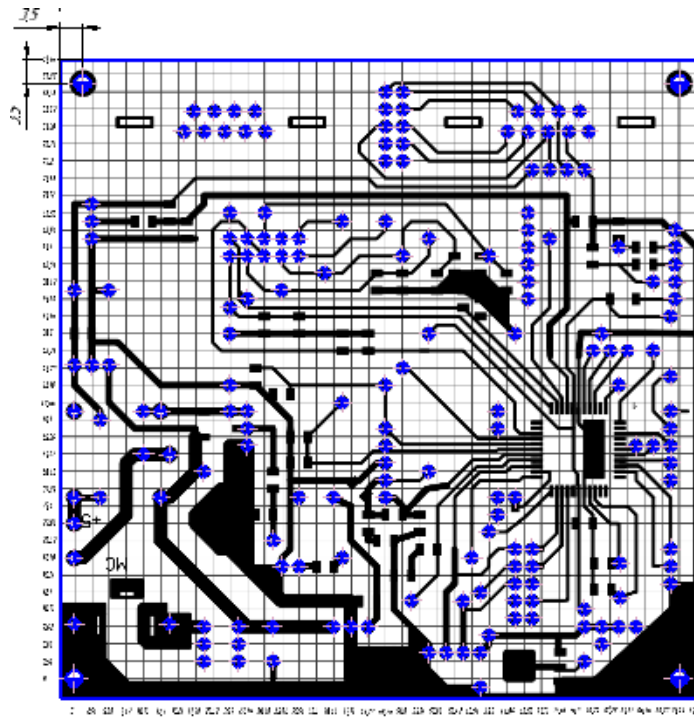


Рисунок 3.10 – Креслення сторони встановлення елементів поверхневого монтажу

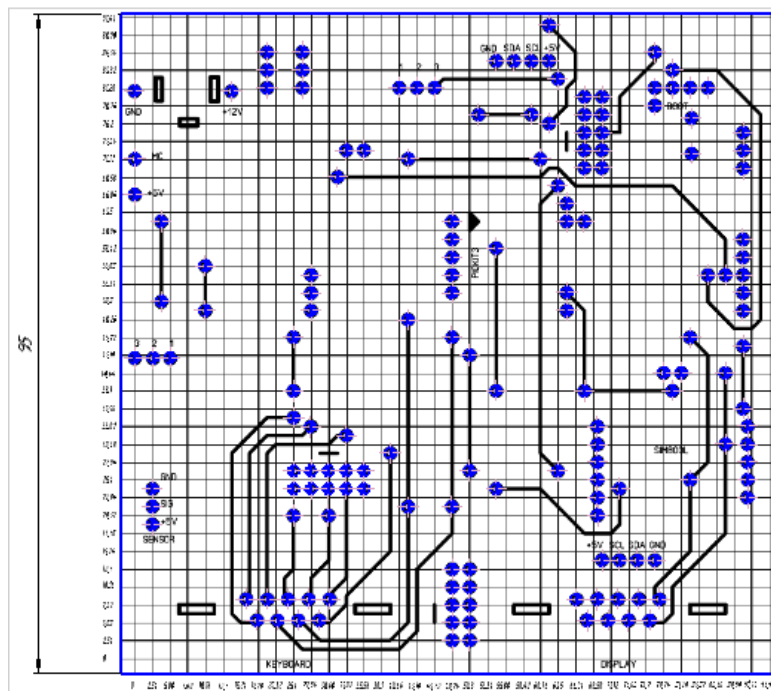


Рисунок 3.11 – Креслення сторони встановлення елементів об'ємного монтажу



## 4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

### 4.1 Розробка протоколу обміну та бази даних

Першим етапом розробки програмного забезпечення є розробка протоколу обміну даними між апаратною та програмною частиною та розробка структури бази даних для зберігання отриманих вимірювань на сервері.

В табл.4.1 наведено протокол за яким розроблений апаратний модуль відправляє дані на сервер.

Таблиця 4.1 – Протокол відправлення даних на сервер

№	Команда від модуля	Відповідь сервера	Опис
1	TestCom=1	Connect OK	Перевірка доступності сервера з боку апаратного модуля
2	dist=DDDD &toil=TTT &tair=PPP	Data RCV OK	Відправлення даних з модуля щодо поточної відстані до границі між повітрям та маслом (DDDD в мм) та температур масла (TTT) та навколишнього середовища (PPP)
3	density=SSSS	Params RCV OK	Відправлення налаштувань щільності масла (SSSS), що введені оператором на апаратному модулі
4	getparams=1	density=SSSS	Відправлення налаштувань щільності (SSSS) з боку сервера на апаратний модуль

Команди виконуються за допомогою GET запитів. Кожен запит має містити ідентифікаційний номер модуля та ключ доступу.

При старті апаратного модуля він перевіряє зв'язок з сервером за допомогою команди TestCom=1. Якщо сервер відповів Connect OK – модуль запитує чи не було змін щільності на боці віддаленого сервера командою getparams=1 та поновлює налаштування, якщо отримана щільність не співпадає з встановленою у пристрої.

У подальшому режимі роботи раз на 5 секунд проводить відправлення даних про проведені вимірювання dist=DDDD&toil=TTT&tair=PPP у випадку якщо вони відрізняються або раз на 1 хвилину якщо змін не було (для відстежування з боку серверу, що апаратний модуль працює та з ним є зв'язок).

Якщо оператор на місці встановлення апаратного модуля за допомогою клавіатури змінив значення щільності масла – нове значення передається на сервер командою density=Ssss.

Для зберігання даних щодо вимірювань на сервері використовується база даних з використанням СУБД MySQL. Вибір даної СУБД обумовлено тим, що більшість провайдерів, що надають послуги з хостингу за замовчуванням встановлюють цю СУБД на свої сервіси.

#### 4.2 Розробка програми керуючого мікроконтролера

Перед написанням програмного коду необхідно розібратися з форматом передавання даних від датчиків до мікроконтролера та від мікроконтролера до елементів індикації та модуля відправлення даних.

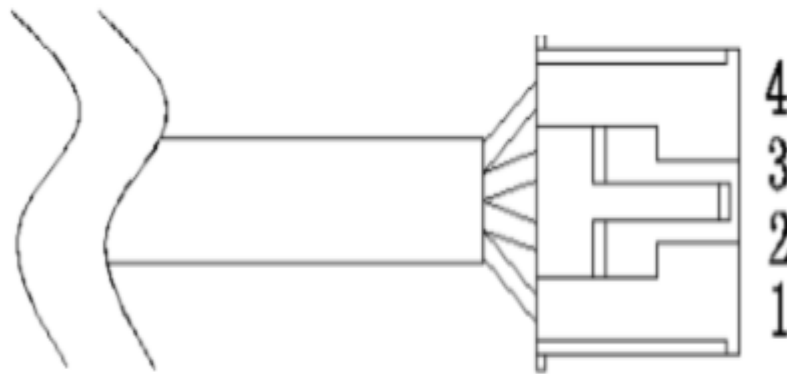


Рисунок 4.1 – Розташування виводів ультразвукового датчику відстані

Таблиця 4.2– Опис контактів датчика

№	Назва контакту	Опис
1	VCC	Живлення датчика
2	GND	Земля
3	RX	Отримання обробленого значення / значення в реальному часі
4	TX	Вихід UART

Коли на контактї "RX" змінюється сигнал або на нього поступає високий рівень, модуль видає оброблене значення, дані є більш стабільними коли час відгуку: 150-300 мс; коли на вході низький рівень сигналу модуль видає значення в реальному часі, час відгуку: 150 мс.

Таблиця 4.3– Параметри з'єднання з датчиком по UART

Тип UART	Біт даних	Стоп бит	Парність	Швидкість обміну
TTL рівень	8	1	відсутня	9600 бітів/с

Таблиця 4.4– Протокол передачі даних від датчика по UART

Фрагмент даних	Опис	Кіл-сть байт
Заголовок	0xFF	1 байт
DATA_H	Старший байт дистанції	1 байт
DATA_L	Молодший байт дистанції	1 байт
SUM	Контрольна сума	1 байт

Таблиця 4.5 – Приклад переданих від датчика даних по UART

Заголовок	Старший байт (DATA_H)	Молодший байт (DATA_L)	Контрольна сума (SUM)
0xFF	0x07	0xA1	0xA7

Контрольна сума розраховується наступним виразом:

$$SUM=(Header+Data\_H+Data\_L)\&0x00FF \quad (4.1)$$

Для наведеного прикладу:

$$SUM=(0xFF + 0x07 + 0xA1)\&0x00FF=0xA7$$

Відповідно дистанція отримана датчиком у наведеному прикладі складає

Відстань = (Data\_H)\*256+ (Data\_L)= 0x07\*256+0xA1=0x07A1 (у шістнадцятковій системі числення, тобто 1953мм у десятковій).

```

#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial distanceSensor(11,10); // RX, TX
unsigned char data[4]={};
float dist;

void setup()
{
  Serial.begin(57600);
  distanceSensor.begin(9600);
}

void loop()
{
  do{
    for(int i=0;i<4;i++)

      {
        data[i]= distanceSensor.read();
      }
  }while(distanceSensor.read()!==0xff);
  distanceSensor.flush();
  if(data[0]==0xff)
  {
    int sum;
    sum=(data[0]+data[1]+data[2])&0x00FF;
    if(sum==data[3])
    {
      dist=(data[1]<<8)+data[2];
      if(dist>280)
      {
        Serial.print("dist=");
        Serial.print(dist/10);
        Serial.println("cm");
      }else
      {
        Serial.println("Відстань менше допустимої");
      }
    }else Serial.println("помилка");
  }
  delay(150);
}

```

Для програмування датчика температури розглянемо особливості його програмного налаштування.

Стандартно у датчика температури 10-бітний ШІМ налаштований на безперервну передачу вимірної температури в діапазоні -20 ... 120 ° С з дозволом на виході 0,14 ° С.

Заводське налаштування - після скидання, за замовчуванням - SMBus (°C).

Замовник може змінити обмежену кількість адрес в пам'яті EEPROM. Вся EEPROM може бути прочитана через інтерфейс SMBus.

Таблиця 4.6 – Карта розподілу пам'яті EEPROM

EEPROM 32x16		
Ім'я	Адреса	Можливість змінювати
T <sub>0max</sub>	0x00	+
T <sub>0min</sub>	0x01	+
PWMCTRL	0x02	+
Ta діапазон (температура корпусу)	0x03	+
Коефіцієнт корекції випромінюючої здібності	0x04	+
Конфігураційний регістр1 (ConfigRegister1)	0x05	+
Зарезервовано	0x06...0x0D	–
SMBus адрес (тільки молодший байт LSByte)	0x0E	+
Зарезервовано	0x0F...0x1B	–
ІД датчика	0x1C...0x1F	–

Адреси T<sub>0max</sub>, T<sub>0min</sub> і Ta знаходяться в залежності від об'єкта і температури навколишнього середовища.

Адреса випромінювальної здатності містить радіаційну здатність об'єкта (заводська установка за замовчуванням 1.0 = 0xFFFF), 16 біт.

$$\text{Emissivity} = \text{dec2hex}[\text{round}(65535 \times \epsilon)]$$

де dec2hex [round (X)] представляє десяткове перетворення в шістнадцяткове з округленням до найближчого значення (Не усічення). У цьому випадку значення фізичної випромінювальної здатності становлять = 0,1 ... 1,0.

Адреса ConfigRegister1 складається з керуючих бітів для настройки аналогової і цифрової частин.

Протокол цифрової шини передачі даних наведено на рис.4.2.

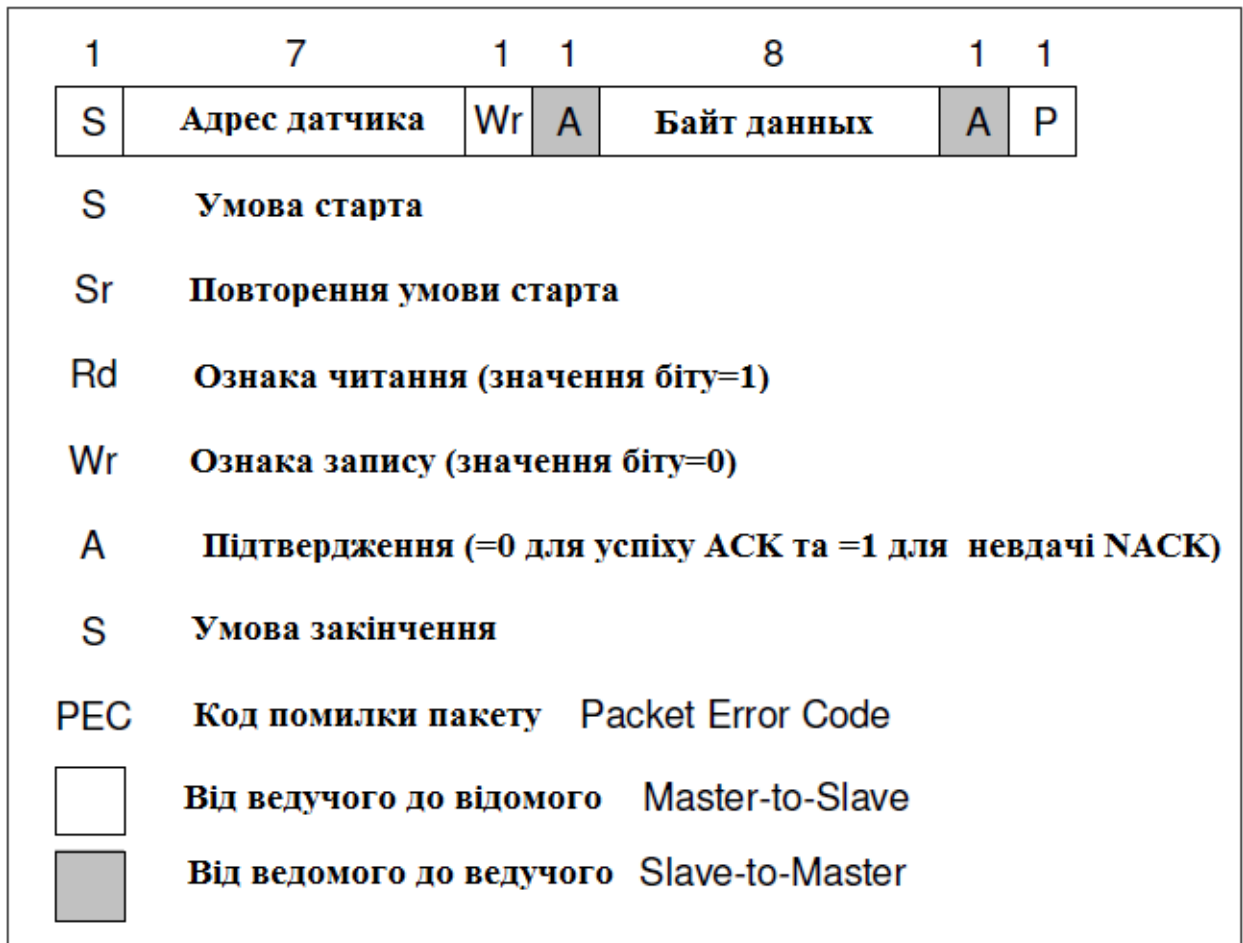


Рисунок 4.2 – Расшифрування елементів пакету SMBus

Після кожних отриманих 8 бітів SD повинен видавати АСК або NACK. Коли MD ініціює зв'язок, він спочатку відправляє адреса веденого, і тільки SD, який розпізнає адресу, буде видавати підтвердження, інші будуть мовчати. У разі, якщо один з SD видав NACK, MD повинен зупинити зв'язок і повторити повідомлення. NACK може бути отриманий після PEC. Це означає, що в отриманому повідомленні є помилка, і MD повинен спробувати відправити повідомлення знову. Розрахунок PEC включає всі біти, крім бітів START, REPEATED START, STOP, АСК і NACK. PEC є CRC-8 з поліномом  $X^8 + X^2 + X + 1$ . Найстарший біт кожного байта передається першим.

Читання слова (в залежності від команди - RAM або EEPROM)

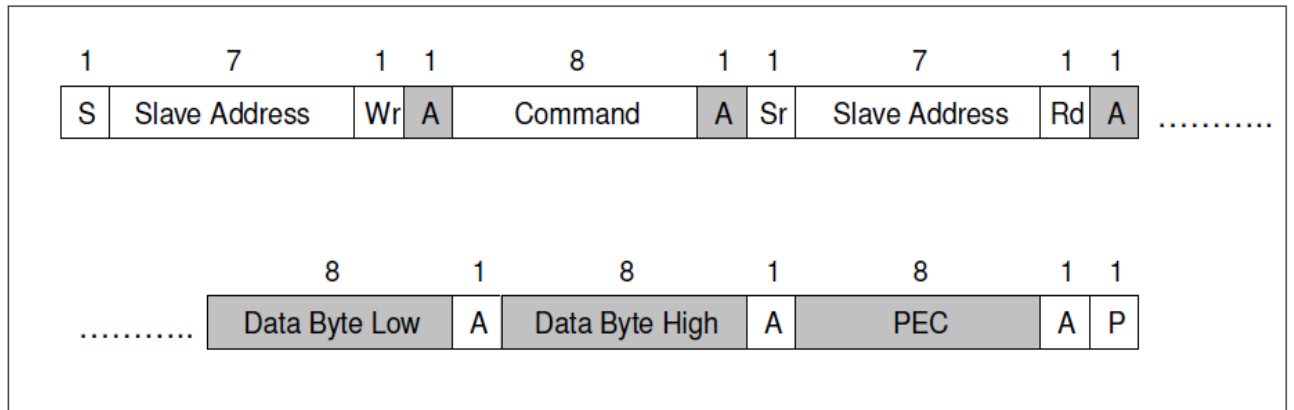


Рисунок 4.3 – Формат читання слова з пам'яті датчика

Запис слова (в залежності від команди - RAM або EEPROM)

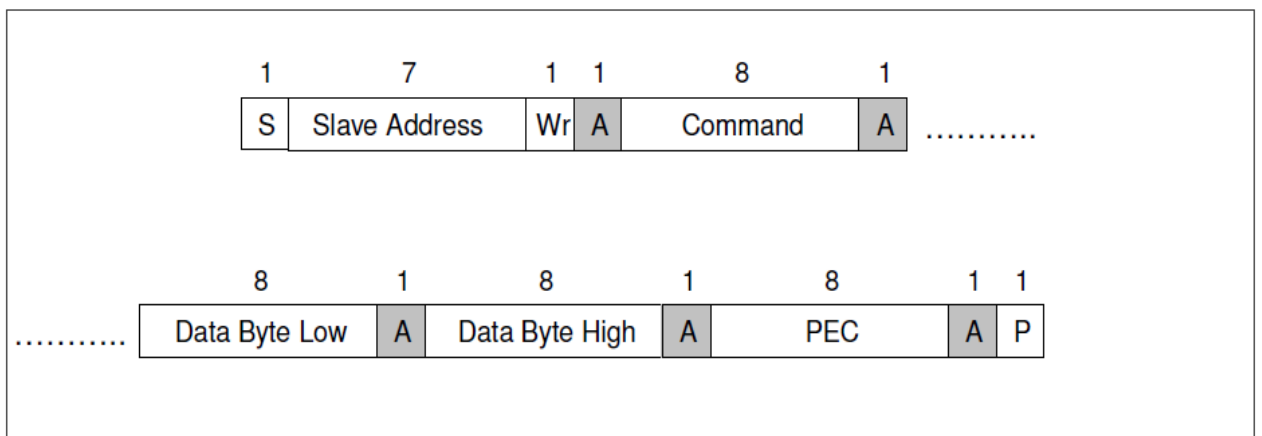


Рисунок 4.4 – Формат запису слова в пам'ять датчика

Часова діаграма передавання біт наведена на рис.4.5.

Дані по ШІМ / SDA повинні бути змінені при низькому рівні SCL (мінімум 300 нс після спаду SCL).

Дані вибираються як MD, так і SD на передньому фронті SCL. Рекомендований час для зміни даних знаходиться в середині періоду, коли рівень ймовірності небажаної відправки низький.



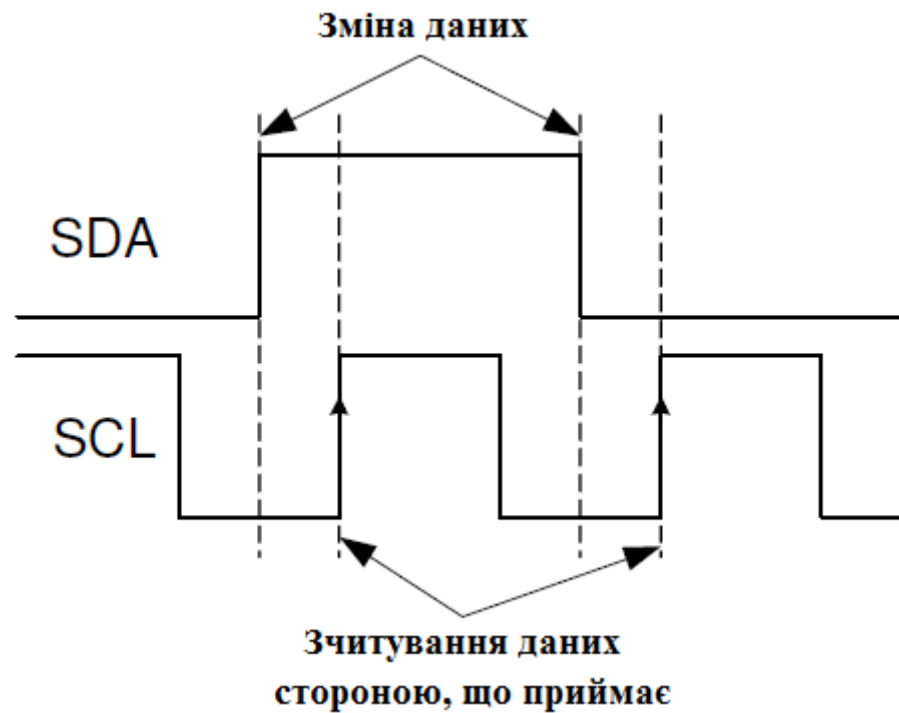


Рисунок 4.5 – Часова діаграма для шини

Як RAM так і EEPROM можна читати з розмірами 32x16. Якщо зчитується RAM, дані діляться на два через знакового біта в RAM (наприклад, TO1 - адреса RAM 0x07 буде коливатися від 0x27AD до 0x7FFF, коли температура об'єкта піднімається з  $-70,01^{\circ}\text{C}$  до  $+382,19^{\circ}\text{C}$ ). Старший біт, зчитування з RAM, є ознакою помилки (активний високий рівень) для лінеаризованих температур (TO1, TO2 і Ta). Старший біт для необроблених даних (наприклад, даних ПЧ-датчика 1) є знаковим бітом (формат знака і величини). Запис 0x0000 повинна бути зроблена до запису в EEPROM, щоб стерти вміст комірки EEPROM. У карті пам'яті EEPROM дізнайтеся адресу для заводського калібрування, який необхідно зберегти без змін.

Читаються прапори:

Дані [7] - EEBUSY - попередній доступ до запису / стирання EEPROM все ще виконується. Висока активність.

Дані [6] - не використовуються

Дані [5] - EE\_DEAD - сталася подвійна помилка EEPROM. Висока активність.

Процедура ініціалізації даних [4] - INIT - POR все ще триває. Низька активність.

Дані [3] - не реалізовані.

Дані [2 ... 0] і дані [8 ... 15] - все нулі.

Прапор читання є діагностичною функцією. MLX90614 може використовуватися незалежно від цих прапорів.

Таблиця 4.7 – Команди роботи з датчиком температури

Код команди	операції	Команда
000x xxxx*		Доступ до RAM
001x xxxx*		Доступ до EEPROM
1111 0000**		Читання прапорців
1111 1111		Перевод датчика в режим сну

Примітка \*: xxxxx представляє 5 бітів LSB адреси карти пам'яті для читання / запису.

Примітка \*\*: поводитья як команда читання. MLX90614 повертає PEC після 16-бітних даних, з яких мають значення тільки перші 4, і, якщо MD хоче цього, він може припинити зв'язок після першого байта. Різниця між прапорами читання і читання полягає в тому, що в нього немає повторюваного початкового біта.

Приклади спілкування по SMBus

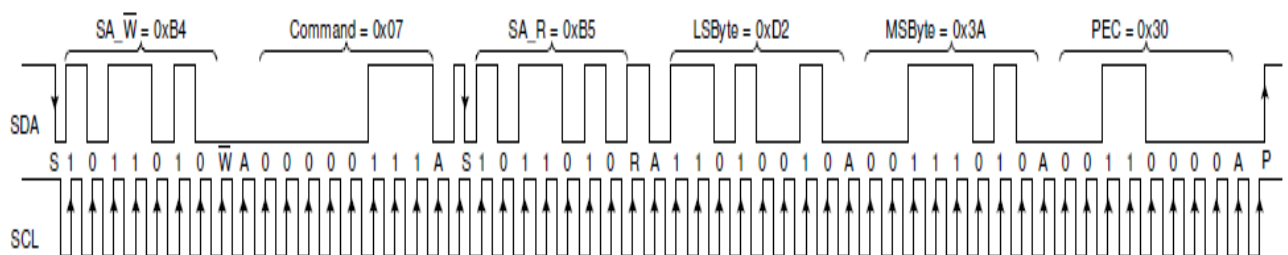


Рисунок 4.6 – Приклад читання слова (SA=0x5A, read RAM=0x07, result=0x3AD2, PEC=0x30)

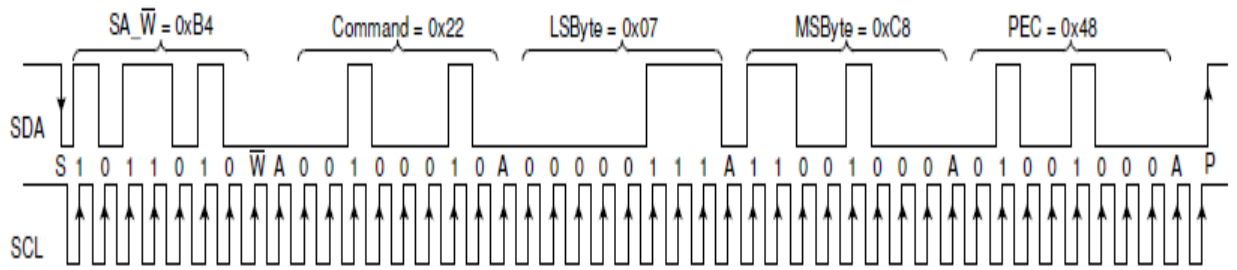


Рисунок 4.7 – Приклад запису слова (SA=0x5A, write EEPROM=0x02, data=0xC807, PEC=0x48)

Для передавання даних по 3х проводах дисплею, що має вбудований драйвер TM1621 виконується у наступному порядку.

Мікроконтроллер під час запису віддає драйверу 137 біт, тобто 17 байт і 1 біт.

Перші 3 біта – команда записи 101.

З 4-го по 9 біт (6 біт) – початкова адреса (при проходженні повного пакета це 000000).

Далі йдуть коди символів причому першим йде останній символ в останній (третій) рядку.

<i>Seg1_1</i> <i>display+15</i>	<i>Seg1_2</i> <i>display+14</i>	<i>Seg1_3</i> <i>display+13</i>	<i>Seg1_4</i> <i>display+12</i>	<i>Seg1_5</i> <i>display+11</i>	
<i>Seg2_1</i> <i>display+10</i>	<i>Seg2_2</i> <i>display+9</i>	<i>Seg2_3</i> <i>display+8</i>	<i>Seg2_4</i> <i>display+7</i>	<i>Seg2_5</i> <i>display+6</i>	
<i>Seg3_1</i> <i>display+5</i>	<i>Seg3_2</i> <i>display+4</i>	<i>Seg3_3</i> <i>display+3</i>	<i>Seg3_4</i> <i>display+2</i>	<i>Seg3_5</i> <i>display+1</i>	<i>Seg3_6</i> <i>display</i>

Рисунок 4.8 – Розподіл змінних для зберігання даних по символах дисплею



Згідно з документацією драйвер має наступні основні операції (табл. 4.9).

Таблиця 4.9 – Основні операції драйверу дисплею TM1621

Операція	Режим	Код типу операції
READ	дані	110
WRITE	дані	101
READ-MODIFY-WRITE	дані	101
COMMAND	команда	100

Для написання тексту та відлагодження роботи програми було використане середовище MPLAB IDE, оскільки воно розповсюджується безкоштовно виробником мікроконтролерів (рис. 4.11).

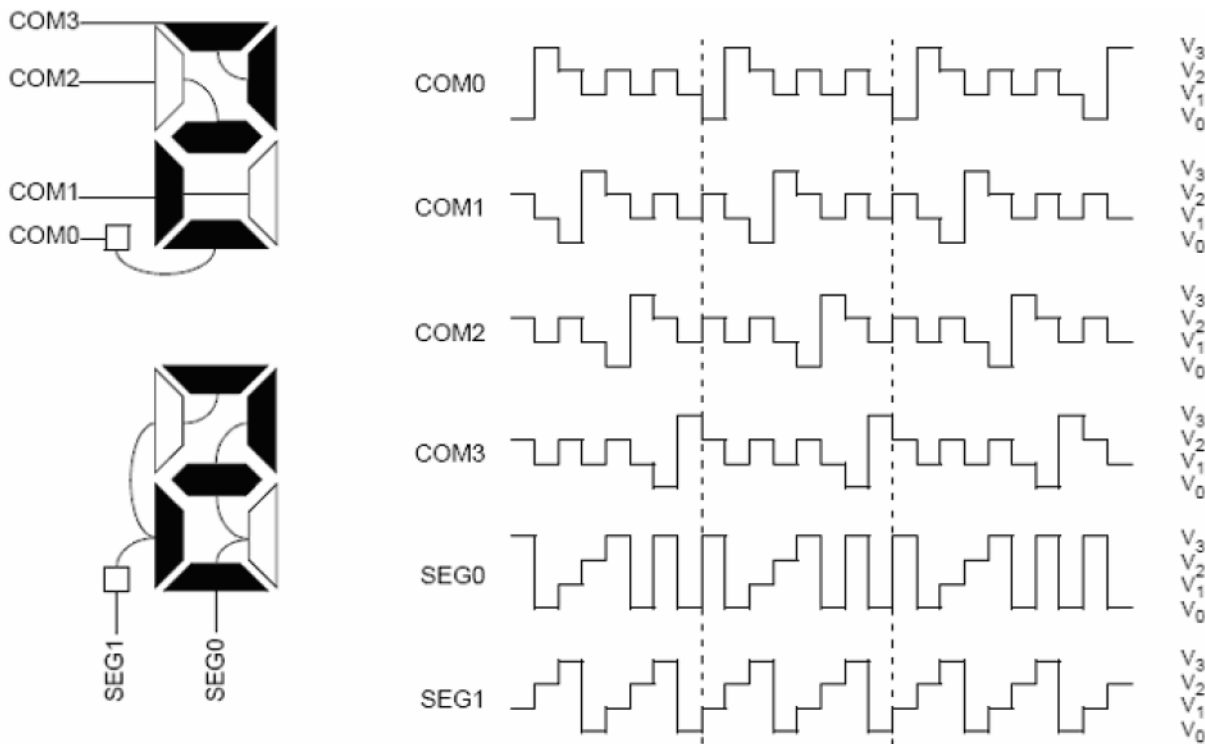


Рисунок 4.10 – Приклад реалізації символу на сімисегментному індикаторі

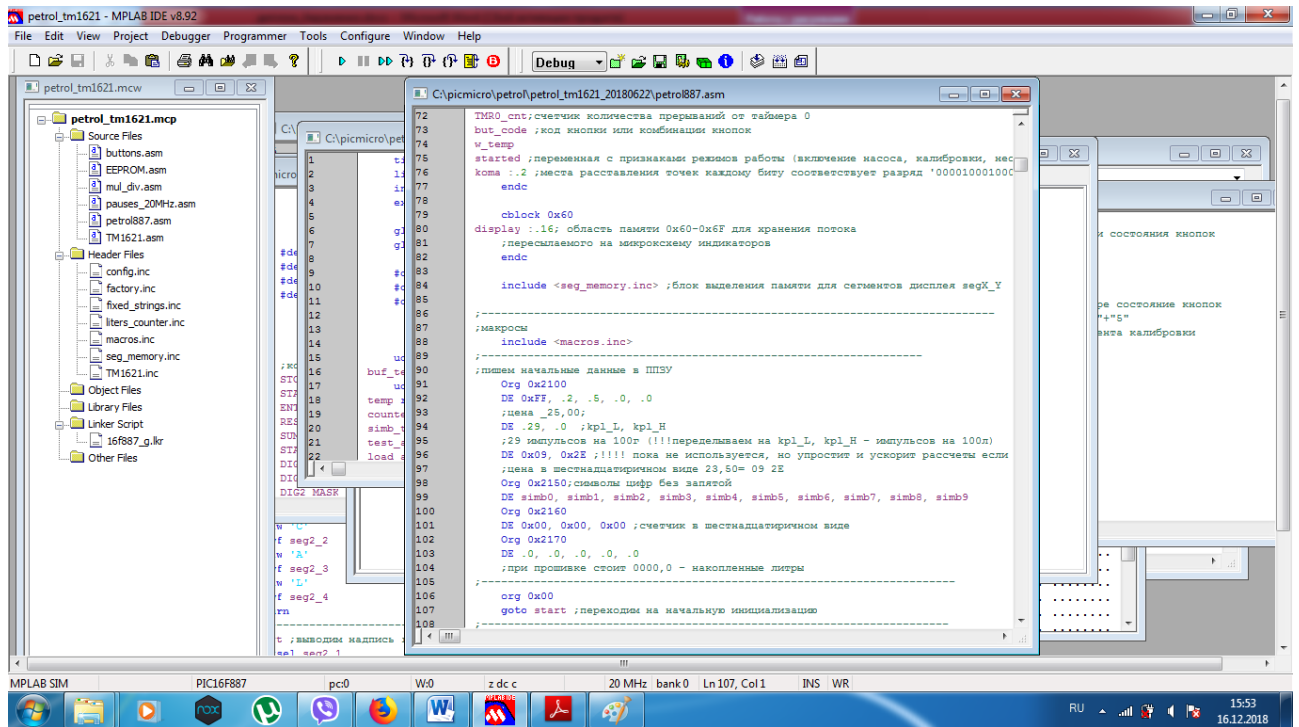


Рисунок 4.11 – Програма керуючого мікроконтролера завантажена в середу розробки MPLAB IDE

Основні процедури програми мікроконтролера розташовуються в файлі oil887.asm. В даному файлі проводиться ініціалізація мікроконтролера (налаштування портів вводу/виводу, налаштування режимів роботи вбудованої в мікроконтролер периферії), управління і виклик процедур розташованих в інших підпрограмах, підключення бібліотек, встановлення початкових параметрів роботи системи. Крім того в даному файлі реалізовані процедури зв'язку з сервером через модуль комутації.

Процедури для роботи з приєднаними до системи клавіатури винесені в файл buttons.asm. Клавіатура має скануючий тип тобто в циклі по черзі на перехресні контакти подається високе значення напруги і проводиться сканування портів для визначення виникнення високого рівня на виходах клавіатури. Натиснута кнопка визначається шляхом аналізу виникнення високого рівня на виходах в момент подачі високого рівня на відповідний ряд. Наприклад якщо кнопки «1», «2», «3» розташовані в одному ряду, то при натисканні кнопки «1» в момент коли на даний ряд буде подано високе

значення напруга на виході відповідному стовпчику кнопки «1» також з'явиться високе значення напруги .

Файл EEPROM.asm містить процедури по роботі з пам'яттю як вбудованої в мікроконтролер. Тут розташовуються процедури дозволяють вважати, записати або змінити налаштування (для внутрішньої пам'яті мікроконтролера).

Файл mul\_div.asm містить процедури проведення математичних розрахунків. А саме:

- процедури множення і ділення цілих чисел і чисел з плаваючою комою;
- розрахунок кількості літрів на підставі кількості імпульсів отриманих з датчика і каліброваного коефіцієнта;
- розрахунок вартості відпущеного палива на підставі кількості літрів і ціни за 1 літр;
- розрахунок калібрувальних коефіцієнтів на підставі введеної кількості пролитих літрів через систему і кількості імпульсів отриманих з датчика.

Файл Pauses\_20MHz.asm містить в собі процедури пауз різного розміру. Паузи використовуються для організації процесу часових затримок при поданні інформації на дисплей, установці поточного часу, подачі сигналів управління. Оскільки тактовою частотою роботи генератора мікроконтролера є 20МГц часові затримки в цьому файлі налаштовані саме на цю швидкість роботи тактового генератора.

Файл TM1621.asm містить в собі процедури з виведення інформації на дисплей системи через драйвер дисплея TM1621. Реалізовано процедури виведення значення змінних, виведення цілих рядків, виведення окремих символів в даній точці дисплея.

Початкові налаштування для роботи системи записуються в програмі в блоці обслуговуючому вміст ППЗУ (адреса 2100).

```
Org 0x2100
DE 0xFF, .2, .5, .0, .0
DE .29, .0 ;kpl_L, kpl_H
DE 0x09, 0x2E ;
```

```

Org 0x2150;символы цифр без запятой
DE simb0, simb1, simb2, simb3, simb4, simb5, simb6, simb7, simb8, simb9
Org 0x2160
DE 0x00, 0x00, 0x00 ;счетчик в шестнадцатиричном виде
Org 0x2170
DE .0, .0, .0, .0, .0

```

Первісна ініціалізація мікроконтролера і вбудованої в нього апаратури проводиться в блоці `init`. В даному блоці відключається аналоговий режим портів вводу / виводу, вимикаються компаратори, налаштовується напрямок роботи висновків портів, встановлюються режими роботи таймерів і встановлюються дозволу на роботу переривань, які використовуються в програмі.

```

init ;первоначальная инициализация
    banksel ANSEL
    clrf ANSEL
    clrf ANSELH
    clrf WDTCON
    banksel CM1CON0
    clrf CM1CON0 ;Вимкнути компаратори
    clrf CM2CON0
    banksel T1CON
    bcf T1CON,T1OSCEN
    bcf T1CON,TMR1ON
    banksel VRCON
    bcf VRCON, VREN ;Вимкнути джерело опорної напруги
    bcf VRCON, VROE ;вольтаж ИОН отключен от RA2
    movlw b'00100010'
    movwf TRISD ;RD5 - вход тумблер включения индикации и основного режима работы
    movlw b'00000100'
    movwf TRISC ;
    clrf TRISE ;
    movlw b'11000111'
    movwf OPTION_REG
    ;R отключены, внешнее прерывание по переднему фронту, внутренний инточник
    ;приращение таймера0,
    ;приращение таймера по переднему фронту, предделитель перед TMR0 1:256
    movlw b'01010000';разрешение прерываний - внешнего прерывания (пока отключены)
    movwf INTCON ;(чтобы раньше времени не пришло прерывание)
    movlw b'00010000' ;RA0 - SCL индикаторов, RA1 - SDA индикаторов
    ;RA2 - реле1, RA3 - реле2, RA4 - сканирующий вход клавиатуры
    movwf TRISA ;1 - входы 0 - выходы
    movlw b'11100001' ;RB0 - сигнал датчика, RB1-RB4 - Сканирующие выходы клавиатуры
    ;RB5-RB7 - Сканирующие входы клавиатуры
    movwf TRISB ;1 - входы 0 - выходы
    banksel PORTA
    clrf PORTA
    clrf PORTB ;инициализация защелок портов
    clrf PORTC
    clrf PORTD
    banksel koma ;расставляем начальные запяты
    movlw b'00001000'
    movwf koma
    movlw b'10000010'

```



```
movwf koma+1
return
```

Основне тіло програми починається в блоці start який керує роботою всіх інших процедур

```
start
    lcall init ;первоначальные настройки
    lcall load_digits ;загружаем в ОЗУ коды символов для быстрого доступа к цифрам
    pagesel $
    SET_BANK0
    bsf LED ;выключаем подсветку
test_tumbler
    goto test_ON ;проверяем включен или выключен тумблер
system_ON
    bcf LED ;включаем подсветку
    lcall init_LCD ;
    pagesel $
    goto test_cal ;проверяем вход в режим калибровки
show_mode
    lcall factory_res ;сброс на заводские установки
    lcall zero1_show ;выводим нули в первой группе индикаторов
    lcall zero3_show ;выводим нули в 3й группе индикаторов
    lcall to_display
    pagesel $
    goto test_buttons ;переходим на тестирование кнопок
```

Для роботи системи використовуються наступні переривання:

- переривання по зміні рівня сигналу на вході INT для відстеження моменту приходу імпульсу з датчика;
- переривання по переповненню таймера лічильника TMR0 для організації затримки виведення даних на дисплей;
- переривання від шини протоколу UART для комутації з модулем прийому-передачі з метою обміну даними з сервером і відправки проведених відпусток палива.

## 5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Розроблена магістерська робота «Розробка програмно-апаратного комплексу обліку та керування наповненням технологічних ємностей на підприємствах» призначена для контролю кількості зберіганої мала на виробництві соусів.

### 5.1 Визначення трудомісткості та тривалості

Весь комплекс моделювання можна розділити на етапи. Для кожного етапу вказуються трудомісткість, кількість виконавців і тривалість робіт. У розробці пристрою приймають участь радіотехнік протягом одного місяця і програміст протягом 0,5 місяця. Дослідження починається першого вересня і повинна бути виконана до п'ятнадцятого жовтня 2020 року. Тривалість робіт визначають за формулою 5.1:

$$T_{ц} = \frac{Q}{R} = \frac{45}{2} = 22,5 \quad (5.1)$$

де  $T_{ц}$  - тривалість циклу, днів;

$Q$  - трудомісткість, людино-днів;

$R$  - кількість виконавців, чол.

Отримана інформація зведена в табл. 5.1

Таблиця 5.1 - Завдання та обов'язки по розробці пристрою

Найменування роботи	Трудомісткість		Виконавці	Тривалість, днів
	люд.- дні	%к підсумку		
1. Отримання технічного завдання	6	13,3	Програміст	3
			Радіотехнік	3
2. Огляд літературних джерел	5	11,1	Радіотехнік	5
3. Аналіз матеріалів та технологій	5	11,1	Радіотехнік	5
4. Розробка конструкції	10	22,2	Радіотехнік	10
5. Розробка програмного забезпечення	5	11,1	Програміст	5
6. Тестування пристрою та програмного забезпечення	10	22,2	Програміст	5
			Радіотехнік	5
7. Аналіз отриманих результатів	4	8,8	Програміст	2
			Радіотехнік	2
Разом	45	100		45

За даними табл. 5.1 складається зведений стрічковий графік планування розробки моделі, який представляє собою таблицю, в першому стовпці якої розміщені в порядку збільшення термінів початку виконання всі види роботи, а навпаки - календарний період їх виконання. Даний графік наведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 - Зведений стрічковий графік планування розробки

Найменування робіт	Календарний період, дні						
	01.09-07.09.20	07.09-12.09.20	12.09-17.09.20	17.09-27.09.20	27.09-02.10.20	02.10-12.10.20	12.10-16.10.20
1. Отримання технічного завдання	■						
2. Огляд літературних джерел		■					
3. Аналіз матеріалів та технологій			■				
4. Розробка конструкції				■			
5. Розробка програмного забезпечення					■		
6. Тестування пристрою та програмного забезпечення						■	
7. Аналіз отриманих результатів							■



- програміст



- радіотехнік

## 5.2 Визначення витрат на розробку пристрою

Для визначення витрат на розробку пристрою складається калькуляція вартісної вартості робіт, яка включає наступні статті:

- основна заробітна плата;
- додаткова заробітна плата;
- єдиний соціальний внесок (ЄСВ);
- витрати на спеціальне обладнання;
- матеріали і комплектуючі вироби;
- накладні витрати;
- податки.

### 5.2.1 Розрахунок основної заробітної плати

Витрати за цією статтею складаються з планового фонду зарплати всіх категорій працівників, зайнятих в розробці пристрою. Розрахунок зарплати ведеться на підставі даних про трудомісткості, представлених в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 - Розрахунок основної заробітної плати

Посада виконавця	Чисельність, чол.	Місячний оклад, грн.	Кількість місяців роботи	Сума ЗП, грн.
Радіотехнік	1	6000	1	6000
Програміст	1	8000	0,5	4000
Разом	2			10000

### 5.2.2 Розрахунок додаткової заробітної плати

Додаткову заробітну плату приймають рівною 10% від основної заробітної плати працівників і розраховують за формулою 5.2:

$$ЗП_{дон} = ЗП_{осн} \cdot 0,1 \quad (5.2)$$

Підставивши величину основної заробітної плати в формулу 5.2, отримуємо:

### 5.2.3 Відрахування на єдиний соціальний внесок

Вони становлять 22% і беруться від основної та додаткової заробітної плати.

$$ОТ = (ЗП_{осн} + ЗП_{дон}) \cdot 0,22 \quad (5.3)$$

### 5.2.4 Визначення затрат 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.

Таблиця 5.4 - Витрати на матеріали

Матеріали	Одиниця виміру	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Загальна вартість, грн.
Arduino Nano	шт.	1	95	95
Ethernet модуль ENC28J60	шт.	1	95	95
Модуль NRF24L01	шт.	1	30	30
Адаптер для NRF24L01	шт.	1	23	23
UART TTL - RS-485	шт.	1	35	35
Модуль RS232	шт.	1	130	130
Інтегральна схема MAX232	шт.	1	45	45
Модуль HX711	шт.	4	29	116
Стабілізатор AMS1117	шт.	1	7	7
Плата двошарова	шт.	1	20	20
Блок живлення	шт.	1	57	57
Разом				653
Транспортно-підготовчі роботи 5%				32,6
Разом матеріальних затрат				685,6

Витрати на комплектуючі розраховують за формулою 5.4:

$$M = \sum_{i=1}^n (C_i \cdot N_i \cdot (1 + K_{m.z.}) - C_{io} \cdot N_{io}), \quad (5.4)$$

де  $M$  - витрати на закупні напівфабрикати і комплектуючі вироби, грн.;  
 $K_{m.z.}$  - коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати;  
 $C_i$  - ціна і-го найменування напівфабрикату і комплектуючого, грн.;  
 $N_i$  - потреба в і-му напівфабрикаті і комплектуючому;  
 $C_{io}$  - вартість зворотних відходів і-го найменування комплектуючого,  
 грн.;  
 $N_{io}$  - кількість зворотних відходів і-го найменування;  
 $n$  - кількість найменувань напівфабрикатів і комплектуючих.

$$C_{io} = 0; N_{io} = 0; K_{m.z.} = 0,05;$$

$$M = (1 + 0,05) \cdot (653) = 685,6 \text{ грн.}$$

Разом, витрати на матеріали становлять 685,6 грн.

### 5.2.5 Витрати на спеціальне обладнання

У цю статтю входять витрати на придбання, транспортування, монтаж і налагодження нестандартного обладнання.

Практично, в даному випадку, в цій статті враховуються витрати на оплату машинного часу ЕОМ для розробки програмної частини. Для чого необхідно скласти кошторис «витрат на утримання і експлуатацію устаткування» виходячи з якої визначиться вартість одного машино-години роботи ПК, після множення якої на машинний час пішло на розробку програмної частини отримаємо витрати на оплату машинного часу. У табл. 5.5 наведене обладнання яке використовується при роботі.



Таблиця 5.5 – Спеціальне обладнання

Матеріали	Одиниця виміру	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Загальна вартість, грн.
Ноутбук Lenovo IdeaPad 330-15IKB	шт.	1	11000	11000
Artline Business B27	шт.	1	7800	7800
Стіл комп'ютерний	шт.	1	950	950
Крісло комп'ютерне	шт.	1	1100	1100
Разом				20850
Транспортно-підготовчі роботи 5%				1043
Разом				21893

Амортизаційні відрахування визначають за формулою 5.5:

$$A = \Phi_6 \cdot \frac{H_a}{100}, \quad (5.5)$$

де  $\Phi_6$  - балансова вартість обчислювальної техніки, грн. ;

$H_a$  - норма амортизаційних відрахувань на повне відновлення обчислювальної техніки, для ПК 25%.

Балансова вартість обчислювальної техніки становить 21893 грн.

Отримуємо:

$$A = 21893 \cdot 0,25 = 5473,25 \text{ грн.}$$

Статтю «Експлуатація обладнання» розраховують підсумовуванням витрат на електроенергію і допоміжні комплектуючі.

$$C_e = N_n \cdot \Phi_{ef} \cdot K_{зв} \cdot K_{зм} \cdot C_e, \quad (5.6)$$

де  $N_n$  - номінальна потужність ЕОМ, кВт;

$\Phi_{ef}$  - річний ефективний фонд часу роботи ЕОМ, машино-год;

$K_{зв}$  - середній коефіцієнт завантаження за часом;

$K_{зм}$  - коефіцієнт завантаження по потужності;

$C_e$  - ціна одного кВт-год електроенергії, грн./(кВт-ч).

Номінальна потужність ЕОМ - 0,5 кВт. Річний ефективний фонд часу роботи ЕОМ становить 1800 годин. Середні коефіцієнти завантаження за часом і за потужністю рівні відповідно 0,9 і 0,6. Ціна однієї кіловат-години електроенергії становить 2,68 грн.

Отримуємо:

$$C_e = 0,5 \cdot 1800 \cdot 0,9 \cdot 0,6 \cdot 2,68 = 1302,5 \text{ грн.}$$

Зарплата обслуговуючого персоналу розраховується за формулою 5.7:

$$ЗП_{обсл} = ФЗП_r \cdot (1 + K_{отч}) \cdot \frac{t_{обсл}}{\Phi_{ef.обсл}} \quad (5.7)$$

де  $ФЗП_r$  - річний фонд заробітної плати (основної і додаткової) обслуговуючих робітників, грн.;

$K_{отч}$  - коефіцієнт, що враховує відрахування на соціальне страхування і в інші фонди;

$t_{обсл}$  - час протягом року, необхідне на технічне обслуговування ЕОМ, ч/рік;

$\Phi_{ef.обсл}$  - річний ефективний фонд часу обслуговуючого персоналу, ч/рік.

Приймаємо умовно, що місячна заробітна плата обслуговуючого персоналу становить 10000 грн., а річний фонд заробітної плати відповідно

дорівнює 120000 грн. Річний ефективний фонд робочого часу обслуговуючого ПК працівника дорівнює 1750 год / рік.

$$ЗП_{обсл} = 120000 \cdot (1+0,22) \cdot 12/1750 = 1003,85 \text{ грн.}$$

Стаття «Поточний ремонт обладнання» приймається рівною 3% від балансової вартості обладнання і складає 600 грн.

Стаття «Інші витрати» приймається рівною п'яти відсоткам від суми всіх попередніх статей витрат на утримання і експлуатацію обладнання. Сума всіх попередніх статей дорівнює 7870 грн., 5% від суми складають 393,5 грн.

Розраховані статті витрат на утримання і експлуатацію устаткування внесені в табл. 5.6.

Таблиця 5.6 - Кошторис витрат на утримання і експлуатацію устаткування

Найменування статей витрат	Сума, грн.
Амортизація обладнання	5473,25
Експлуатація обладнання (крім витрат на поточний ремонт)	1302,5
Заробітна плата основна і додаткова обслуговуючих робітників з ЄСВ	1003,85
Поточний ремонт обладнання	600
Інші витрати	393,5
Разом	8773

Витрати на оплату машинного часу ЕОМ для розробки програмної частини і налагодження програмних засобів визначаються за формулою 5.8:

$$C_{мо} = P_{екс} \cdot t_{мо}, \quad (5.8)$$

де  $C_{мо}$  - витрати на оплату машинного часу, грн.;

$P_{екс}$  - експлуатаційні витрати на одну годину машинного часу цієї цифрової ЕОМ, грн. / машино-год.;

$t_{мо}$  - машинний час цифрової ЕОМ для написання і налагодження даного програмного продукту, машино-год.

Експлуатаційні витрати на одну годину машинного часу використовуваної ЕОМ розраховують діленням суми витрат за кошторисом «Витрати на утримання та експлуатацію обладнання (ЕОМ)» (табл. 5.4) на річний ефективний фонд часу роботи ЕОМ. Річний ефективний фонд часу роботи ЕОМ дорівнює 1800 годин. В результаті експлуатаційні витрати на одну годину машинного часу рівні:

$$P_{екс} = 8773/1800 = 4,87 \text{ грн./машино-год}$$

ЕОМ експлуатується 45 днів в одну зміну, що становить в сумі 360 годин. Таким чином, витрати на оплату машинного часу складуть:

$$C_{мо} = 4,87 \cdot 360 = 1754,6 \text{ грн.}$$

### 5.2.6 Інші прямі витрати

В інші прямі витрати включаються витрати на яке використовується при розробці системи комерційне програмне забезпечення:

- дольове ПЗ, що використовується постійно при роботі ПК (Windows 10) - 5000 грн. без НДС;

- цільове ПЗ, що купується для даного конкретного завдання (Компас-Електрик) - 5000 грн. без НДС.

$$S_{доль.ПЗ} = \frac{Ц_{ПЗWindows} \cdot T_{КТС}}{\Phi_{эф.КТС} \cdot T_{с.ПЗ}} \quad (5.9)$$

$$S_{\text{цїл.ПЗ}} = Ц_{\text{ПЗ А}}$$

де  $S_{\text{дол.ПЗ}}$  - витрати на дольове ПЗ при розробці програмної частини розробляється в розрахунку ПЗ, грн .;

$S_{\text{цїл.ПЗ}}$  - витрати на цїльове ПЗ, що купується виключно для розробки програмної частини в розрахунку ПЗ, грн .;

$Ц_{\text{ПЗ Windows}}$  - ціна ПЗ Windows (без ПДВ), грн;

$Ц_{\text{ПЗ А}}$  - ціна ПЗ Компас-Електрик (без ПДВ), грн;

$T_{\text{КТС}}$  - машинний час КТС, необхідне користувачеві для розробки програмної частини, машино-год / рік;

$\Phi_{\text{еф.кмс}}$  - річний ефективний фонд часу роботи КТС, машино-год / рік;

$T_{\text{с.ПЗ}}$  - термін служби дольової ПЗ, років.

$$S_{\text{цїл.ПЗ}} = 10000 \text{ грн.}$$

$$S_{\Sigma} = 400 + 10000 = 10400 \text{ грн.}$$

### 5.2.7 Розрахунок загальновиробничих витрат

До загальновиробничих витрат відносяться витрати на загальне управління і загальногосподарські потреби (заробітна плата апарату управління, канцелярські витрати і т.д.), утримання та експлуатацію будівель. Загальновиробничі витрати включаються до вартості розробки пристрою непрямым шляхом - у відсотках до основної заробітної плати розробників. В даному випадку накладні витрати становлять 40% до основної заробітної плати розробників, що складає (10000 грн. x 0,4 = 4000 грн).

Результати визначення витрат на розробку пристрою у вигляді калькуляції кошторисної вартості робіт наведені в табл. 5.7.

Таблиця 5.7 - Калькуляція кошторисної вартості робіт з розробки пристрою

№	Найменування статей витрат	Сума, грн.	Питома вага до підсумку, %
1	Основна заробітна плата	10000	19,84
2	Додаткова заробітна плата	1000	1,98
3	ЄСВ	2420	4,8
4	Матеріали	685,6	1,36
5	Витрати на спец. обладнання	21893	43,44
6	Інші прямі витрати	10400	20,64
7	Накладні витрати	4000	7,94
8	Разом ( $S_{np}$ )	50398,6	100

### 5.3 Розрахунок техніко-економічної ефективності моделі

Для теоретичних досліджень у більшості випадків важко чи навіть неможливо розрахувати економічний ефект, тому доцільно визначити їхню техніко-економічну ефективність з урахуванням наступних показників:

- важливості дослідження для народного господарства;
- складності розробки;
- результативності й можливості використання.

Важливість теоретичного дослідження оцінюємо як пошук принципово нових конструктивних і технологічних рішень і ін.

Результативність НДР визначається по повноті рішень поставленого завдання: отриманий результат відповідає планованому, задовільний (часткове рішення) чи негативний.

Аналіз залежності між цими показниками й витратами на їхнє досягнення дає можливість кількісної оцінки техніко-економічної ефективності теоретичних НДР і визначається за формулою (5.10):

$$K_{\text{НДР}} = \frac{J^n \cdot R \cdot T}{B_{\text{НДР}} \cdot t_{\text{НДР}}}, \quad (5.10)$$

де  $K_{НДР}$  - рівень ефективності дослідження (коефіцієнт техніко-економічної ефективності НДР):

$J^n$  - важливість роботи;

$R$  - результативність роботи;

$T$  - технічна складність виконання НДР;

$B_{НДР}$  - витрати на проведення НДР, років:

$n$  - показник використання результатів НДР:

$n = 0$  - результати НДР не використовуються;

$n = 1$  - результати НДР використовуються частково;

$n = 2$  - результати НДР використовуються в дослідно-конструкторських роботах (ДКР);

$n = 3$  - результати НДР можуть бути використані без проведення ДКР.

Для НДР, у яких  $B_{НДР} > 30$  тис. грн. і  $t_{НДР} \leq 2$  років, можна застосовувати такі значення оцінних факторів наведених в табл. 5.8

Таблиця 5.8 – Значення оцінних факторів

Оцінні фактори	J	R	T	C	$t_\phi$	n
Припустимі значення	2...5	1...4	1...3	-	-	1...8
Прийняті значення	4	3	2	-	-	3

Згідно значень з таблиці оцінних факторів, отримуємо такий вираз:

Таким чином, так як коефіцієнт техніко-економічної ефективності НДР  $K_{НДР} \geq 1$ , в нашому випадку рівний  $K_{НДР} = 1,12$ , то дослідницька робота вважається ефективною.

## 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 6.1 Аналіз потенційних небезпек

Тема дипломного проекту «Розробка програмно-апаратного комплексу обліку та керування наповненням технологічних ємностей 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.

### 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 м<sup>2</sup>;
- обсяг - не менше ніж 20,0 м<sup>3</sup>.

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 и 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, кондиціонування 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 кондиціонування приміщень здійснюється зі змінними витратами зовнішнього повітря і ре-циркуляційного.

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).

Необхідно розрахувати систему загального рівномірного освітлення з люмінесцентними лампами для приміщення.

Розміри приміщення: довжина  $a = 9\text{м}$ , ширина  $b = 6\text{м}$ , висота  $H = 3,2\text{м}$ . Приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття  $\rho_{\text{стелі}} = 70\%$ ,  $\rho_{\text{стін}} = 50\%$ . Висота робочих поверхонь (столів)  $h_p = 0,8\text{м}$ ,  $E_n = 200\text{лк}$ . Як освітлювальні прилади приймаємо світильники типу ЛПО01 (з двома лампами), які доцільно використовувати в нашому випадку. Оскільки світильники кріпляться до стелі, то їх висота над підлогою практично дорівнює висоті приміщення  $h_o = 3,2\text{ м}$ , що не суперечить вимогам ДБН В.2.5-28-2006, відповідно до яких  $h_o = 2,6 \dots 4\text{м}$ , коли в світильнику менше 4 ламп.

Визначимо висоту світильника над робочою поверхнею:

$$h = h_o - h_p, \quad (6.1)$$

де  $h_o$  – висота підвісу світильника, м;

$h$  – висота робочої поверхні, м

$$h = 3,2 - 0,8 = 2,4\text{м}.$$

Показник приміщення  $i$  становить:

$$i = \frac{ab}{h(a+b)}, \quad (6.2)$$

де  $a$  та  $b$  – довжина і ширина приміщення, м;

$h$  – висота світильника над робочою поверхнею, м.

$$i = \frac{9 \cdot 6}{2,4(9 + 6)} = 1,5$$

При  $i = 1,5$ ,  $\rho_{стелі} = 70\%$ ,  $\rho_{стін} = 50\%$  для світильника ЛПО01 коефіцієнт використання дорівнює  $\eta = 0,55$ .

Визначимо необхідну кількість світильників, для забезпечення необхідної нормованої освітленості робочих поверхонь, якщо відомо, що в кожному світильнику встановлено по дві лампи ЛБ-40, а світловий потік однієї такої лампи складає  $\Phi_{л} = 3200$ лм:

$$N = \frac{ESK_3Z}{2\Phi_{л}\eta}, \quad (6.3)$$

де  $E$  – нормована освітленість (приймається на підставі норм ДБН В.2.5-28-2006), лк;

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

$K_3$  – коефіцієнт запасу, який враховує зниження світленості в результаті забруднення і старіння ламп;

$Z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення ( $Z = 1,1$  для люмінісцентних ламп);

$N$  – кількість ламп у світильнику;

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку.

$$N = \frac{200 \cdot 54 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{2 \cdot 3200 \cdot 0,55} = 5,06.$$

Приймаємо 6 світильників, які для забезпечення рівномірності освітлення маємо в два ряди по 3 штуки в кожному. Оскільки довжина світильника майже така ж, як довжина люмінесцентної лампи, встановленої в ньому, то загальна довжина всіх світильників в ряду становитиме  $\sum L_{CB} = 1,2 \cdot 3 = 3,6$  м. Це значення менше довжини приміщення, тому між світильниками будуть розриви.

Визначимо сумарну електричну потужність всіх світильників, встановлених в приміщенні:

$$\sum P_{CB} = P_l \cdot N \cdot n, \quad (6.4)$$

де  $P_l$  – потужність одної лампи, Вт;

$N$  – кількість світильників у приміщенні, шт.;

$n$  – кількість ламп у одному світильнику.

$$\sum P_{CB} = 40 \cdot 6 \cdot 2 = 480 \text{ Вт.}$$

## 6.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

### 6.4.1 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 (z0567-97) і зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 28.11.97 за №567 / 2371, і СНиП 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 м<sup>2</sup> 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 безпекою (точніше, вибухопожежною) 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 (СНиП 31-03-2001) і залежить від категорії з вибухопожежною та пожежною 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).

Практично на всі вогнегасники маркування наноситься у вигляді етикетки, в якій вказана вся необхідна споживачеві інформація. На прикладах інформації, нанесеної на етикетки порошкового і вуглекислотного

вогнегасників, можна розглянути загальні правила, яким повинні керуватися виробники при маркуванні вогнегасників.

#### Маркування порошкових вогнегасників

Порошкові вогнегасники одні з найдешевших в сегменті ринку вогнегасників. Тому їх популярність досить висока. Більше половини всього ринку вогнегасників Представлені саме порошковим вогнегасниками. На етикетці порошкового вогнегасника повинні знаходитися такі відомості:

- назва фірми, яка справив даний вогнегасник, її юридична адреса, телефон, адреса електронної пошти;
- назва вогнегасника, в даному випадку буде написано: Вогнегасник порошковий, його марка (ОП-5 с). Цифра «5» означає номінальну масу вогнегасника. Маленька буква «с» говорить споживачеві про те, що тиск усередині балона було закачано;
- піктограми з латинськими літерами АВСЕ показують покупцеві, для яких класів пожежі цей вогнегасник можна застосовувати;
- номер сертифіката відповідності;
- дата виготовлення вогнегасника;
- можуть бути присутніми піктограми показують споживачеві як правильно користуватися даним видом вогнегасника.

#### Маркування вуглекислотних вогнегасників

Маркування цього виду вогнегасників аналогічна маркуванню порошкових вогнегасників. На етикетці вказується марка, наприклад ОУ-3 (вогнегасник вуглекислотний з номінальною масою вуглекислого газу три кілограми), клас пожежі, сертифікат відповідності, дата виготовлення, дані виробника.

Додатково виробник на етикетку може додати інформацію про вмісту балона. Піктограм на етикетці вогнегасника виробник показує, як правильно ним користуватися. Тут слід мати на увазі, що найчастіше вуглекислотними вогнегасниками можна користуватися тільки в рукавичках. Це необхідно через різке охолодження корпусу виробу під час використання.

#### 6.4.2 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуація

Згідно з нормами Технічного регламенту засобів індивідуального захисту, затв. постановою КМУ від 27.08.2008 № 761, засоби індивідуального захисту (далі - ЗІЗ) - це спорядження, призначене для носіння користувачем та (або) забезпечення його захисту від одного або декількох видів небезпеки для життя або здоров'я.

Засоби індивідуального захисту на виробництві за призначенням класифікують на такі види:

- спеціальні ізолюючі костюми;
- спорядження для захисту органів дихання;
- спецодяг;
- спецвзуття;
- засоби захисту голови, рук, обличчя, органів слуху, очей;
- захисні дерматологічні засоби;
- комплексні засоби захисту.

Індивідуальні засоби захисту органів дихання Даний вид ЗІЗ класифікують за принципом дії і поділяють на фільтрувальні (Ф) і ізолюючі (І). Якщо перші подають в зону дихання очищене повітря з робочої зони, то другі забезпечують подачу повітря із спеціальних резервуарів або чистого середовища, яка знаходиться поза робочою зоною. За призначенням індивідуальні засоби захисту органів дихання поділяють на: протиаерозольні (пилозахисні); протигазові (газозахисні); універсальні (пилегазозащитніе). Ізолюючі ЗІЗ органів дихання в свою чергу діляться на шлангові і автономні. Автономні ЗІЗ органів дихання мають власне джерело дихальної суміші, який знаходиться в корпусі. Ці джерела бувають двох типів - резервуарні і генеративні.

Індивідуальні засоби захисту людини. Спецодяг та спецвзуття Спецодяг - це різноманітні костюми, куртки, комбінезони, халати, плащі, фартухи тощо. Спецодяг ділиться на спеціальні групи: М, З, Т, Р, Е, П, Я, В,

К, Щ, В, Н, Б, що відповідають тій середовищі, для якої спецодяг призначений. Основні вимоги до ізолюючих костюмів, призначених для захисту від небезпечних і шкідливих факторів хімічно агресивних середовищ і т.д. : повинен бути герметичним і виключати попадання води, поверхнево-активних речовин, газів, парів, рідин; не повинен втрачати захисних властивостей при низькій або високій температурі; повинен забезпечувати захисні властивості при наявності в навколишньому середовищі одночасно декількох шкідливих факторів.

Спецвзуття також класифікується відповідно до критеріїв їх подальшої експлуатації. До спецвзуття належать різноманітні чоботи, діелектричні боти, черевики, напівчеревики, валянки, бахіли, калоші тощо. Окремі види спецвзуття мають спеціальну посилену підошву від запобігання поранень ступні від гострих предметів на будівельному майданчику. Також існує взуття для захисту від вібрації тощо.

Засоби індивідуального захисту рук ЗІЗ для захисту рук від забруднень або для недопущення удару електрострумом, недопущення опіків від агресивних середовищ, від обморожень і т.п., налічує величезну кількість рукавичок і рукавиць, яких сьогодні маса на ринку. Виготовляють їх з бавовни, льону, шкіри, шкірозамінника, гуми, азбесту, полімерів.

Дерматологічні засоби індивідуального захисту Порівняно новим видом індивідуальних захисних засобів для рук є дерматологічні засоби, багато з яких використовуються і для захисту особи. Вони не тільки захищають шкіру під час роботи, але і ефективно очищають її від стійких забруднень. Виділяють 3 групи дерматологічних ЗІЗ: захисні, очищувальні, що регенерують. Такі ЗІЗ можуть бути у вигляді кремів, гелів, спреїв. Для захисту працівників, що контактують з олійними (водонерозчинними) робочими матеріалами (нафтопродуктами, маслами, фарбами, клеями, смолами, сажею, кіптявою і т.д.), застосовуються захисні креми гідрофільної дії. Для захисту працівників, що мають справу з розчинами солей, кислот, лугів, мастильно-охолоджуючими рідинами, миючими та дезінфікуючими

засобами, вапном, цементом застосовують креми гідрофобної дії. Існують креми універсальні, що захищають від всіх перерахованих вище факторів.

Засоби індивідуального захисту голови Застосування цих ЗІЗ направлено на зниження травматизму співробітників на виробництві. Згідно з нормами і правилами безпеки, вони повинні використовуватися всюди, де є ймовірність падіння на голову будь-яких предметів. Класифікація ЗІЗ цієї категорії передбачає: захисні каски, каскетці, шапки, шоломи, ковпаки і так далі. Найбільш поширеними в цій категорії ЗІЗ є каски, які можуть бути загального призначення (газовики, будівельники і т.д.), спеціального (шахтарі, лісоруби). Основним матеріалом для їх виготовлення є пластмаса різного ступеня міцності з додаванням інших речовин (визначається конкретними умовами експлуатації).

Засоби індивідуального захисту очей Засоби індивідуального захисту працівників також повинні забезпечувати і захист очей. У більшості випадків з цією метою використовують захисні окуляри, а для деяких видів робіт - захисні маски

Індивідуальні засоби захисту органів слуху До ЗІЗ органів слуху відносяться: навушники, протишумні шоломи, протишумові вкладиші.

Відповідно до Положення про забезпечення працівників ЗІЗ № 53 на підприємстві повинен бути документ, який встановлює нормативи видачі засобів індивідуального захисту (положення, наказ і графіки видачі).

До цього документа завжди додаються правила з використання працівником ЗІЗ, порядок зберігання, а також відповідальність за псування або втрату виданого майна. Кожен співробітник, якого беруть на роботу, повинен бути ознайомлений з даними правилами, підписати їх в установленому порядку і неухильно дотримуватися. При отриманні нових комплектів засобів індивідуального захисту працівник ставить підпис в журналі обліку. На кожного працівника заводиться спеціальна облікова картка, в якій вказуються зростання співробітника, його розміри тіла, голови,

ноги, а також набір засобів індивідуального захисту відповідно до обсягів робіт, які він виконує.

## ВИСНОВКИ

У магістерській роботі виконано розробку системи автоматизації обліку відпуску палива на підприємствах.

Методологія отримання рівня заповнення баків з маслом та апаратна її реалізація, що запропоновані в роботі дозволять спростити встановлення систем контролю на підприємствах, що застосовують олійні матеріали у якості основної виробничої речовини оскільки розробка дозволяє швидке встановлення на ємність та віддалений контроль параметрів з врахуванням зовнішніх впливаючих факторів.

Переваги розробленої системи полягають у:

- відсутності необхідності переробки конструкції установки ємностей;
- відсутності необхідності зливу вмісту ємностей при калібрування системи;
- швидкому монтажі системи;
- віддаленому контролю поточного стану і можливості віддаленого вводу параметрів контролю.

Особливості застосування розробленої системи:

Використання ультразвукових вимірювачів має ряд особливостей. Наприклад, для усунення помилок вимірювань необхідно дотримуватися алгоритму:

- проводити і калібрування приладу при зміні складу газового середовища для встановлення фактичної швидкості звуку;
- проводити калібрування при кожній істотній зміні температури, записуючи значення швидкості;
- в подальшій роботі приладу при перепадах температури калібрування не проводити, а користуватися раніше записаними показниками швидкості розповсюдження ультразвуку.



Методологія отримання рівня заповнення баків з маслом та апаратна її реалізація, що запропоновані в роботі дозволять спростити встановлення систем контролю на підприємствах, що застосовують олійні матеріали у якості основної виробничої речовини оскільки розробка дозволяє швидке встановлення на ємність та віддалений контроль параметрів з врахуванням зовнішніх впливаючих факторів.

Переваги розробленої системи полягають у:

- відсутності необхідності переробки конструкції установки ємностей;
- відсутності необхідності зливу вмісту ємностей при калібрування системи;
- швидкому монтажі системи;
- віддаленому контролю поточного стану і можливості віддаленого вводу параметрів контролю.

Особливості застосування розробленої системи:

Використання ультразвукових вимірювачів має ряд особливостей. Наприклад, для усунення помилок вимірювань необхідно дотримуватися алгоритму:

- проводити і калібрування приладу при зміні складу газового середовища для встановлення фактичної швидкості звуку;
- проводити калібрування при кожній істотній зміні температури, записуючи значення швидкості;
- в подальшій роботі приладу при перепадах температури калібрування не проводити, а користуватися раніше записаними показниками швидкості розповсюдження ультразвуку.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Й.Крауткремер, Г.Крауткремер. Справочник. Ультразвуковой контроль материалов.-Москва.: Металлургия, 1991.
2. Голямина И.П. Ультразвук.-Москва.: из-во «Советская энциклопедия», 1979
3. General Electric Sensing. Ultrasonic transducers technical notes.-Panametrics, ltd
4. Под редакцией И.С.Григорьева, Е.З.Мейлихова. Справочник. Физические величины.-Москва.:1991.
5. Б.А.Агранат, В.И.Башкиров, Ю.И.Китайгородский, Н.Н.Хавский. Ультразвуковая технология.-Москва.:Металлургия, 1974.
6. Балдев Радж, В.Раджендран, П.Паланичами. Применения ультразвука.-Москва.:Техносфера, 2006.