

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інститут інформатики та радіоелектроніки
Факультет радіоелектроніки та телекомунікацій
(повне найменування інституту, факультету)

Інформаційні механізми електронних засобів
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему Система програмної компенсації відносно
методичного давання для планарних елементів з
різними видами комутації вимірювального сигналу.

Виконав: студент(ка) VI курсу, групи PT-518M
Морозов Дмитро Сергійович

Спеціальності 172, Механіка та радіотехніка
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Інженерський механізм
механізм радіоелектронної механіки
(прізвище та ініціали)

Керівник Мамий О. Ю.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Воскобойник В. О.
(прізвище та ініціали)

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

Інститут, факультет ІІРЕ, ФРЕТ
 Кафедра ІТЕЗ
 Ступінь вищої освіти магістр
 Спеціальність 172. Інтелектуальні комп'ютерні мікросистемні радіосервісуючі
 (код і найменування) техніки
 Освітня програма (спеціалізація) 172. Телекомунікації та радіотехніка
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Т.М. Мило« 16 » грудня 2019 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Портжери Дмитра Сергійовича
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) система програмної компенсації відновлення окремих
механізмів динамічного гачика для телекомунікаційних систем з різними ви-
дами компенсації вимірюваного сигналу.
 керівник проекту (роботи) Михайло О. Ю.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 08 » листопада 2019 року № 368

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 16 грудня 2019 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

- статистична інформація;
- науково-періодична література;
- креслення

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Склад області розробки та постановка задачі
2. Розробка схеми пристрою
3. Розробка програмного забезпечення
4. Методичне забезпечення програмної компенсації динамічних механізмів
5. Економічне обґрунтування
6. Оцінка часу та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

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

Слайди презентації (16), Плата ваг (деталь), плата ваг (смагальне
креслення), схема електрична - функціональна.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	приймав виконане завдання
1	Мамий О. Ю., к.т.н		
2	Мамий О. Ю., к.т.н.		
3	Мамий О. Ю. к.т.н		
4	Мамий О. Ю., к.т.н		
5	Львівський В. доц. каф. ЕТНБД		
6	Янінцев Ю. В., к.т.н, доц. каф. ОПі НС		
Муромовська	Госкоєва Л. Г., к.т.н, доц. каф. ЕТНБД		

7. Дата видачі завдання « 3 » вересня 20 19 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Узгодження теми	11. 10	
2	Вибір літературних джерел	13. 10	
3	Збір матеріалу на дипломну роботу	16. 10	
4	Формування та аналіз зібраного матеріалу	20. 10	
5	Виконання з першого до четвертого розділу	20. 11	
6	Виконання з п'ятого та шостого розділу	24. 11	
7	Формування висновків та рекомендацій	28. 11	
8	Оформлення дипломної роботи	04. 12	
9	Перевірка роботи керівником	16. 12	

Студент(ка)

(підпис)

Плюжеский Д. С.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Мамий О. Ю.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту: 96 сторінок, 42 рисунків, 8 таблиць, 14 джерел, 2 додатків.

Об'єкт досліджень: Система програмної компенсації відмови окремого тензOMETричного датчика для платформених ваг з різними видами комутації вимірювального сигналу.

У першому розділі розглядаються огляд області розробки та постановка завдань дипломного проекту, використання системи програмної компенсації відмови окремого тензOMETричного датчика для платформених ваг з різними видами комутації вимірювального сигналу, описуються параметри системи, що розробляється та розгляд аналогів.

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

У третьому розділі розробляється алгоритм та текст програми керуючого мікроконтролера апаратної частини системи.

Четвертий розділ включає в себе методичне забезпечення програмної компенсації поламаних тензодатчиків

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

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

СИСТЕМА ПРОГРАМНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ, СТРУКТУРНА СХЕМА,
АЛГОРИТМ, ПРОГРАМА, СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА-ПРИНЦИПОВА,
КОНСТРУКЦІЯ

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ЗМІСТ	5
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	7
ВСТУП	8
1 ОГЛЯД ОБЛАСТІ РОЗРОБКИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	10
1.1 Необхідність використання програмної компенсації датчиків, що вийшли з ладу.....	10
1.2 Принцип роботи електронних тензометричних вагів	Ошибка! Закладка не определена.
1.3 Постановка завдання дипломного проекту	Ошибка! Закладка не определена.
2 РОЗРОБКА СХЕМИ ПРИСТРОЮ	24
2.1 Розробка структурної схеми.....	24
2.2 Розробка схеми електричної принципової та вибір електро радіоелементів..	26
2.3 Розробка конструкції пристрою	34
3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	41
3.1 Розробка блок-схем алгоритмів	41
3.2 Розробка та налагодження програми керуючого мікроконтролера.....	44
3.3 Написання програми для персонального комп'ютера	49
4 МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОГРАМНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ ЗЛАМАНИХ ТЕНЗОДАТЧИКОВ.....	53
5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	600
5.1 Визначення трудомісткості та тривалості	60
5.2 Визначення витрат на розробку пристрою	63
5.2.1 Розрахунок основної заробітної плати.....	63
5.2.2 Розрахунок додаткової заробітної плати	64
5.2.3 Відрахування на єдиний соціальний внесок	64
5.2.4 Визначення затрат на матеріали	64
5.2.5 Витрати на спеціальне обладнання	66

5.2.6 Інші прямі витрати	70
5.2.7 Розрахунок загальноновиробничих витрат	71
5.3 Розрахунок техніко-економічної ефективності моделі	722
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	74
6.1 Аналіз потенційних небезпек.....	74
6.2 Заходи з забезпечення безпеки	76
6.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці	78
6.4 Заходи з пожежної безпеки	82
6.5 Заходи забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях	84
ВИСНОВКИ.....	89
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	Ошибка! Закладка не определена.
ДОДАТОК А.....	93

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

EOM	умовне позначення електронна обчислювальна машина
АЦП	пристрій, що перетворює вхідний аналоговий сигнал в дискретний код.
COM-port	двонаправлений послідовний інтерфейс, призначений для обміну байтовою інформацією.
C++	умовне позначення мови програмування загального призначення.
ЕРС	умовне позначення електрорушійна сила.
ПК	Персональний комп'ютер.
UART	Тип асинхронного приймача-передавача, компонентів комп'ютерів та периферійних пристроїв, що передає дані між паралельною та послідовною формами.
SPI	Фактичний послідовний синхронний повнодуплексний стандарт передачі даних, розроблений фірмою Motorola для забезпечення простого сполучення мікроконтролерів та периферії.

ВСТУП

Будь-яка промислова галузь, а також сільське господарство, не зможе існувати без вагового обладнання. Воно також застосовується і при доставці товару на склади, на митниці, на різних транспортних вузлах. На сьогоднішній день застосовуються найрізноманітніші типи ваг в залежності від їх призначення і завдання.

Наприклад, в промисловості працюють кранові, платформні, автомобільні ваги та інші форми, призначені для вимірювання великих вантажів. Так, ваги вагонні можуть цілком точно визначити масу вантажу до 200 т. Взагалі ж, організація точного вагового контролю дозволяє уникнути значних додаткових витрат при зв'язку з постачальниками або одержувачами продуктів, а також пов'язаних з питаннями безпеки, можливим виникненням аварійних подій.

Ваги автомобільні використовуються для найбільш точного обліку маси перевезених автомобільним транспортом продуктів, кількість яких дуже швидко росте щорічно. З їх допомогою вирішуються безліч завдань як в сфері державного контролю і нагляду, так і в індустріальній сфері, сфері перевезень, торгівлі, сільського господарства.

Якщо товар планується перевозити на далекі відстані, то тоді розумніше буває відправити його залізничним транспортом. Тоді з урахуванням вантажопотоку добре діють вагонні ваги. Особливості їх форми також залежать від виду і способу зважування.

В даний час автомобільні і вагонні ваги комплектуються великим набором пристроїв відображення ваги від простих вагових індикаторів до складних незалежних контролерів, що передають інформацію в комп'ютерну мережу фірми, але в світі не існує аналогів тензометричних ваг здатних продовжувати функціонування при виході з ладу одного з тензометричних датчиків.

Об'єкт дослідження. Система програмної компенсації відмови окремого тензOMETричного датчика для платформених ваг з різними видами комутації вимірювального сигналу.

Метою дослідження магістерської роботи є забезпечення продовження вагових робіт на виробництві при виході з ладу окремого тензодатчика за допомогою програмної компенсації.

1 ОГЛЯД ОБЛАСТІ РОЗРОБКИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Необхідність використання програмної компенсації датчиків, що вийшли з ладу

Вагове обладнання - це пристрій для визначення маси тіл за чинним на них вазі (зважування), приблизно вважаючи його рівним силі тяжіння. Вага тіла може бути визначений як через порівняння з вагою встановленої маси (як в важільних вагах), так і через вимір цієї сили через інші фізичні величини.

Прискорення науково-технічного прогресу в торгівлі передбачає підвищення продуктивності праці працівників (приймальників, фасувальників, продавців), застосування вагового обладнання більш досконалих конструкцій.

Істотним чинником, що визначає підвищення ролі вагового обладнання, є широка автоматизація технологічних процесів. Безперервно зростають вимоги до точності, швидкодії, продуктивності, надійності вагового обладнання, реєстрації показань, спільну роботу з ЕОМ та подання інформації на цифрових табло. Характерною особливістю сучасного вагового обладнання є використання методів вимірювань, заснованих на перетворенні аналогових сигналів, що надходять від тензодатчиків або від пружинних перетворювачів сили в цифрову форму. Розширюється поєднання вагового обладнання з ЕОМ, міні-ЕОМ і мікропроцесорами.

Зважування вантажів є першорядною дією при обліку вантажу. Для зважування можуть використовуватися різні конструкції і типи ваг. Будь-яке виробництво, транспортування, складське зберігання не обійдуться без вагового обладнання. Сьогодні є цілий ряд модифікацій ваг, велика частина яких має можливість функціонувати з електронним обладнанням, а так само підключатися до комп'ютера для подальших дій з підсумками зважування.

В останні десять років електронні пристрої на тензодатчиках практично повністю змінили механічні ваги. Саме електронні автомобільні ваги і

визначають точність і надійність всієї системи зважування. Зусилля від вантажу, що зважується в електронних автомобільних вагах спочатку надходить на тензодатчики, потім перетворюється в електричний сигнал, який передається на електронний індикатор. Електронний індикатор перетворює цей сигнал в цифровий код і видає інформацію про масу вантажу на дисплей електронних автомобільних ваг.

Електронні автомобільні ваги за функціональними можливостями поділяють на динамічні (виготовляються за ГОСТ 30414-96 «Ваги для зважування транспортних засобів у динаміці. Загальні технічні вимоги») і статичні (по ГОСТ 29329-92 «Ваги для статичного зважування. Загальні технічні вимоги»). Електронні автомобільні ваги всіх типів повинні відповідати вимогам пиловологозахищеності, удароміцності і витримувати робочі температури широкого діапазону. При статичному зважуванні автомобіль зазвичай цілком повинен знаходитися на платформі електронних автомобільних ваг, хоча можна зважувати його і по частинах з подальшим підсумовуванням показань. Зважування в статиці характерно для підприємств:

- вимагають більш точного зважування (похибка приблизно 0,02%);
- з досить великою вільною територією;
- використовують системи дозування вантажів (зерно, гравій, пісок, рідини і т.п.).

В цілому зважування в динаміці застосовується на підприємствах:

- з більшою вільною територією;
- які мають потреби в дуже точному вимірі. Для некомерційного зважування (похибка близько 1%).

1.2 Принцип роботи електронних тензометричних вагів

Розглянемо більш детально тензодатчик як основний елемент електронних тензометричних ваг і його принцип роботи.

Тензодатчик - це силовимірювальний елемент в обладнанні, принцип дії якого ґрунтується на вимірі деформації. Тензодатчики використовуються в бункерних і кранових вагах, вагових дозаторах та ін. Тензодатчики використовуються практично у всіх сучасних електронних ваговимірювальних системах і системах дозування (рис 1.1).

Для вимірювання тиску або ваги використовується тензодатчик, всі вони видають електричний цифровий або аналоговий електричний сигнал при зміні форми чутливого елемента.

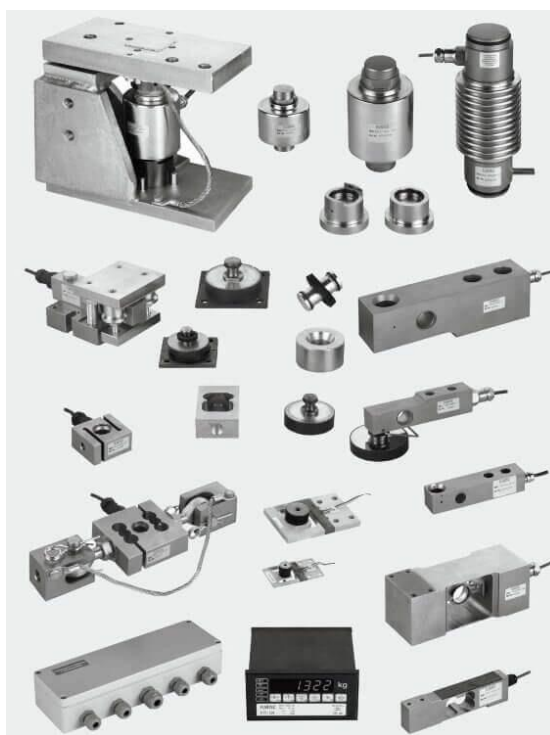


Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд тензодатчиків

У корпусі тензодатчика крім чутливого елемента можуть перебувати і додаткові блоки, наприклад, АЦП, формувачі живлення та ін. Якщо тензометричний датчик цифрової, то і блок для перетворення аналогового

сигналу (АЦП). Розглянемо принцип роботи чутливого елемента тензометрического датчика на прикладі тензорезистивного компонента - вони знайшли найбільш широке застосування.

Датчики (тензодатчики) - конструктивно являють собою металеву конструкцію, всередині якої розташовані резистори з електросхемою. Тензодатчик пов'язаний з корпусом вагового дозатора або вагової платформи, і, при зміні ваги, корпус тензодатчика піддається деформації, після чого результат деформації передається на тензорезистори, а звідти, інформація про масу - на ваговий термінал.

Тензометрический датчик резистивного типа являе собою гнучку плівку або підкладку, на яку нанесений резистивний шар. Якщо це плівковий датчик - тонке напилення або фольга, якщо дріт'яний - на гнучкій підкладці розміщен дріт. Напилення або дріт укладаються в звивисту лінію (рис 1.2).

Основа або корпуси бувають різних типів, від цього залежить, куди встановлюється датчик. А також те, в якому напрямку він працює - на стиск, розтяг або на вигин.

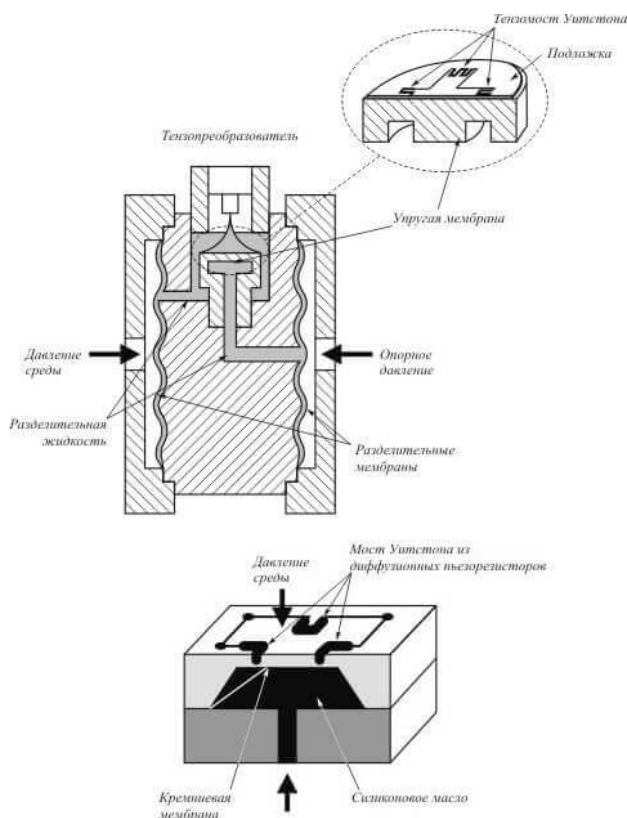


Рисунок 1.2 – Внутрішня будова тензодатчику

При механічній дії на підкладку він згинається, в результаті чого плівка, фольга або дріт розтягується. Відповідно в натягнутому стані змінюється (зменшується) її площа поперечного перерізу і опір збільшується. При зниженні тиску підкладка повертається у вихідне положення, резистивний шар теж, а його опір починає зменшуватися і повертатися до норми.

П'єзоелектричні чутливі органи працюють навпаки. При тиску на п'єзокристал виникає ЕРС, тоді як у п'єзорезистивних датчиків з тонких плівок напівпровідників також змінюється опір.

Сучасні тензодатчики чудово виконують свою роботу навіть в досить жорстких умовах, оскільки мають гарний захист від вологи й пилу. Спектр застосування тензометричного обладнання досить широкий - від найпростіших ваговимірювальних елементів, до найскладніших технологічних промислових комплексів динамічного зважування.

Примітно, що навіть в умовах несправності одного з датчиків, ваги з декількома тензодатчиками зберігають працездатність і точність вимірювань.

Ще можна зустріти і ємнісні датчики - це прилади, принцип роботи яких полягає у вимірюванні ємності між гнучкими пластинами. А також електромагнітні пристрої, в яких під впливом на муздрамтеатр змінюються характеристики контуру.

Автомобільні ваги для статичного зважування існують наступних типів:

- 1) Ваги автомобільні платформні - це найбільш поширена і надійна конфігурація ваг (рис 1.3). Такі ваги дозволяють зважувати автомобілі масою до 100 тонн і довжиною до 24 метрів.

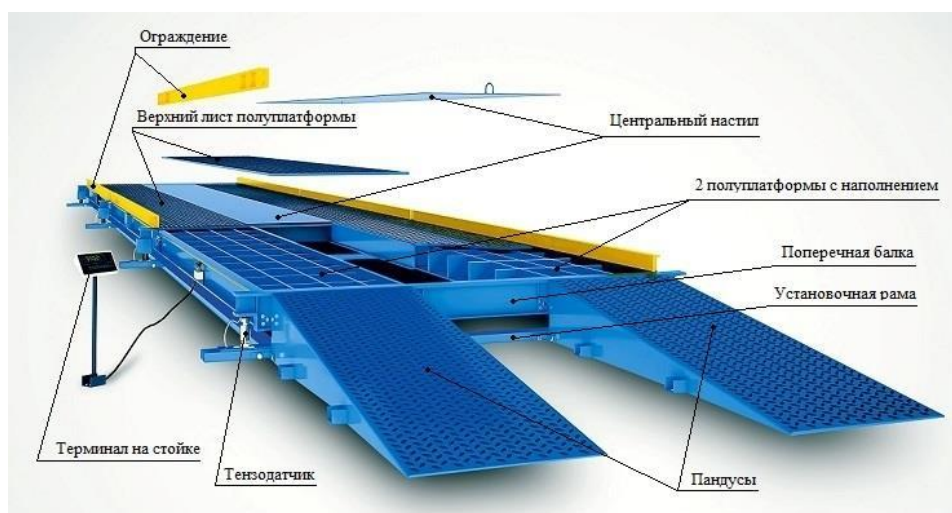


Рисунок 1.3 – Платформені ваги

З усіх автомобільних ваг саме платформні ваги дозволяють зробити найбільш точне зважування, максимально надійні, мають великий термін служби. Зазвичай автомобільні платформні ваги застосовуються на підприємствах з дуже великим вантажообігом для швидкого зважування машин будь-якої конфігурації - від легкових автомобілів до великих автопричепів.

Автомобільні платформні ваги представляють собою суцільну пласку поверхню (платформу), зазвичай складається з декількох елементів (конструкції весопріємної платформи можуть бути різні). Як правило, автомобільні платформні ваги встановлюють на рівні дорожнього полотна, що полегшує маневрування машин будь-якої конфігурації і не заважає проїзду навантажувачів, легкових автомобілів, іншої техніки, а так само проходку людей.

Автомобільні платформні ваги є найбільш точними і надійними вагами, проте існують і певні недоліки:

- ваги займають досить велику площу;
- вагоприймальна платформа дуже металомістка і важка;
- існують підвищені вимоги до конструкції фундаменту, датчикам.
- цей тип ваг є найбільш дорогим з усієї лінійки автомобільних ваг.

2) Ваги автомобільні колійні є сучасним варіантом платформних автомобільних ваг, в яких для зменшення маси платформи використовуються кілька вузьких платформ у вигляді колії, на які і здійснюється заїзд автомобіля (рис. 1.4). Ваги випускаються з довжиною вантажоприймальних платформ від 6 до 24 метрів (без урахування довжини пандусів).

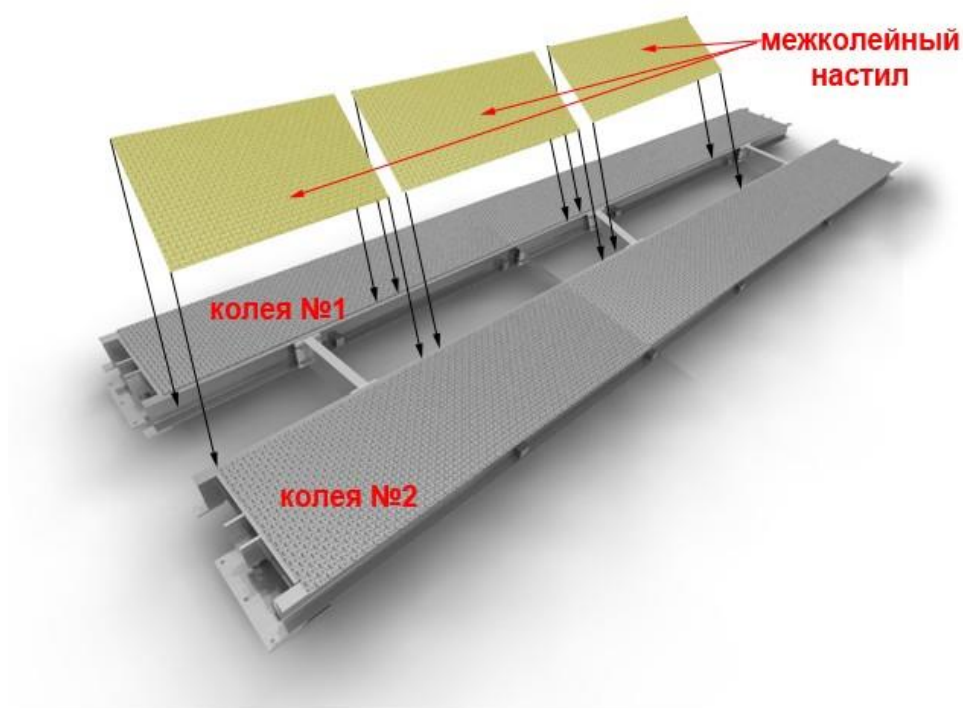


Рисунок 1.4 – Колійні ваги

Колійні автомобільні ваги дозволяють робити зважування з такою ж точністю і надійністю, як платформні, але при цьому мають значно меншу масу, зручні для перевезення в інші регіони, дешевше автомобільних платформних ваг, можуть бути швидко демонтовані і перевезені на інше місце.

Конструкція колійних ваг являє собою з'єднані на потрібну довжину стандартні платформи в кількості, необхідній виходячи з обраного замовником найбільшої межі зважування (НГЗ) і довжини автомобіля. Платформи колійних ваг зазвичай мають ширину 0,8-1,0 м, довжину 5,5-6,0 метрів і масу до 1,5 тонни, що дозволяє здійснювати монтаж цих ваг без

використання великовантажних кранів. Платформи можуть бути забезпечені обмежувальними бар'єрами для запобігання випадкового з'їзду автотранспорту з ваг. В автомобільних колейних вагах може бути передбачений доступ для очищення конструктивних засмічень без демонтажу вагової платформи.

Також важливим є те, що колійні автомобільні ваги можна перевозити в стандартних залізничних контейнерах. Така конструкція автомобільних ваг дозволяє зважувати будь-які види автотранспорту. Автомобільні ваги можуть бути встановлені на полегшений фундамент, виконаний, в тому числі з дорожніх плит, розташованих на піщано-гравійної подушці.

3) Підкладні ваги для поосного (помостового) зважування використовуються при невисокому вантажопотоці. Зазвичай їх конструкція складається з 2-х платформ, 4-х пандусів і стійки з терміналом (рис 1.5). Ваги встановлюють на міцній підлозі, наприклад на асфальт, щебінь, дорожні плити і т. д.



Рисунок 1.5 - Підкладні ваги

Істотним параметром підкладних автомобільних ваг для поосного (помостового) зважування, крім найбільшої межі зважування (НГЗ), може бути маса самих ваг, оскільки в деяких випадках потрібна швидка

перевезення ваг з одного місця на інше без використання спеціальної підйомної техніки. Вантажоприймальні платформи таких ваг можуть важити до 1,5 тонн, а самі ваги до 3 тонн.

Установка підкладних терезів для поосного (помостового) зважування може проводитися в фундаментний приямок дорожнього полотна або в розрив дорожніх плит. В цьому випадку грузоприемная платформа знаходиться на рівні дорожнього полотна. Зазвичай врізна конструкція використовується для платформ довжиною 5 і 6,5 метра, такий тип установки зменшує похибка і час зважування автомобілів, дозволяє значно збільшити пропускну здатність ваг.

Після установки ваги калібруються користувачем і відразу готові до експлуатації. Ваги автомобільні електронні підкладні для поосного (помостового) зважування дозволяють виробляти помостовое і пооосное зважування автомобіля, крім того ваги призначені для установки під різну ширину колії автомобіля. Довжина платформи (двох паралельно розташованих платформ) без пандусів зазвичай буває від 2,5 до 6,5 метрів, а ширина кожної платформи (колії) від 0,8 до 1,0 метра.

При виборі ваг такого типу важливо розуміти, що найбільша границя зважування (НГЗ), який вказаний для даної моделі ваг - при використанні їх для поосного (помостового) зважування - потрібно помножити на кількість мостів автомобіля. Т. е., Якщо найбільша границя зважування (НГЗ), зазначений 30 тонн - це значить, що на цих терезах можна зважити двовісний автомобіль масою до 60 тонн.

При цьому слід пам'ятати про те, що навантаження переднього і заднього мостів автомобіля на ваги може бути різна і її значення ні в якому разі не повинно перевищувати найбільша границя зважування (НГЗ). Тобто якщо при масі двухосного автомобіля 40 тонн (з вантажем) навантаження розподіляється по осях не рівномірно: 15 тонн на передню вісь і 25 тонн на задню - це значить, що для зважування такого автомобіля оптимальним вибором будуть ваги з найбільшою межею зважування (НГЗ) 30 тонн, так як

краще мати деякий запас, щоб не перевантажувати датчики. А ось ваги з найбільшою межею зважування (НГЗ) 25 тонн працюватимуть на межі своїх можливостей.

Ваги автомобільні електронні підкладні портативні - малогабаритна модель автомобільних ваг. Ваги призначені для статичного поколесного зважування автотранспорту, при комплектації декількома платформами - для поосного, потележечного або помашінного зважування (кількість платформ при помашінном зважуванні має відповідати числу коліс автомобіля). Підкладні портативні ваги успішно застосовуються для вирівнювання навантажень на кожну вісь по довжині автомобіля під час його завантаження або для реєстрації з'їзду / наїзду автомобіля на платформу.

Вантажоприймальні платформи автомобільних портативних ваги можуть бути легко і швидко встановлені під автомобілі різних розмірів. Ваги складаються з однієї або декількох вантажоприймальних платформ і окремого блоку управління. З'єднання двох платформ дозволяє здійснити вимір навантаження на вісь, а якщо кожне колесо автомобіля (4 або 6) буде стояти на платформі, то підсумовування навантажень, що виконується в блоці управління, дасть повну вагу автомобіля. Майданчик, на яку встановлюються платформи, повинна бути попередньо вирівняна: нерівності не більше 3 мм, ухил - в межах 10.

Автомобільні підкладні ваги використовуються в тих випадках, де допускається деяка похибка зважування - при вирівнюванні навантаження автомобіля, для мобільного і оперативного вагового контролю транспорту, контролю навантаження на дорожнє полотно на будь-яких, в тому числі на відкритих і необладнаних майданчиках.

Використання в конструкції жорсткої стільникової панелі дозволяє збільшити розміри платформ і зменшити їх висоту до 3,5 см. Ваги зручні для заїзду і мають невелику вагу. Матеріал, що використовується для виготовлення платформ, може бути різний - литий алюміній, конструкційна сталь, нержавіюча сталь.

Незважаючи на малі габарити, ваги дозволяють зважувати найбільші автомобілі за рахунок того, що навантаження на одну вантажоприймальну платформу вийдуть незначною, т. К. На платформу заїжджає лише одне колесо. Тобто легко можна зробити поколесное (пооосное) зважування автомобіля, що має п'ять осей і відповідно десять коліс. Ваги дозволяють зважити автомобіль із загальною масою 150 т. Зазвичай використовують дві платформи для отримання більшої точності і прискорення процесу зважування. При використанні двох платформ, максимальна сумарна навантаження на них (тобто однієї осі автомобіля) становить 30 т.

Існують також автомобільні ваги для зважування в динаміці. Ваги автомобільні електронні врізні призначені для поосного зважування в русі автотранспорту. Ваги є вантажоприймальну платформу, встановлену в металеву раму, яка розташовується на одному рівні з проїзною частиною. Зазвичай автомобільні електронні врізні ваги застосовують в місцях з великим потоком автомобілів або в умовах обмеженого простору, наприклад на пунктах вагового контролю, прохідних тощо.

Універсальна модифікація врізних вагів призначена для поосного зважування в русі на швидкості до 5 км / год в будь-якому напрямку автомобіля, причепа або напівпричепа в автопоїзді без розчеплення.

1.3 Постановка задач дипломного проекту

У дипломному проекті пропонується розробка системи програмної компенсації вийшовшого з ладу вимірювального датчика, яка повинна мати такі параметри:

- можливість передачі даних різними способами (UART, радіохвилі, Ethernet);
- можливість проведення обліку вантажу с будь-якої точки світу;
- можливість продовження проведення вантажних робіт навіть при виході з ладу одного або декількох тензодатчиків.

- можливість попередження оператора про вихід з ладу окремого тензодатчику.

Система зручна для підприємств у яких ведеться безперервний підрахунок ваги вантажу автомобілів.

В цілому, на відміну від існуючих аналогів, система програмної компенсації дозволяє компенсувати вихід з ладу окремих тензодатчиків і продовжувати функціонування окремо від неробочого датчику, при цьому попереджуючи оператора про поломку.

Абсолютно всі дані про отримані з тензометричних датчиків відправляються на комп'ютер, де в подальшому комп'ютер визначає коректність даних і самостійно переходить в режим програмної компенсації, якщо виникає така необхідність.

На комп'ютері є необхідне програмне забезпечення для управління і налаштування пристрою, так само можна вибрати кількість тензометричних датчиків і спосіб передачі даних чотирма різними способами.

Пристрій буде експортуватися на відкритому повітрі та підлягає статичному встановленню тому він відповідає 2 групи експлуатації та буде мати наступні технічні вимоги, що наведені на (рис. 1.6).

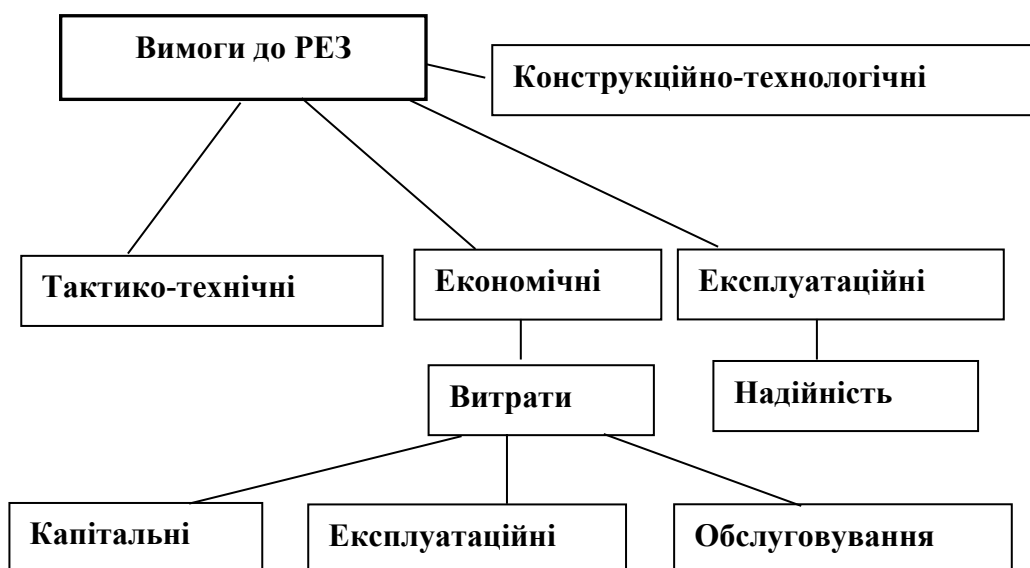


Рисунок 1.6 - Вимоги до РЕЗ

Тактико-технічні вимоги містяться в ТЗ на розробку РЕЗ і включають в себе:

- функціональне призначення (прийом, передача, обробка сигналів, індикація, та ін.);
- значення параметрів, що визначають конструктивне рішення (потужність, що випромінюється, споживана, частота, смуга пропускання та ін.);
- об'єкт установки;
- кліматичне виконання;
- категорію розміщення на об'єкті, - масогабаритні характеристики;
- закріплення на об'єкті (жорстке, швидкознімне, на амортизаторах та ін.);
- комунікаційні мережі на об'єкті (мережі живлення, антенних кабелів, шин заземлення та ін.);
- електромагнітний захист на об'єкті (наявність одночасно працюючих РЕЗ на одному об'єкті і їх взаємний вплив, екранування, усунення наведень).

Конструктивно-технологічні вимоги включають:

- принципи побудови конструкції виробу;
- технологічність;
- мінімальну номенклатуру комплектуючих виробів;
- передбачення заходів захисту від кліматичних і механічних дестабілізуючих факторів;
- ремонтпридатність.

Експлуатаційні вимоги включають:

- простоту управління та обслуговування;
- наявність сигналізації небезпечних режимів роботи (вихід з ладу, відкривання дверей шаф, обрив заземлення та ін.);
- наявність апаратури контролю і наладки (стенди, імітатори і т. д.);
- забезпечення нормальної роботи оператора з урахуванням ергономіки;

- техніку безпеки.

До *економічних вимог* відносять:

- мінімально можливі витрати часу, праці і матеріальних засобів на розробку, виготовлення і експлуатацію РЕЗ,
- мінімальну вартість виробу після освоєння його у виробництві і ринкову ціну.

2 РОЗРОБКА СХЕМИ ПРИСТРОЮ

2.1 Розробка структурної схеми

Система програмної компенсації датчиків, що вийшли з ладу вимірювальних датчиків призначена для виключення відмови окремих тензометричних датчиків для платформних ваг.

Використання системи дозволить підвищити надійність функціонування платформних ваг, запобігти зупинці робіт, які пов'язані з зважуванням і урахуванням вантажу, забезпечити продовження обліку зважування навіть при відмові одного або декількох тензодатчиків, проводити віддалений моніторинг роботи обладнання, отримувати інформацію про кількість вантажу.

В цілому структура системи наочно приведена на (рис 2.1).

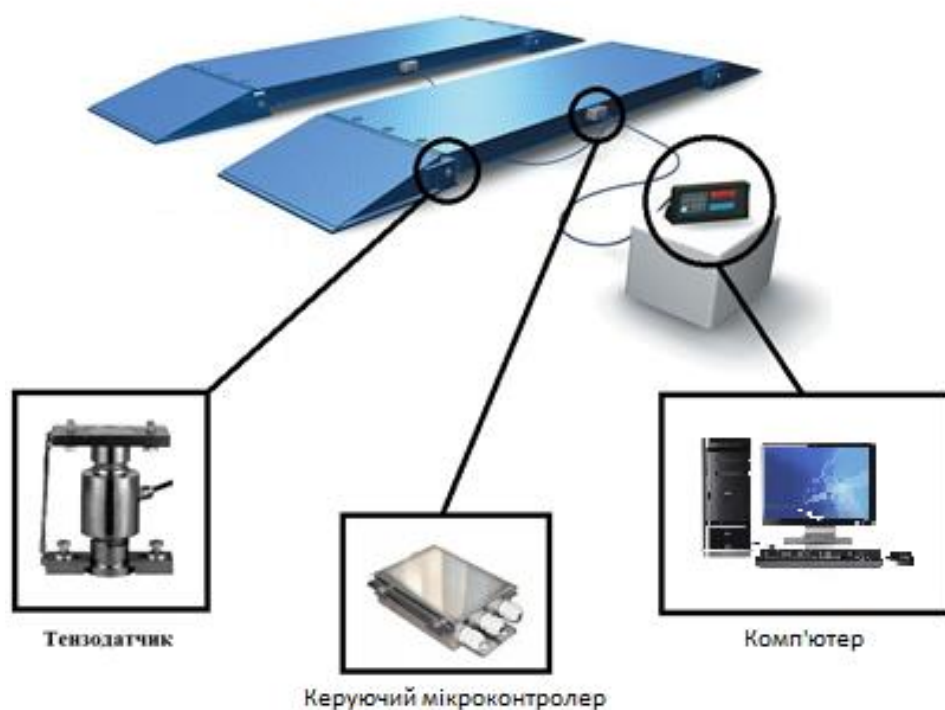


Рисунок 2.1 – Схематична структура системи

Більш детальна структурна схема з описом елементів наведена на (рис 2.2).

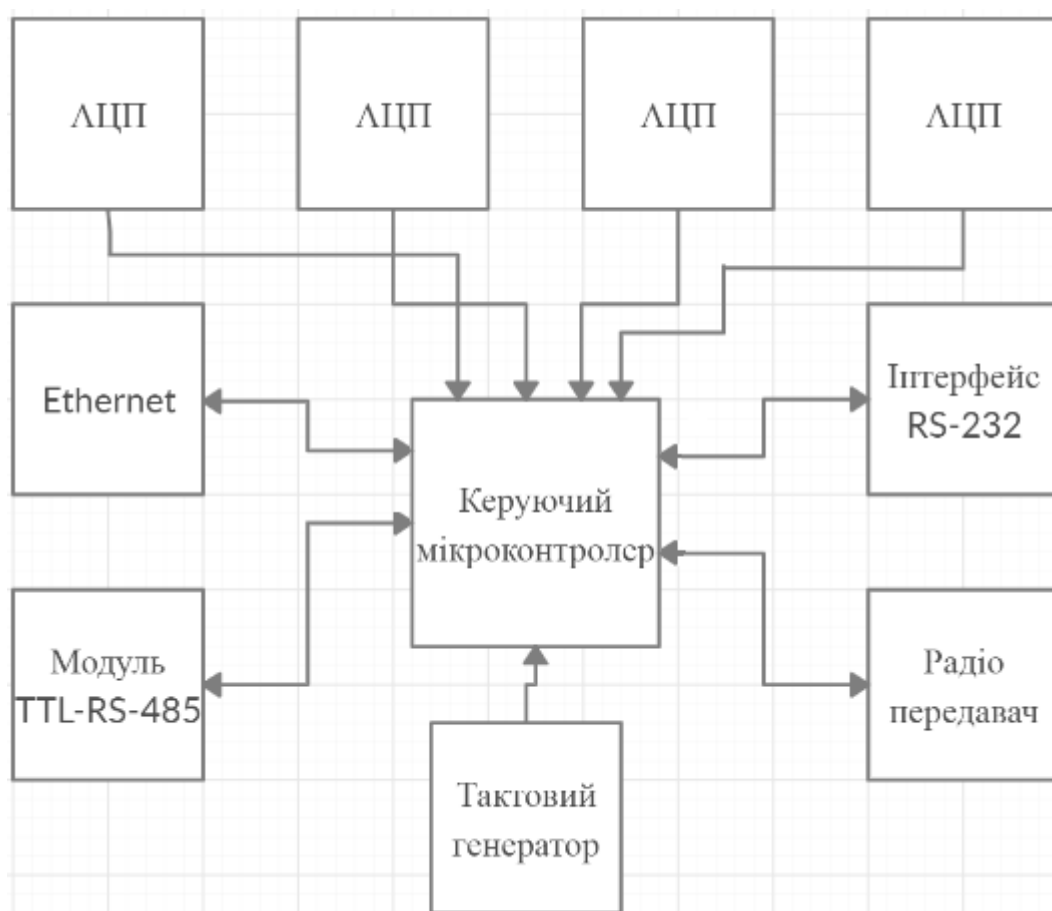


Рисунок 2.2 – Структурна схема системи з деталізацією елементів

За допомогою комп'ютеру користувач системи може вводити параметри роботи системи (кількість використовуваних датчиків, спосіб передачі даних, переглядати кількість ваги вантажу, переглядати працездатність датчиків, калібрувати систему і т.д.), а також проводити пуск і зупинку роботи системи за допомогою кнопок «Старт» і «Стоп».

АЦП (аналогово-цифровий перетворювач) пристрій, що перетворює вхідний аналоговий сигнал в дискретний код (цифровий сигнал).

АЦП було прийнято використовувати для усунення спотворення аналогового сигналу.

Також програмне забезпечення, яке встановлюється на комп'ютер служить для відображення інформації про облік ваги та налаштування системи, а саме:

- кількості автомобілів та їх ваги;
- стану датчиків у даний момент часу;
- налаштування способу з'єднання;
- калібрування датчиків

Крім того під час проведення налаштувань на комп'ютері відображаються параметри, що вводяться.

Одним з основних елементів роботи системи є тензодатчики, які передають інформацію про кількість ваги на плату управління для подальшого відображення.

2.2 Розробка схеми електричної принципової і вибір електро-радіо елементів

В якості керуючого мікроконтролера обраний мікроконтролер Arduino-Nano 328A (рис 2.3) оскільки він має достатню кількість портів введення / виводу, високу тактову частоту роботи 16 МГц (4 млн. Операцій в секунду). Мікроконтролер також дозволяє проводити його програмування безпосередньо на друкованій платі пристрою, що дозволяє вносити зміни в роботу програми при модернізації.

Для виконання поставленого завдання прийнято рішення використовувати мікроконтролер компанії Gravitech. Мікроконтролери сімейств Arduino компанії Gravitech поєднують усі передові технології мікроконтролерів: електрично програмовані користувачем ППЗУ, мінімальне енергоспоживання, високу продуктивність, добре розвинуту RISC-архітектуру, функціональну закінченість і мінімальні розміри. Широка номенклатура виробів забезпечує використання мікроконтролерів в пристроях, призначених для різноманітних сфер застосування. Крім того,

мікроконтролери сімейства Arduino мають невисоку вартість в порівнянні з конкурентами.

Компанія Gravitech розповсюджує безкоштовну інтегровану середу розробки Arduino IDE, що представляє собою набір програмних продуктів, призначених для полегшення процесу створення, редагування та налагодження програм для мікроконтролерів сімейства Arduino.

Для виконання всіх поставлених вимог в розроблюваному пристрої застосовується мікроконтролер Arduino-Nano 328A компанії Gravitech. Arduino-Nano 328A 8-розрядний мікроконтролер з Flash пам'яттю, виготовлений по найновітній інтегральній технології.

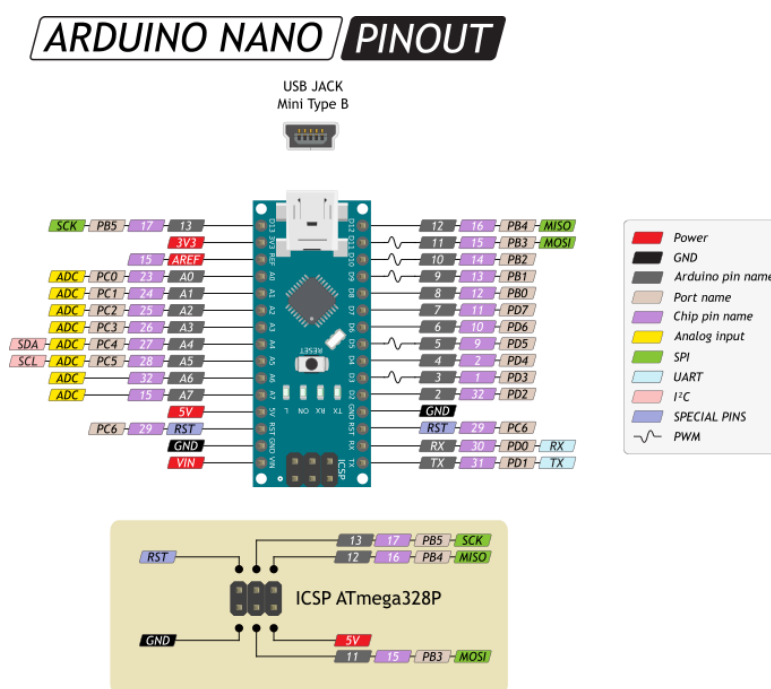


Рисунок 2.3 – Розташування виводів на корпусі керуючого мікроконтролера Arduino-Nano 328A

Короткі характеристики:

- мікроконтролер: ATmega328;
- робоча напруга (логічна рівень): 5 В;
- вхідна напруга (рекомендований): 7-12 В;
- вхідна напруга (граничне): 6-20 В;

- цифрові Входи / Виходи: 14 (6 з яких можуть використовуватися як виходи ШІМ);
- аналогові входи: 8;
- постійний струм через вхід / вихід: 40 мА;
- флеш пам'ять: 32 Кб при цьому 2 Кб використовуються для завантажувача;
- ОЗУ: 2 Кб;
- EEPROM: 1 Кб;
- тактова частота: 16 МГц;
- розміри: 1.85 см x 4.2 см;

У якості модулю для підключення тензодатчиків був обраний високоточний двоканальний модуль підключення резистивних датчиків тиску (тензодатчиків) побудований на чіпі HX711 (рис 2.4). Модуль дуже простий в підключенні (всього два сигнальних дроти) і використанні.

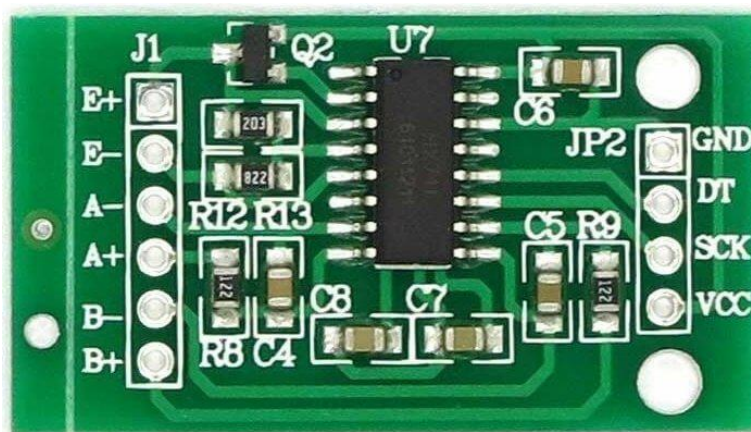


Рисунок 2.4 – Модуль АЦП HX711

Основа модуля - спеціалізована мікросхема HX711, має АЦП з роздільною здатністю 24 біт, завдяки чому забезпечується висока точність вимірювань (для порівняння - дозвіл АЦП, вбудованого в Arduino 10 біт). Модуль має 2 канали А і В, до яких можна підключити два тензодатчика. Для каналу А коефіцієнт посилення дорівнює 64 або 128, для каналу В коефіцієнт

посилення дорівнює 32. Модуль працює з частотою вимірювання 80 вимірювань в секунду.

Для забезпечення обміну інформацією між пристроєм та комп'ютером, який у свою чергу буде вести облік зважування, передбачено 4 варіанти з'єднання:

1) Використовування інтерфейсного модуля UART TTL-RS-485 (рис 2.5).

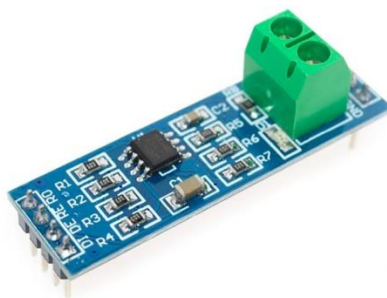


Рисунок 2.5 - Інтерфейсний модуль UART TTL-RS-485

RS485 - це стандарт дротового зв'язку, зазвичай перемінюється для з'єднання в мережу різного промислового устаткування. Для передачі і прийому даних використовується одна кручена пара проводів. Стандарт RS485 дозволяє з'єднувати пристрої на відстані до 1,2км і підключати до 32 пристроїв до однієї шини. При цьому в системі один пристрій є провідним (master), а інші пристрої ведені (slave).

Існує велика кількість різних типів приймачів (драйверів) RS-485. Приймач на основі мікросхеми MAX485 перетворює сигнали TTL в стандарт RS485 і назад, використовуються для підключення пристроїв на основі Arduino до шини RS485.

2) ENC28J60 Ethernet модуль (рис 2.6). Модуль підключається до Arduino за допомогою SPI інтерфейсу. Тактова частота інтерфейсу може досягати 20 МГц. Для підключення до мережі TCP / IP використовується роз'єм RJ-45. Модуль гальванічески розв'язаний з ним.

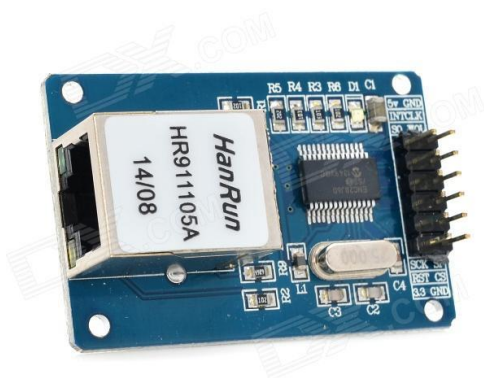


Рисунок 2.6 - ENC28J60 Ethernet модуль

Контролер модуля має максимальну тактову частоту 25 МГц. Всі функції по роботі з мережевими протоколами покладені на нього, Arduino залишається тільки відправляти пакети даних і приймати отримані.

Максимальний споживаний струм може становити 250 мА, номінальний - 170 мА.

3) Радіомодуль NRF24L01 для зв'язку мікроконтролерів між собою (рис. 2.7). Працює на частоті 2.4ГГц, швидкість до 2Мбіт, підключення виконується по інтерфейсу SPI, живлення 3.3В. Істотно дешевше хbee модуля, добре підходить для промислових систем управління.

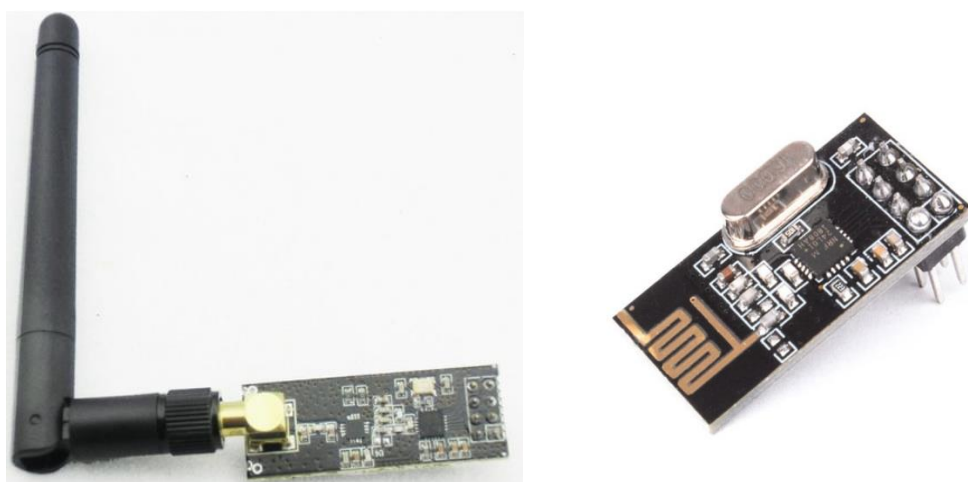


Рисунок 2.7 - Радіомодуль NRF24L01

Організація живлення радіомодулів вимагає підвищеної уваги, так як більшість початківців користувачів стикається з проблемами при їх запуску. Справа в тому, що в момент ініціалізації NRF24L01 споживають значний струм, який не може забезпечити стандартний 3-вольта перетворювач Arduino. Як наслідок, спостерігаються збої в роботі радіозв'язку. Виключити цю неприємну ситуацію допоможе електролітичний конденсатор, ємністю близько 100 мкФ. Його необхідно підпаяти паралельно висновків GROUND і VCC модуля. Додаткова ємність допоможе згладити пульсації при старті і забезпечить достатній запас енергії.

Ще одним варіантом вирішення проблеми запуску, є використання додаткового адаптера з вбудованим стабілізатором напруги. У такому випадку для NRF24L01 можна використовувати зовнішнє живлення від 4.8В до 12В, а максимальний вихідний струм складе 800мА. Зовнішній вигляд такого адаптера показаний на (рис. 2.8).

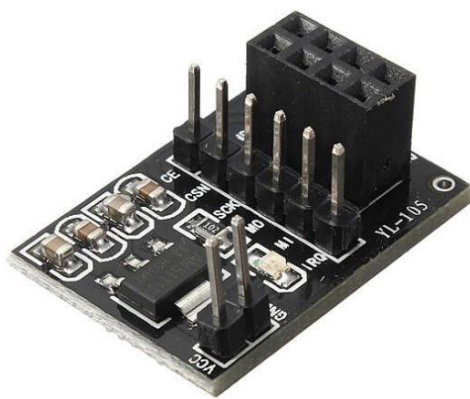


Рисунок 2.8 - Адаптер NRF24L01

4) Використовування підключення за допомогою Інтерфейсу RS232.

RS-232 (Recommended Standard 232) - стандарт описує інтерфейс для послідовної двобічної передачі даних між терміналом (DTE, Data Terminal Equipment) і кінцевим пристроєм (DCE, Data Circuit-Terminating Equipment).

Рішення, які закладені в цей стандарт, використовуються практично повсюдно.

Інтерфейс RS-232 повністю апаратно реалізований на персональних комп'ютерах у вигляді мікросхем і роз'ємів.

COM порт реалізований за стандартом RS-232- універсальний.

Він забезпечував роботу PC з периферійними пристроями (чим зараз зайнятий USB), взаємодія з локальною мережею через модем (Ethernet), обмін даними між PC і промисловим обладнанням (ModBus і ін.).

На першому етапі було розроблено схему електричну принципову, яка наведена на (рис.2.9).

У схемі використовуються пристрої, які працюють через периферійний інтерфейс (SPI), а саме радіомодуль NRF24L01 та ENC28J60 Ethernet модуль.

Послідовний периферійний інтерфейс (SPI) - це синхронний протокол послідовної передачі даних, який використовується для зв'язку мікроконтролера з одним або декількома периферійними пристроями. Інтерфейс SPI відрізняється відносно високою швидкістю і призначений для зв'язку близько розташованих пристроїв. Він також може використовуватися для взаємодії двох мікроконтролерів.

Згідно з протоколом SPI, одне з взаємодіючих пристроїв (зазвичай мікроконтролер) завжди є провідним і контролює ведені периферійні пристрої. Як правило, всі взаємодіючі пристрої об'єднані трьома загальними лініями.

Також до пристрою можливо підключитися за допомогою апаратного або програмного UART. Підключення можливо за допомогою інтерфейсного модуля RS-485 та інтерфейсу RS-232.

Універсальний асинхронний приймач (UART) - вузол обчислювальних пристроїв, призначений для організації зв'язку з іншими цифровими пристроями. Перетворює передані дані в послідовний вид так, щоб було можливо передати їх по одній фізичній цифровий лінії іншому аналогічному влаштуванню.

За допомогою перемички можливе перемикання між апаратним або програмним UART, таке рішення допомагає виключити непрацездатність пристрою при підключенні до нього безпосередньо через COM порт для подальшого налагодження.

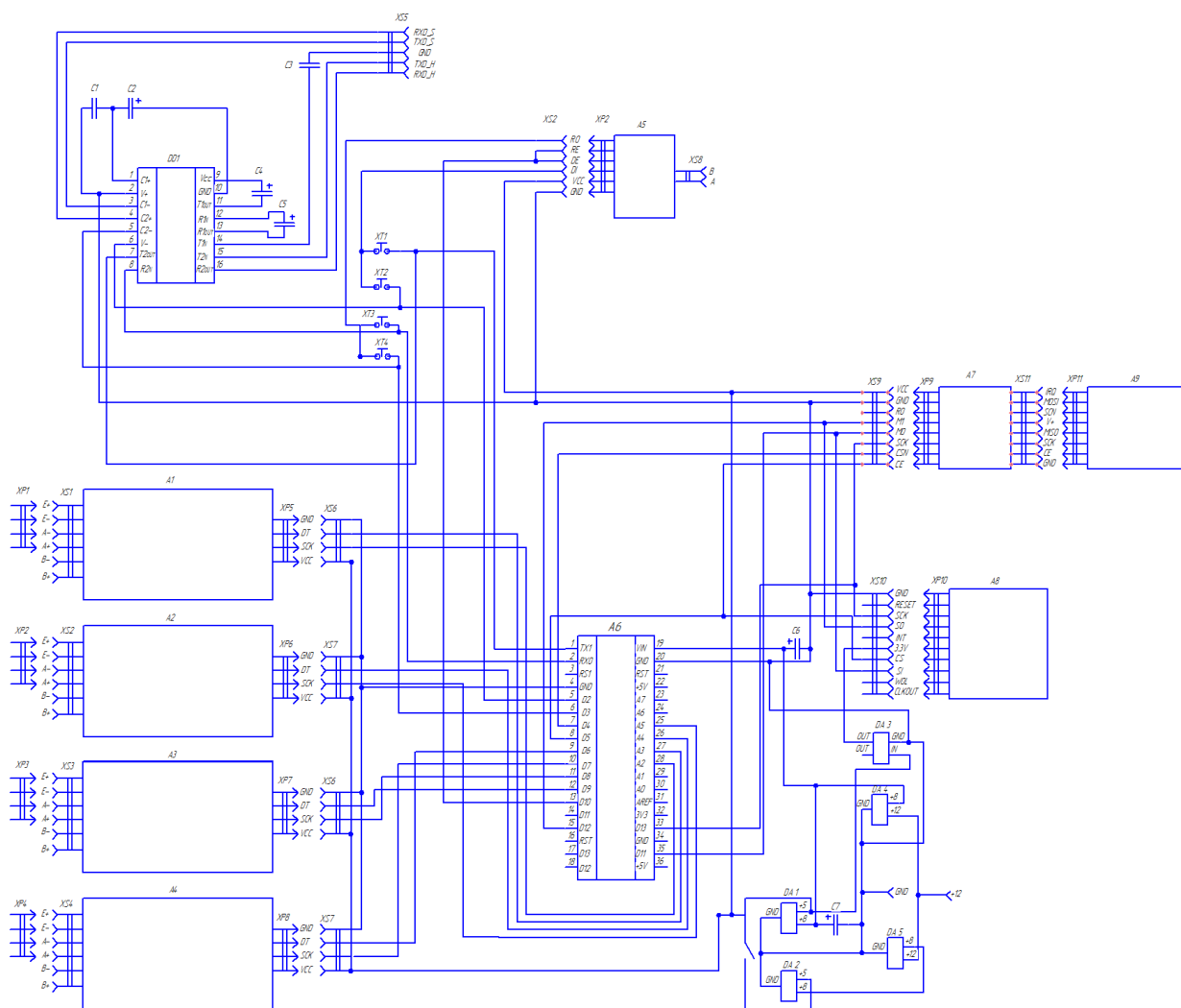


Рисунок 2.9 – Схема електрична принципова

Для розробки схеми електричної принципової була використана програма «КОМПАС-3D».

КОМПАС-3D - потужна і універсальна система тривимірного проектування, що стала стандартом для тисяч підприємств, завдяки простоті освоєння і широким можливостям твердотільного, поверхневого і прямого моделювання.

2.3 Розробка конструкції пристрою

Плата управління системою програмної компенсації відмови окремого тензOMETричного датчика для платформенних ваг призначена для установки і експлуатації на відкритому майданчику підприємства. Контролер спільно з програмою дозволяє вести облік вантажу без участі оператора, що знижує витрати з обслуговування і знижує час затримки вантажного транспорту.

Температурний діапазон експлуатації при температурі навколишнього повітря від -40 до $+ 50$ ° С забезпечує надійну цілорічну роботу в різних кліматичних умовах.

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

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

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

Було обрано текстоліт у зв'язку із наступними перевагами:

- чудові електростатичні показники;
- високий рівень ударної в'язкості;
- хімічна інертність;
- найвища міцність на стиск;
- простота механічної обробки.

Текстолит відмінно штампується, свердлиться, ріжеться.

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

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

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

Номінальні діаметри отворів для кріплення складають 3,4 мм.

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.

Для розробки розводка плати була обрана програма Sprint Layout v.6, тому що, програма підтримує швидкий експорт в Gerber формат, який в подальшому вирушає на виробництво (рис. 2.10).

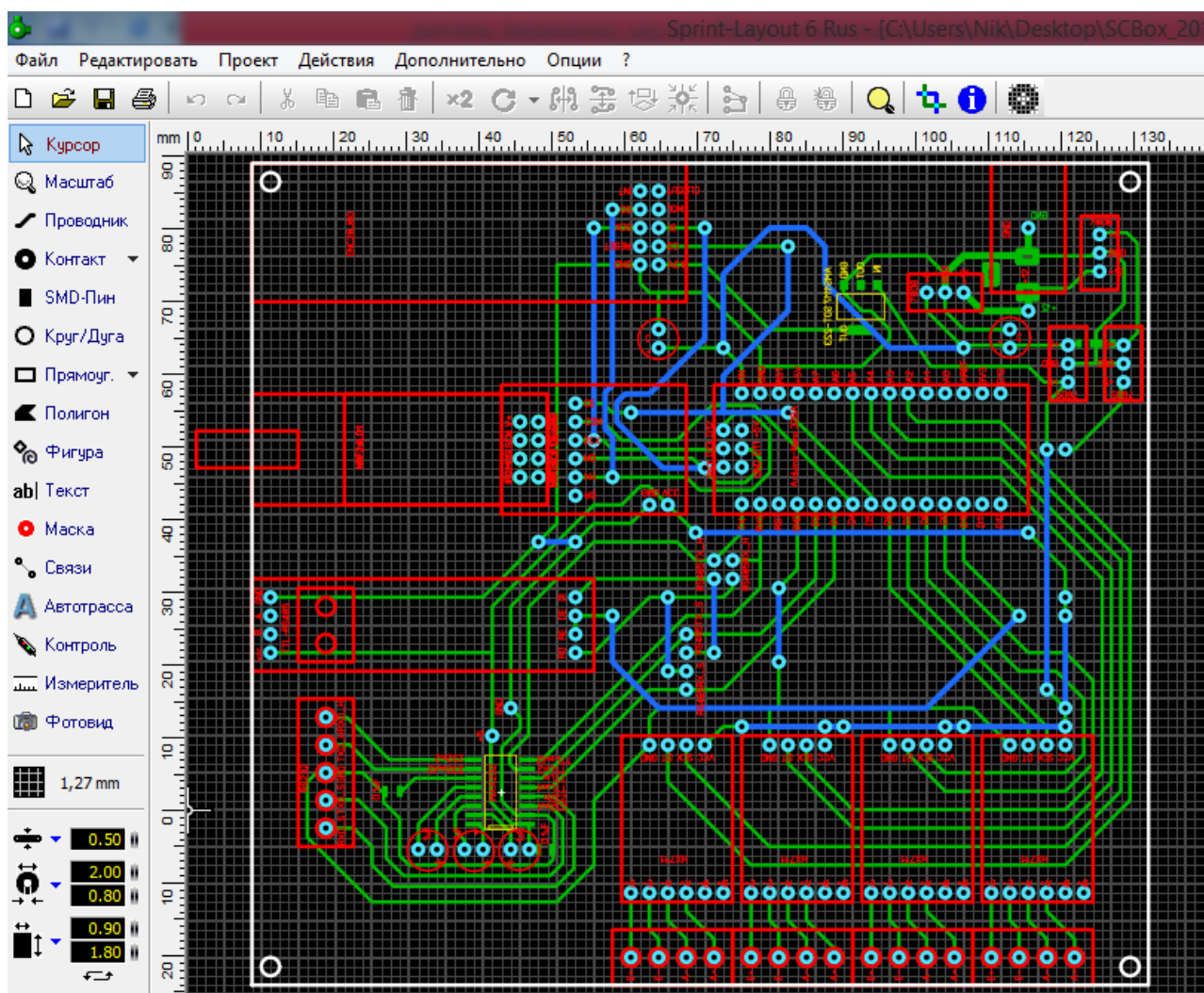


Рисунок 2.10 – Розробка плати керування в Sprint Layout

Для розробки схеми креслень була використана програма «КОМПАС-3D».

Ключовою особливістю продукту є використання власного математичного ядра C3D і параметричних технологій, розроблених фахівцями АСКОН.

КОМПАС-3D забезпечує підтримку найбільш поширених форматів 3D-моделей (STEP, ACIS, IGES, DWG, DXF), що дозволяє організовувати ефективний обмін даними із суміжними організаціями і замовниками, що використовують будь-які CAD / CAM / CAE-системи в роботі.

Отримане креслення сторони установки елементів поверхневого монтажу наведено на (рис. 2.11). Креслення сторони установки елементів об'ємного монтажу наведено на (рис. 2.12).

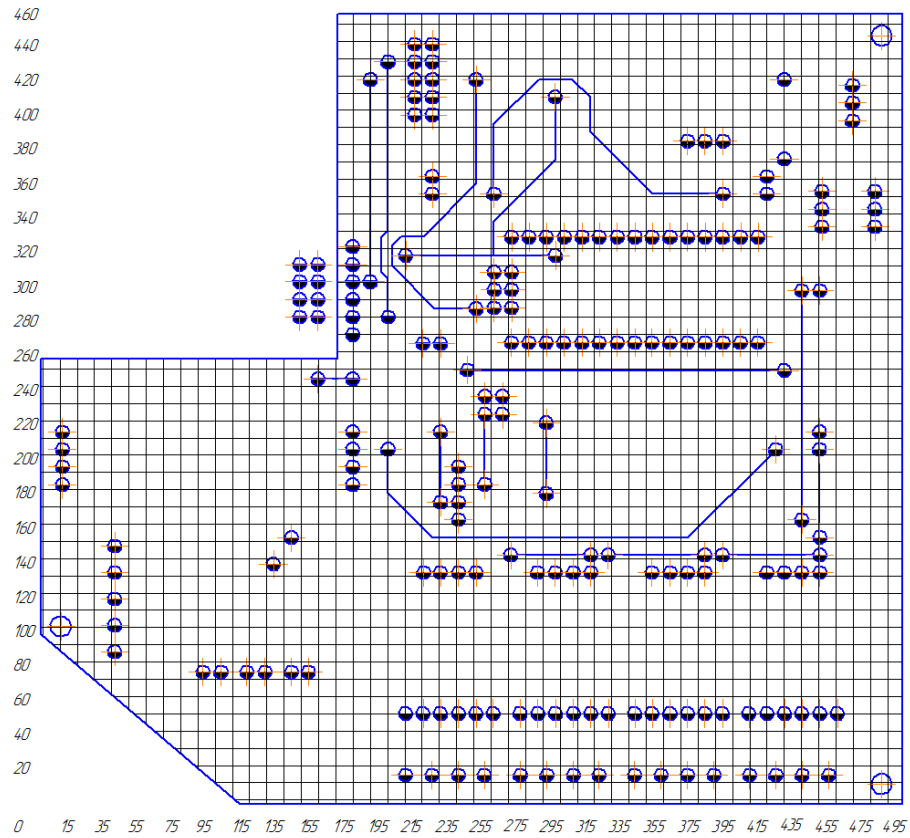


Рисунок 2.11 – Креслення сторони встановлення елементів поверхневого монтажу

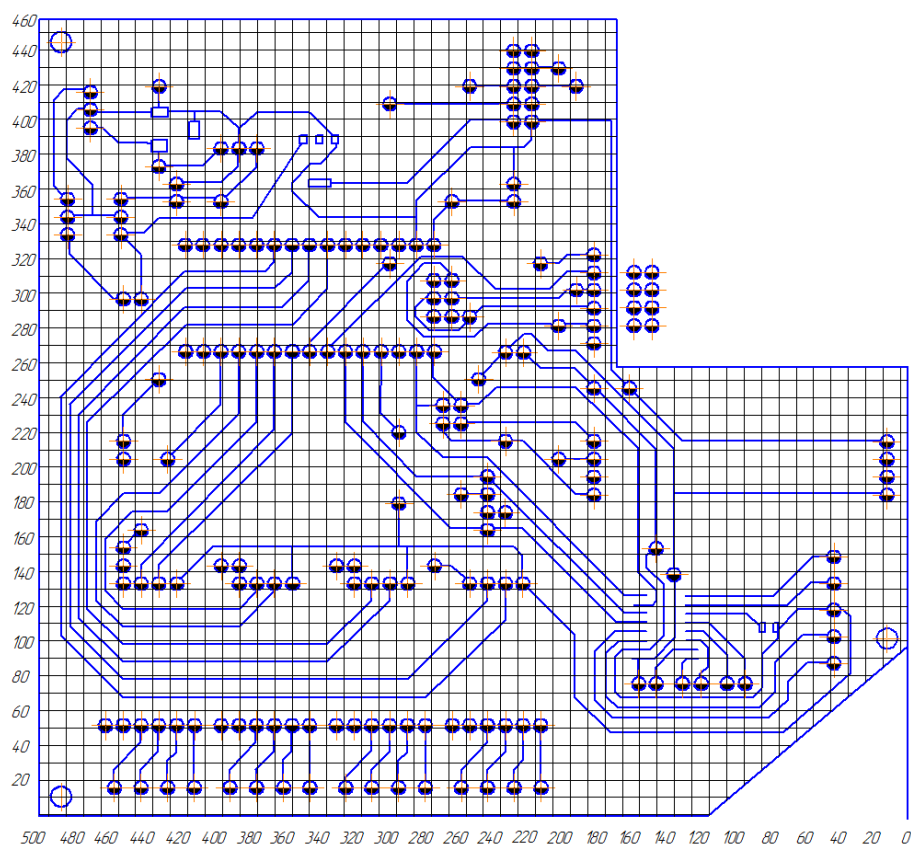


Рисунок 2.12 – Креслення сторони встановлення елементів об’ємного монтажу

Компонування приладу зроблена таким чином, щоб забезпечити вільний доступ до елементів схеми при регулюванні і заміні в разі виходу їх з ладу.

Для виготовлення друкованої плати був обраний комбінований позитивний метод. Як матеріал друкованої плати був обраний текстоліт товщиною 1,5 мм.

Даний метод був обраний з урахуванням наступних чинників виготовлення друкованої плати:

- спроектований пристрій виконаний по одношаровій, двосторонньої технології з SMD монтажем;
- необхідна висока точність друкованого малюнка;
- необхідна висока надійність і якість друкованого малюнка.

Переваги:

- створення елементів друкованого малюнка з високою точністю – при використанні фольги товщиною 9 мкм досяжна ступінь допуску провідників і проміжків між ними – 75 мкм;
- практично на всіх етапах техпроцесу фольга захищає діелектричну підставку від впливу технологічних розчинів; цим досягається висока якість поверхні діелектрика і, як наслідок, висока надійність ізоляції;
- добра адгезія (міцність зчеплення) елементів друкованого малюнка і діелектричного підстави плати.

Недоліки: Операцій травлення призводить до виникнення бокового підтраву провідників. Це обмежує роздільну здатність процесу.

Комбінований позитивний метод застосовується при виробництві двосторонніх друкованих плат. За своєю суттю комбіновані способи виготовлення плат відносяться до полуаддитивним. Як і при субтрактивному методі, для виготовлення плат по полуаддитивній технології використовуються фольговані діелектрики. Формування малюнка провідників відбувається, як і при адитивних методах, шляхом гальванічного осадження міді з застосуванням фотошаблонів.

Формування виводів і установка елементів є стандартною по ОСТ 4ГО.010.030, крім елементів зазначених на кресленні – плата в зборі. Кількість типорозмірів елементів зведено до мінімуму.

Завдяки тому, що майже всі елементи встановлюються на одній стороні плати, і як було сказано раніше, застосована стандартна елементна база, для установки і пайки ЕРЕ використовуються автоматизовані системи, добре відпрацьовані на виробництві. Таким чином, можна використовувати групову пайку, зокрема пайку хвилею, установку елементів здійснювати шляхом використання спеціалізованих автоматів. Це в свою чергу зменшить витрати часу, фінансові та трудові ресурси на виробництво даного виробу при великосерійному типі виробництва. Розташування елементів поверхневого монтажу на платі керування детально зображено на (рис. 2.13).

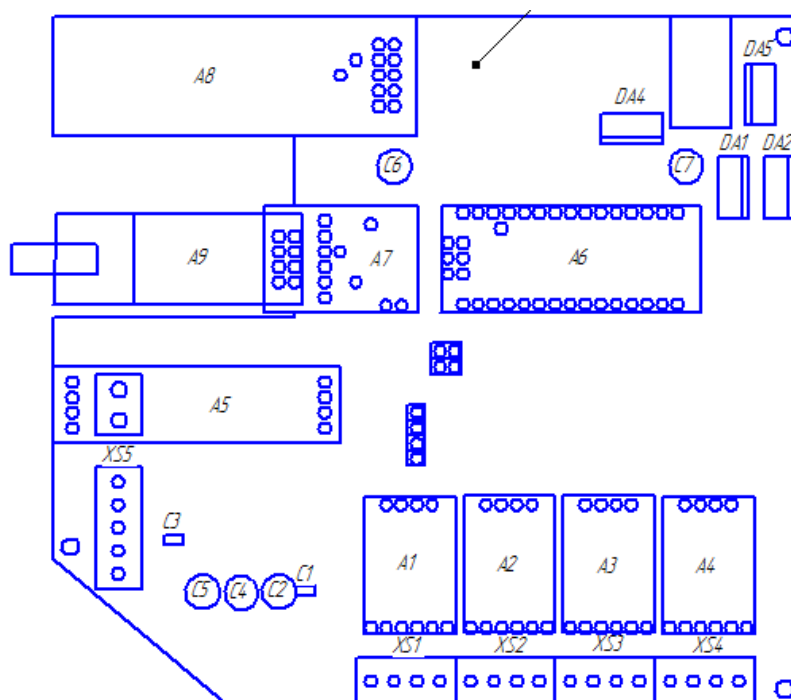


Рисунок 2.13 – Розташування елементів поверхневого монтажу на платі керування

Плата керування вставляється в корпус виконаний з полістиролу. В якості корпуса обрана базова несуча конструкція, що уявляє собою електричну коробку з габаритами 110x110x55мм.

Для виведення роз'ємів, що служать для приєднання комп'ютеру, а також для роз'ємів живлення, датчиків, в корпусі робляться отвори з розмірами, що відповідають розмірам роз'ємів.

Як джерело напруги, в платі присутній роз'єм для підключення блоку живлення на 9-12В. Блок живлення забезпечує надійне і тривале електроживлення з постійною робочою напругою і струмом. Блок живлення наведено на (рис. 2.14).



Рисунок 2.14 - Блок живлення макетної плати

3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

3.1 Розробка блок-схем алгоритмів

На наступному етапі дипломного проекту був розроблений алгоритм роботи керуючого мікроконтролера на основі якого потім написана програма керуючого мікроконтролера.

При запуску проводиться ініціалізація мікроконтролера, яка складається в налаштуванні тактового генератора, налаштування портів введення / виводу, встановлення режимів роботи пристрою, калібровки ваг та режиму передачі дани.

Для того, щоб пристрій працював коректно, необхідно виконати калібрування пристрою.

На (рис. 3.1) приведена блок-схема алгоритму калібровки ваг.

Для того, щоб мати можливість виводити на дисплей комп'ютеру інформацію, необхідно виконати налаштування пристрою в програмному забезпеченні. Зокрема налаштувати кількість датчиків та спосіб передачі даних.

Після налагодження можливості роботи з дисплеєм програма виконує ініціалізацію зв'язку з мікроконтролеру, який в свою чергу відправляє дані з АЦП.

Потім перевіряється працездатність тензодатчиків, якщо всі датчики знаходяться в робочому стані, програма продовжує працювати у режимі без програмної компенсації.

На (рис. 3.2) приведена блок-схема алгоритму роботи програми керуючої роботою системи.

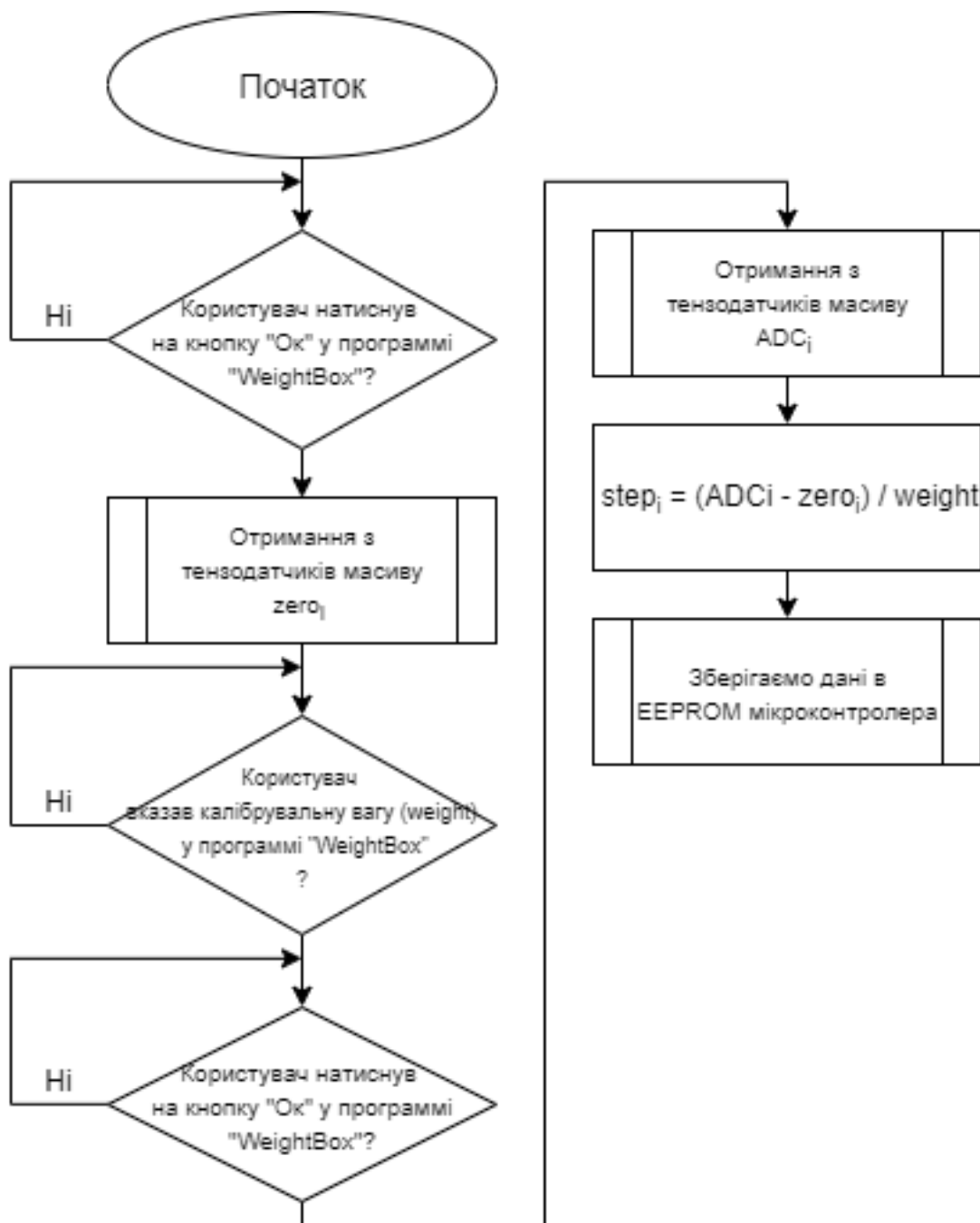


Рисунок 3.1 – Блок схема алгоритму калібрування пристрою

де ADC_i – код отриманий з i -го АЦП (3 байти);

$zero_i$ – код нуля для i -го АЦП (3 байти);

$step_i$ – різниця коду для 1 тони i -го АЦП (3 байти);

$wight$ – калібрувальна вага, яку необхідно ввести у программі «WeightBox».

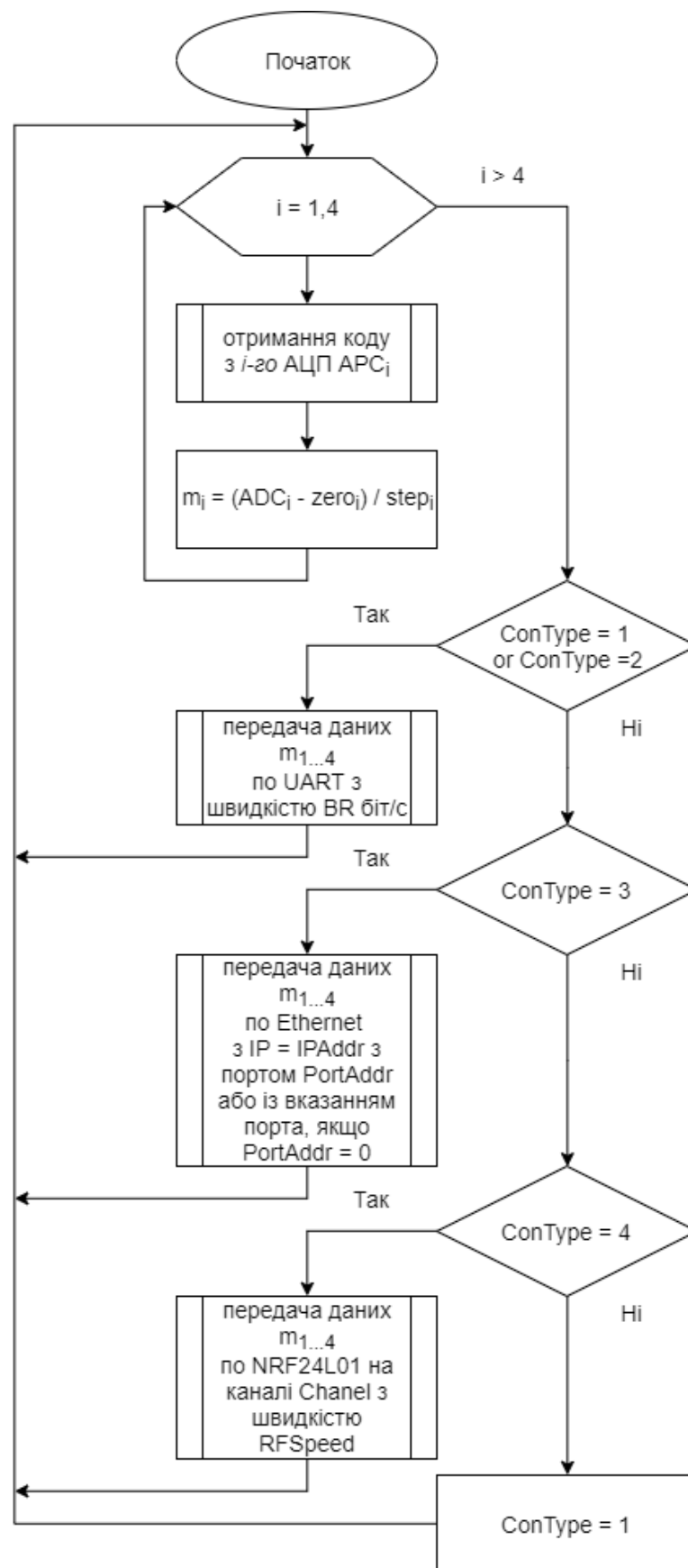


Рисунок 3.2 – Блок схема алгоритму роботи пристрою

де ADC_i - код отриманий з i -го АЦП (3 байти);

$zero_i$ – код нуля для i -го АЦП (3 байти);

$step_i$ – різниця коду для 1 тону i -го АЦП (3 байти);

ConType – змінна, що зберігає тип з'єднання з ПК:

1 - RS232;

2 - RS485;

3 - Ethernet;

4 - NRF.

BR – змінна, що зберігає швидкість передачі по UART у вигляді коду (1 байт);

IPAddr - змінна, що зберігає IP адрес з'єднання (2 байти);

PortAddr - номер порта для передачі по Ethernet (2 байти);

Chanel - змінна, що зберігає номер каналу радіопередавача (1 байт);

RFSpeed – змінна, що зберігає код швидкості передавача (1 байт).

3.2 Розробка та налагодження програми керуючого мікроконтролера

Розробка програми керуючого мікроконтролера проводилася в середовищі розробки Arduino IDE створеної безкоштовно поставляється виробником мікроконтролерів Gravitech (рис.3.3).

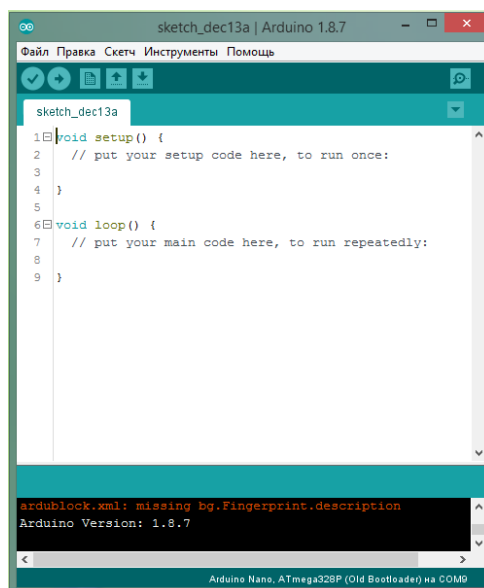


Рис 3.3 – Середовище розробки програм для мікроконтролерів, Arduino IDE

Був створений проект в середовищі розробки структура якого приведена на (рис.3.4).

Проект включає в себе файли бібліотек з розширенням * .h та *.cpp, Arduino IDE виконує завдання з'єднання файлів підпрограм і бібліотек в єдину «прошивку» для запису коду в пам'ять програм мікросхеми мікроконтролера.

```

26 #include <SoftwareSerial.h>
27 SoftwareSerial mySerial(2, 3);
28 // -- объявляем переменные
29 byte mac[] = {};
30 byte ip[] = {};
31 byte myDns[] = {};
32 byte gateway[] = {};
33 byte subnet[] = {};
34 byte ConTypeRead, setChannelRead, speedRFRead, mySerialSpeedRead, SerialSpeedRead;
35
36 void ReadSetting() {
60
61 void initDevices() {
72
73 void initloadCell() {
78
79 void setup() {
84 void loop() {

```

Рисунок 3.4 – Структура програми

Розглянемо більш детально підключені бібліотеки:

1) Бібліотека SPI дозволяє контролеру Arduino взаємодіяти з пристроями що підтримують SPI протокол. Arduino в даному випадку виступає в якості ведучого пристрою.

Для організації з'єднання SPI необхідно одне провідне пристрій, зазвичай це мікроконтролер, яке управляє з'єднанням з відомими пристроями. Зазвичай підключення здійснюється трьома загальними лініями і лінією вибору периферійного (веденого) пристрою:

Master In Slave Out (MISO), перекладається як "вхід ведучого вихід веденого", використовується для передачі даних від веденого до ведучого.

Master Out Slave In (MOSI) - вихід ведучого вхід відомого, для передачі даних від провідного до периферійних пристроїв.

Serial Clock (SCK) - синхронізує лінію, синхросигнал генерується провідним пристроєм.

Slave Select pin - вхід на ведених пристроях за допомогою якого ведучий може ініціювати обмін даними з периферійним пристроєм. Якщо на цьому вході LOW, то ведений взаємодіє з провідним, якщо HIGH, то ведений ігнорує сигнали від ведучого.

2) Бібліотека `UIPEthernet.h` використовується для роботи з мережею Ethernet.

Ініціалізувавши бібліотеку `UIPEthernet`, необхідно задати основні параметри, які мають формати:

- `Ethernet.begin (mac);`
- `Ethernet.begin (mac, ip);`
- `Ethernet.begin (mac, ip, dns);`
- `Ethernet.begin (mac, ip, dns, gateway);`
- `Ethernet.begin (mac, ip, dns, gateway, subnet);`

- `mac`: MAC-адрес модуля (масив з 6 байт). Може бути вказано на наклейці модуля або заданий програмно.

- `ip`: IP-адрес мережевого пристрою (масив з 4 байт).

- `dns`: IP-адрес DNS-сервера (масив з 4 байт). Параметр необов'язковий. При відсутності аргументу, як адресу DNS-сервера буде встановлено IP-адресу модуля, в якому останній октет дорівнює 1.

- `gateway`: IP-адрес шлюзу (масив з 4 байт). Параметр необов'язковий. При відсутності аргументу, як адресу шлюзу буде встановлено IP-адресу модуля, в якому останній октет дорівнює 1.

- `subnet`: маска підмережі (масив з 4 байт). Параметр необов'язковий. За замовчуванням задається 255.255.255.0.

3) Бібліотека `RF24` використовується для роботи з радіо модулями `nRF24L01` +

Бібліотека дозволяє налаштувати роботу радіо модуля в режим передачі / прийому даних, вказувати номер каналу, швидкість передачі, потужність

передачі і ідентифікатор труби. Після чого, зчитувати і відправляти дані радіо модулю..

4) Бібліотека HX711 використовується для роботи з тензодатчиком і модулем на мікросхемі HX711.

5) Бібліотека SoftwareSerial дозволяє реалізувати послідовний інтерфейс на будь-яких цифрових портах Ардуіно за допомогою програмних засобів, які дублюють функціональність UART (звідси і назва "SoftwareSerial"). Бібліотека дозволяє програмно створювати кілька послідовних портів, які працюють на швидкості до 115200 бод. Для пристроїв, що працюють з інвертованим сигналом, в бібліотеці передбачено відповідний параметр, що включає інвертування.

6) Бібліотека EEPROM. У мікроконтролері Ардуіно є EEPROM - пам'ять, в якій інформація зберігається навіть після вимкнення апарата (подібно маленькому жорсткому диску). Дана бібліотека дозволяє записувати і зчитувати інформацію з цієї пам'яті.

Обсяг пам'яті EEPROM різних мікроконтролерів, що входять до складу Ардуіно, може відрізнятися: 1024 байти в ATmega328, 512 байт - в ATmega168 та ATmega8, 4 КБ (4096 байт) - в ATmega1280 і ATmega2560.

Бібліотека EEPROM потрібна для збереження налаштувань у пам'яті мікроконтролеру навіть після вимкнення пристрою.

Первісна ініціалізація мікроконтролера і вбудованої в нього апаратури проводиться в блоці initDevices. В даному блоці виконується ініціалізація периферійних модулів та їх налаштування (рис 3.5). Інформація щодо налаштувань параметрів підключення та типу підключення зчитується з EEPROM (рис 3.6).

```

61 void initDevices() {
62     mySerial.begin(mySerialSpeedRead); // запуск програмного порта
63     Serial.begin(SerialSpeedRead); // запуск аппаратного порта
64     radio.begin(); // инициализация радио модуля
65     server.begin(); // инициализация интернет модуля
66     Ethernet.begin(mac, ip, myDns, gateway, subnet); // инициализация контроллера
67     radio.setChannel(setChannelRead); // Указываем канал передачи данных (от 0
68     radio.setDataRate (RF24_1MBPS); // Указываем скорость передачи данных (
69     radio.setPALevel (RF24_PA_HIGH); // Указываем мощность передатчика (RF
70     radio.openWritingPipe (0x1234567890LL); // Открываем трубу с идентификатором
71 }

```

Рисунок 3.5 – Ініціалізація периферійних модулів.

```

36 void ReadSetting() {
37
38     ConTypeRead = eeprom_read_byte(0);
39     for(int i = 1, n = 0; i < 7; i++, n++){
40         mac[n] = eeprom_read_byte(i); // MAC-адрес
41     }
42     for(int i = 7, n = 0; i < 12; i++, n++){
43         ip[n] = eeprom_read_byte(i); // IP-адрес
44     }
45     for(int i = 12, n = 0; i < 17; i++, n++){
46         myDns[n] = eeprom_read_byte(i); // адрес DNS-сервера
47     }
48     for(int i = 17, n = 0; i < 22; i++, n++){
49         gateway[n] = eeprom_read_byte(i); // адрес сетевого шлюза
50     }
51     for(int i = 22, n = 0; i < 27; i++, n++){
52         subnet[n] = eeprom_read_byte(i); // маска подсети
53     }
54     setChannelRead = eeprom_read_byte(27);
55     speedRFRead = eeprom_read_byte(28);
56     mySerialSpeedRead = eeprom_read_byte(29);
57     SerialSpeedRead = eeprom_read_byte(30);
58
59 }

```

Рисунок 3.6 – Зчитування параметрів з EEPROM

Основне тіло програми починається в блоці loop який керує роботою всіх інших процедур (рис 3.7).

```

95 void loop() {
96     ReadSettingPC();
97     if(ConTypeRead == 1){
98         Serial.write(loadCell.weight);
99     }
100    else if(ConTypeRead == 2){
101        mySerial.write(loadcell.weight);
102    }
103    else if(ConTypeRead == 3){
104        server.write(loadcell.weight);
105    }
106    else if(ConTypeRead == 4){
107        radio.write(&loadcell.weight, sizeof(loadcell.weight));
108    }
109    else{
110        ConTypeRead = 1;
111    }
112 }

```

Рисунок 3.7 – Основне тіло програми

3.3 Написання програми для персонального комп'ютера

Розробка програми для персонального комп'ютера проводилася в середовищі розробки Delphi 7 поставляється виробником Borland.

Delphi - імперативний, структурований, об'єктно-орієнтована, високорівнева мова програмування з суворою статичною типізацією змінних. Основна область використання - написання прикладного програмного забезпечення.

Ця мова програмування є діалектом мови Object Pascal. Спочатку мова Object Pascal ставився до дещо іншої мови, який був розроблений у фірмі Apple в 1986 році групою Ларрі Теслера. Однак, починаючи з Delphi 7 в офіційних документах компанії Borland назву Delphi стало використовуватися для позначення мови, раніше відомого як Object Pascal.

На першому етапі розробки програми для персонального комп'ютера було розроблено інтерфейс, який складається з головного екрану, калібрування та налаштувань.

Розглянемо інтерфейс головного екрану (рис. 3.8).

На головному екрані відображається показання ваг, стан датчиків, а також присутня кнопка для перегляду даних з АЦП (необхідна для досвідчених користувачів).

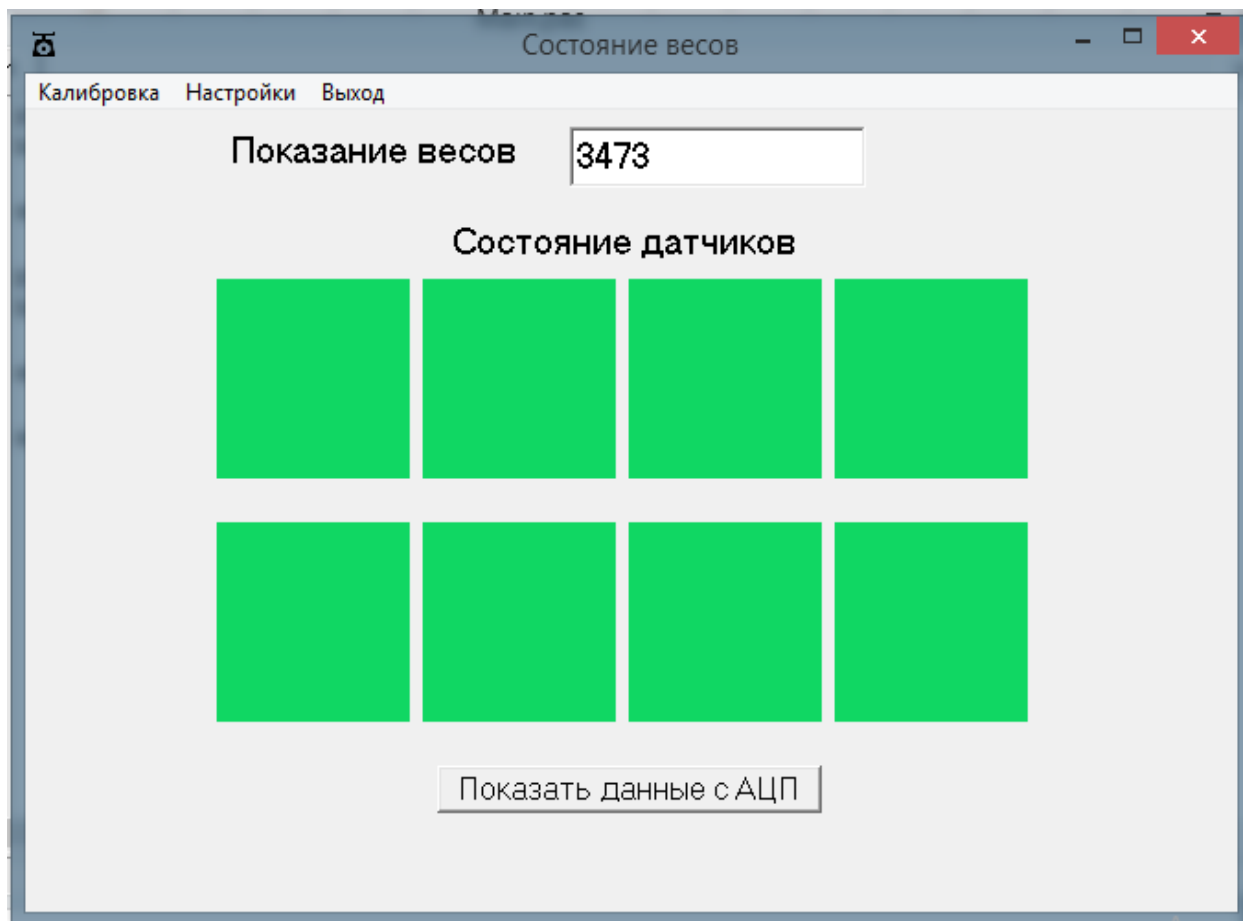


Рисунок 3.8 – Интерфейс головного экрана

Интерфейс калібрування детально показаний на (рис. 3.9).

Знаходячись на екрані калібрування можливо налаштувати тензодатчики на коректну роботу.

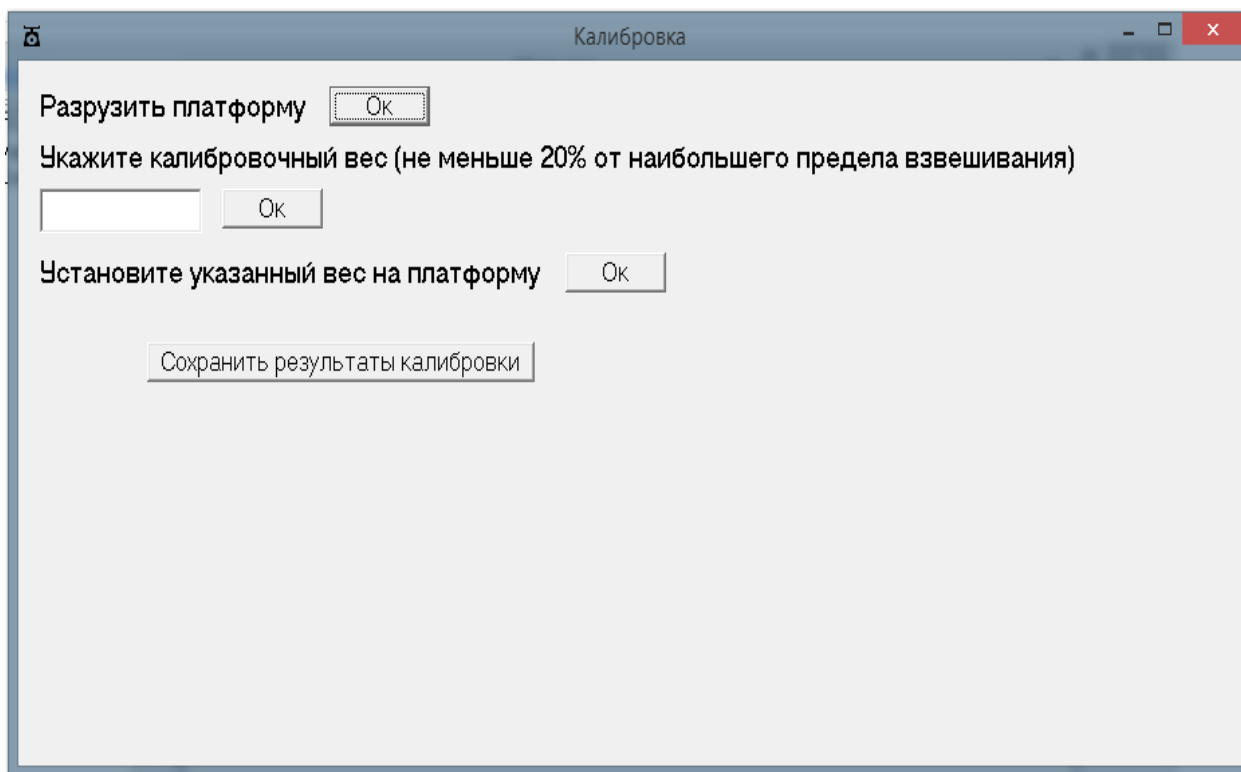


Рисунок 3.9 – Інтерфейс калібрування

Також присутній інтерфейс налаштування пристрою (рис. 3.10). Знаходячись на інтерфейсі налаштувань можливо виконати налаштування таких параметрів як:

- кількість тензодатчиків;
- спосіб з'єднання;
- вибрати COM порт (якщо використовується підключення за допомогою RS232 або RS485);
- вибрати IP адресу та порт (якщо використовується підключення Ethernet);
- вибрати канал та швидкість передачі сигналу (для радіо модуля).

Настройки

Кол-во тензодатчиков

Способ соединения

Выбор COM порта (RS232/RS485)

Выбор IP адреса и порта (Ethernet)

IP адрес Порт

Выбор канала и скорости передачи (NRF)

Канал Скорость

Рисунок 3.10 – Интерфейс наладки

4 МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОГРАМНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ ЗЛАМАНИХ ТЕНЗОДАТЧИКОВ

Принцип роботи з апаратною частиною системи програмної компенсації окремих тензодатчиків наведено нижче. Вимірювання ваги можливо спостерігати на головному екрані тільки після проходження калібрування та налаштувань пристрою. Калібрування та налаштування виконується при першому запуску пристрою, або в разі коли необхідно виконати повторне калібрування.

Для того, щоб налаштувати пристрій необхідно перейти у «Налаштування» на головному екрані (рис. 4.1).

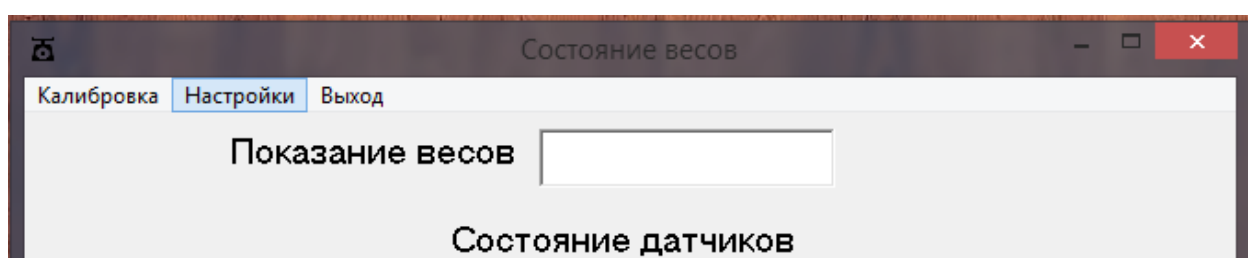


Рисунок 4.1 - Перехід у режим налаштувань

У налаштуваннях необхідно вибрати кількість датчиків використовуваних на платформених вагах (рис 4.2).

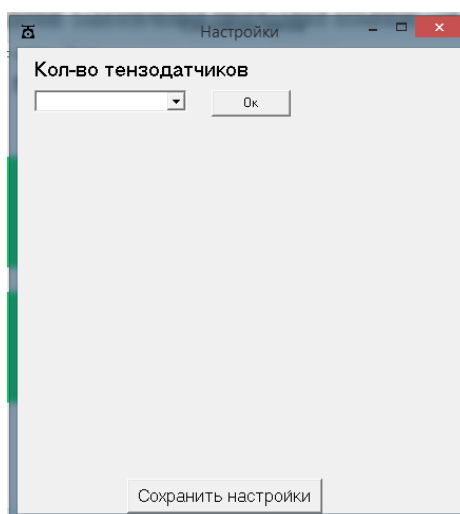


Рисунок 4.2 - Обираємо кількість датчиків

Далі обираємо спосіб підключення всього їх 4 (рис 4.3).

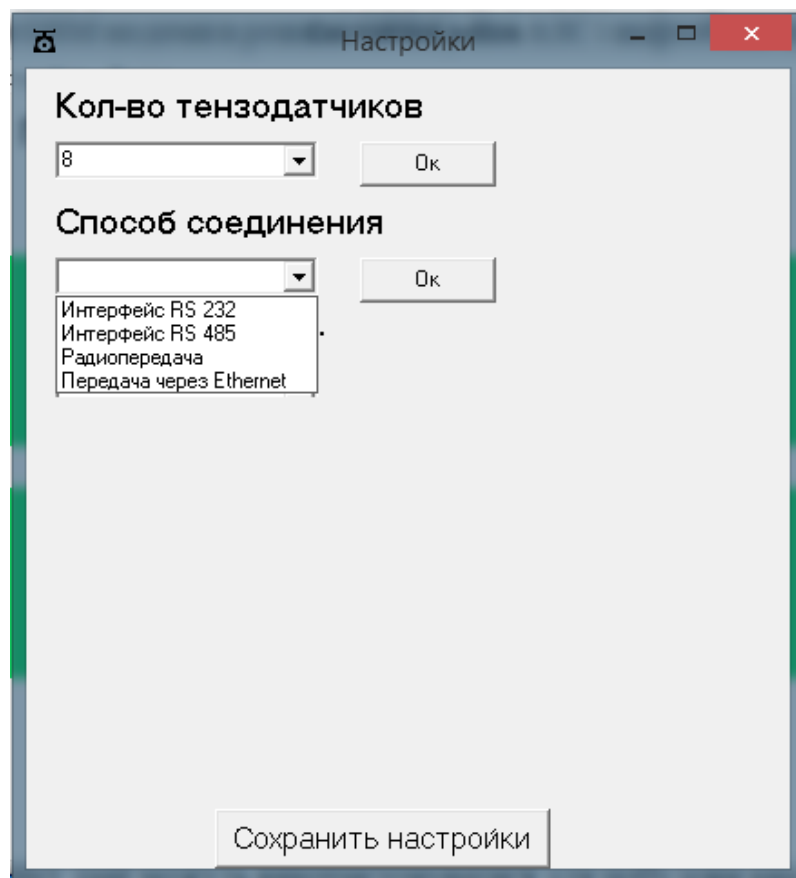


Рисунок 4.3 - Обираємо спосіб підключення

У кожного способу підключення є свої налаштування, так наприклад, якщо користувач вибрав спосіб підключення "Интерфейс RS232" або "Интерфейс RS485", то необхідно вибрати COM порт по якому буде виконуватися передача даних (рис 4.4), для радіопередачі необхідно вибрати канал і швидкість передачі (рис 4.5), для передачі через Ethernet необхідно вибрати IP адресу та порт (рис 4.6).

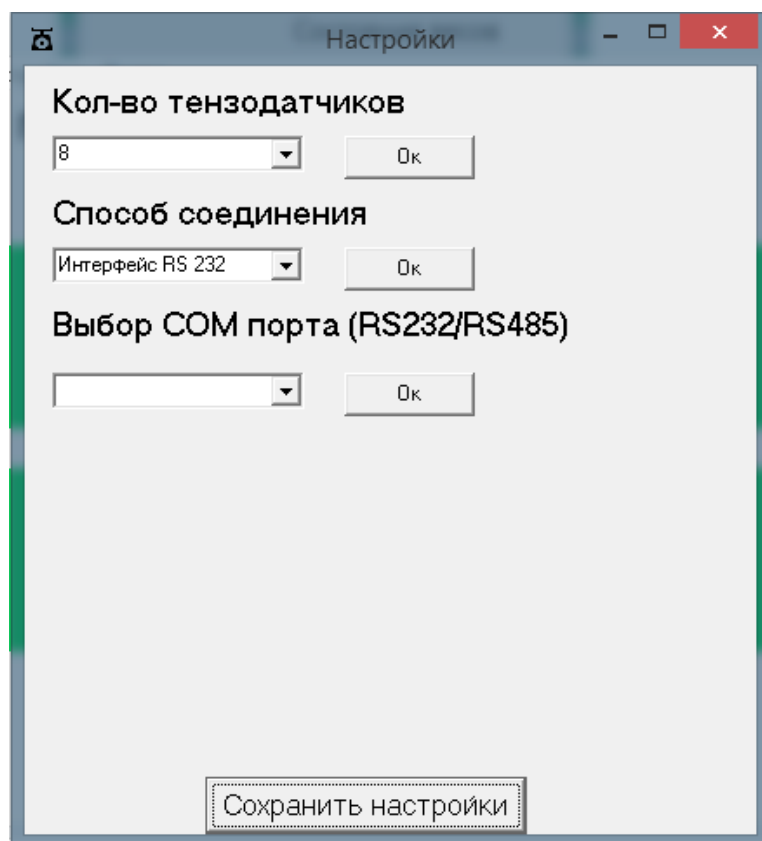


Рисунок 4.4 – Налаштування інтерфейсів RS232 та RS485

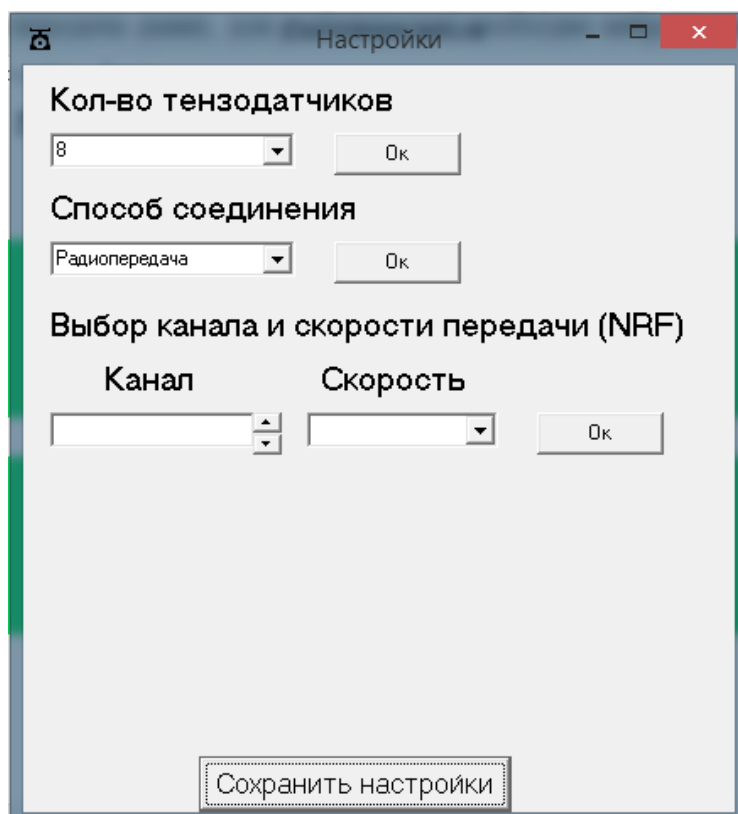


Рисунок 4.5 – Налаштування радіопередачі

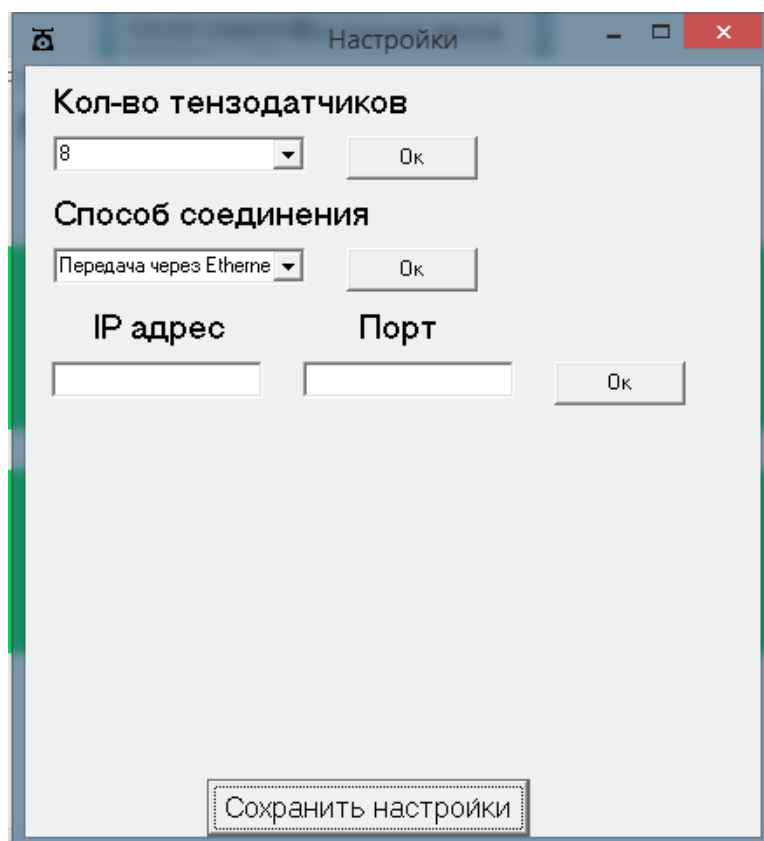


Рисунок 4.6 – Налаштування Ethernet

Після виконання всіх налаштувань необхідно натиснути на кнопку «Сохранить настройки», всі налаштування будуть збережені у пам'яті мікроконтролера навіть після вимкнення живлення.

Наступним кроком повинно виконати калібрування пристрою. Для цього на головному екрані в панелі інструментів необхідно вибрати режим калібрування (рис 4.7).

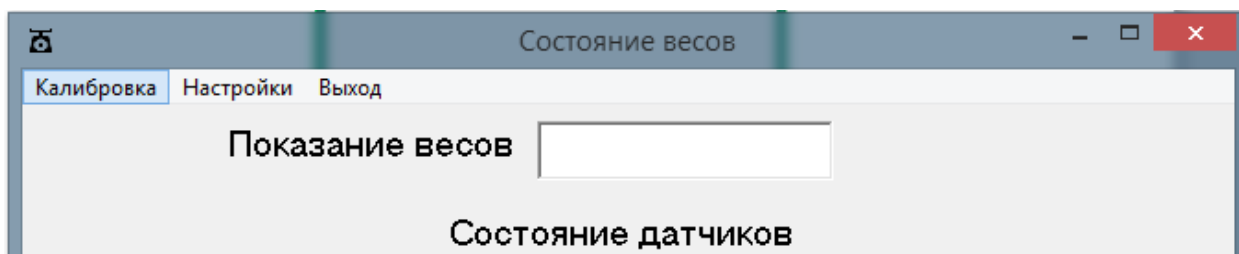


Рисунок 4.7 - Перехід у режим калібрування

Режим калібрування проходить в 3 етапи.

На першому етап необхідно повністю розвантажити платформу і натиснути кнопку "Ок" (рис 4.8).

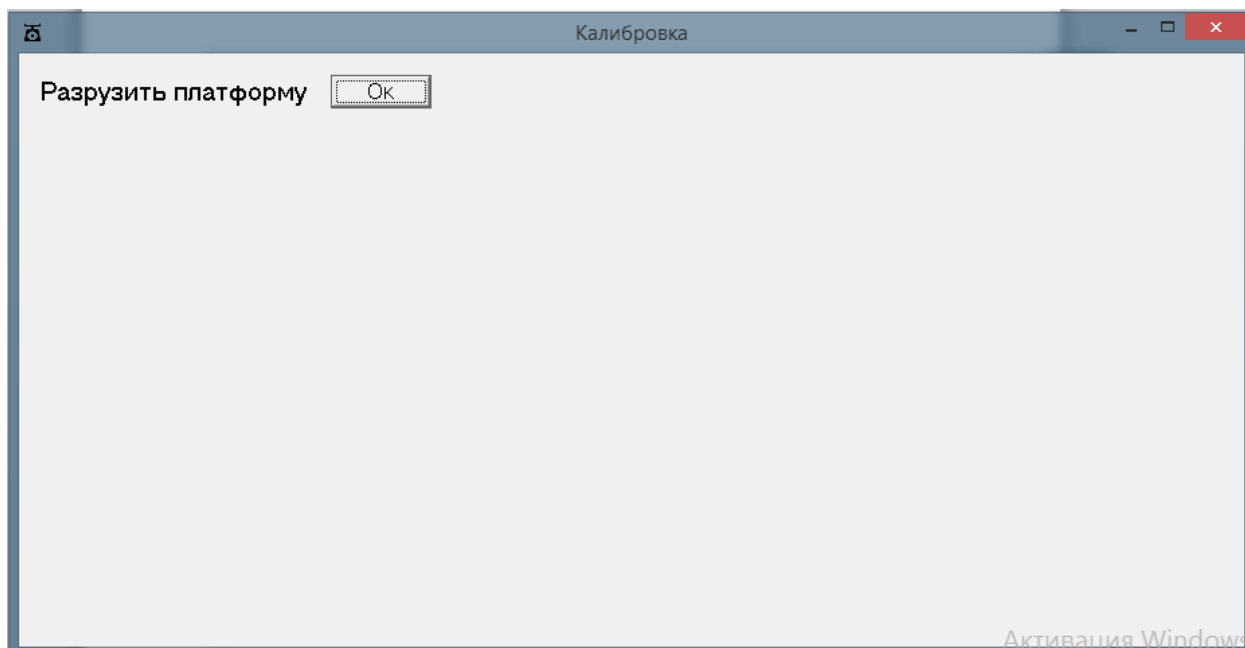


Рисунок 4.7 – Перший етап калібрування (розвантаження платформи)

На другому етапі користувачу необхідно встановити на платформу вантаж, вага якого відома. Вага встановленого вантажу не може бути меншою від 20% найбільшої межі зважування!

Відому вагу необхідно ввести в віконці, що з'явилося (рис. 4.8).

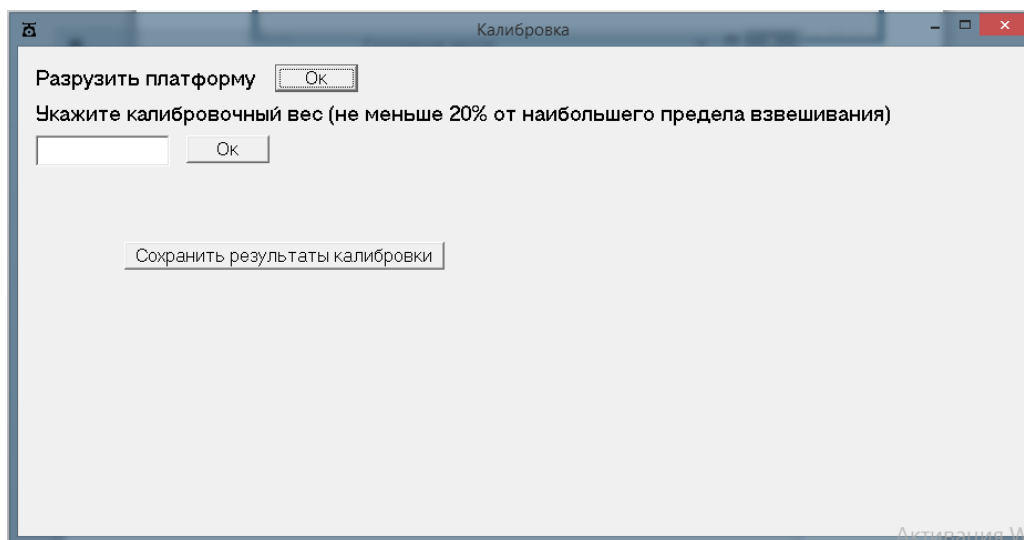


Рисунок 4.8 - У віконці, що з'явилося необхідно ввести калібрувальну вагу

На третьому етапі необхідно завантажити платформу і натиснути кнопку "Ок" (рис 4.9).

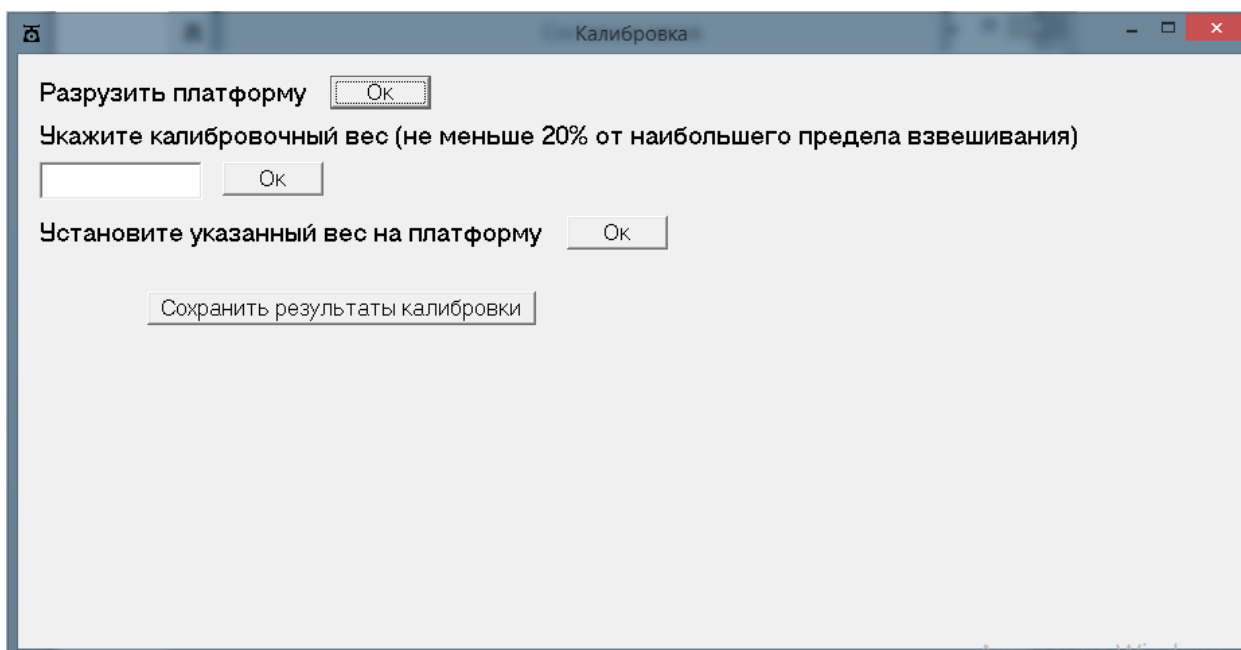


Рисунок 4.9 – Третій етап калібрування (завантаження платформи)

Після натискання на кнопку "Ок" вантаж зберігається в пам'яті мікроконтролера. Наступною дією необхідно натиснути "Сохранить результаты калибровки". Після чого пристрій виконує калібрування і стає повністю готовим до роботи.

Після проходження користувачем всіх налаштувань і калібрування ми переходимо на головний екран, де можемо спостерігати показання ваги та стан тензодатчиків.

У разі коли всі датчики справні їх колір буде зелений (рис 4.10).

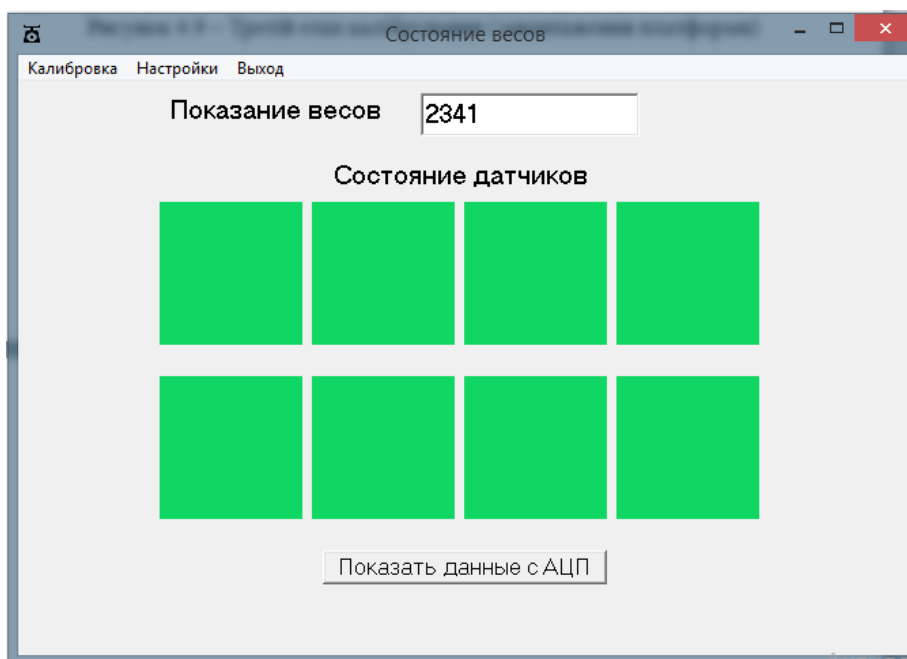


Рисунок 4.10 – Всі датчики справні та відображаються зеленим коляром

У разі коли один або декілька датчиків вийшли з ладу, їх колір буде червоний (рис 4.11).

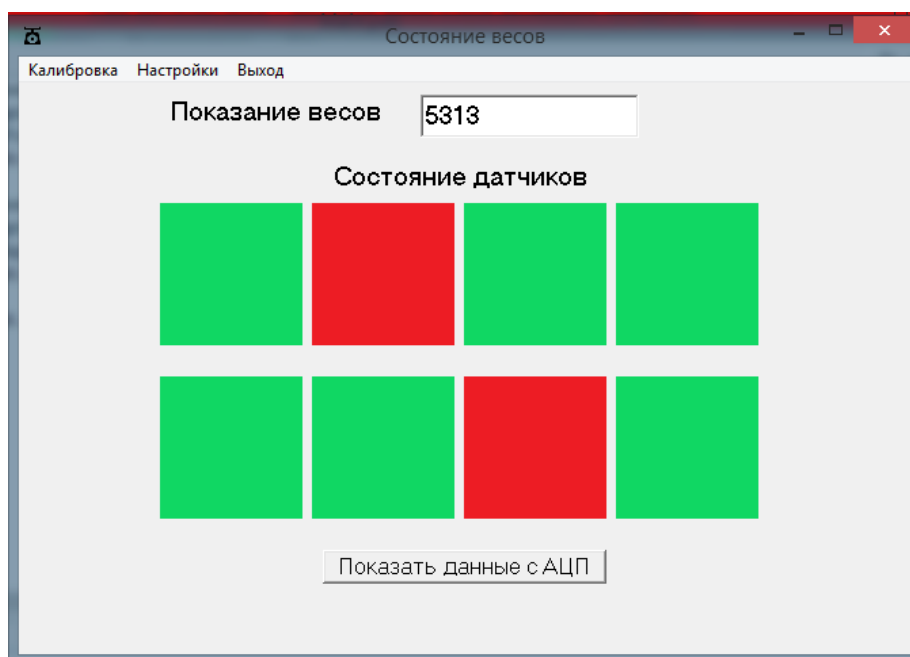


Рисунок 4.11 –Декілька датчиків, що вийшли з ладу

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Розроблена магістерська робота «Система програмної компенсації відмови окремого тензOMETричного датчика для платформених ваг з різними видами комутації вимірювального сигналу» призначена для компенсації роботи окремого тензOMETричного датчика у разі його виходу із ладу.

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 2019 року. Тривалість робіт визначають за формулою (5.1):

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

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

Q - трудомісткість, людино-днів;

R - кількість виконавців, чол.

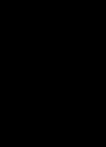
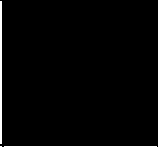
Отримана інформація зведена в табл. 5.1

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 Радіотехнік	3 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 Радіотехнік	5 5
7. Аналіз отриманих результатів	4	8,8	Програміст Радіотехнік	2 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						
	01.09-07.09.19	07.09-12.09.19	12.09-17.09.19	17.09-27.09.19	27.09-02.10.19	02.10-12.10.19	12.10-16.10.19
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):

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

Підставивши величину основної заробітної плати в формулу (5.2), отримуємо:

$$ЗП_{\text{доп}} = 10000 \cdot 0,1 = 1000 \text{ грн} \quad (5.3)$$

5.2.3 Відрахування на єдиний соціальний внесок

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

$$OT = (ЗП_{\text{осн}} + ЗП_{\text{доп}}) \cdot 0,22$$

$$OT = (10000 + 1000) \cdot 0,22 = 2420 \text{ грн.} \quad (5.4)$$

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

Продовження таблиці 5.4

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 (5.5):

$$M = \sum_{i=1}^n (C_i \cdot N_i \cdot (1 + K_{m.з.}) - C_{io} \cdot N_{io}), \quad (5.5)$$

де M - витрати на купівлі напівфабрикатів і комплектуючих виробів, грн.;

$K_{m.з.}$ - коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати;

C_i - ціна i -го найменування напівфабрикату і комплектуючого, грн.;

N_i - потреба в i -му напівфабрикаті і комплектуючому;

C_{io} - вартість зворотних відходів i -го найменування комплектуючого, грн.;

N_{io} - кількість зворотних відходів i -го найменування;

n - кількість найменувань напівфабрикатів і комплектуючих.

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

$$M = (1 + 0,05) \cdot (653) = 685,6 \text{ грн.} \quad (5.6)$$

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

Продовження таблиці 5.5

Транспортно-підготовчі роботи 5%	1043
Разом	21893

Амортизаційні відрахування визначають за формулою (5.7):

$$A = \Phi_{\delta} \cdot \frac{H_a}{100}, \quad (5.7)$$

де Φ_{δ} - 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:

$$A = 21893 \cdot 0,25 = 5473,25 \text{ грн.} \quad (5.8)$$

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

$$C_e = N_n \cdot \Phi_{ef} \cdot K_{зв} \cdot K_{зм} \cdot C_e, \quad (5.9)$$

де N_n - номінальна потужність ЕОМ, кВт;

Φ_{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:

$$C_e = 0,5 \cdot 1800 \cdot 0,9 \cdot 0,6 \cdot 2,68 = 1302,5 \text{ грн.} \quad (5.10)$$

Зарплата обслуговуючого персоналу розраховується за формулою (5.11):

$$ЗП_{обсл} = ФЗП_{г} \cdot (1 + K_{отч}) \cdot \frac{t_{обсл}}{\Phi_{эф.обсл}} \quad (5.11)$$

де $ФЗП_{г}$ - 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;

$\Phi_{эф.обсл}$ - 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.

$$ЗП_{обсл} = 120000 \cdot (1 + 0,22) \cdot 12 / 1750 = 1003,85 \text{ грн.} \quad (5.12)$$

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 (5.13):

$$C_{mo} = P_{екс} \cdot t_{mo}, \quad (5.13)$$

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

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

t_{mo} - 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:

$$P_{екс} = 8773/1800 = 4,87 \text{ грн./машино-год} \quad (5.14)$$

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

$$C_{мо} = 4,87 \cdot 360 = 1754,6 \text{ грн.} \quad (5.15)$$

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.

$$S_{дол.ПЗ} = \frac{Ц_{ПЗWindows} \cdot T_{КТС}}{\Phi_{эф.КТС} \cdot T_{с.ПЗ}} \quad (5.16)$$

$$S_{ціль.ПЗ} = Ц_{ПЗ А} \quad (5.17)$$

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

$S_{ціль.ПЗ}$ - витрати на цільове ПЗ, що купується виключно для розробки програмної частини в розрахунку ПЗ, грн .;

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

$\Pi_{\text{ПЗ А}}$ - ціна ПЗ Компас-Электрик (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.

$$S_{\text{доп.ПЗ}} = \frac{10000 \cdot 360}{1800 \cdot 5} = 400 \text{ грн.} \quad (5.18)$$

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

$$S_{\Sigma} = 400 + 10000 = 10400 \text{ грн.} \quad (5.19)$$

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

Продовження таблиці 5.7

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 (5.20):

$$K_{\text{НДР}} = \frac{J^n \cdot R \cdot T}{B_{\text{НДР}} \cdot t_{\text{НДР}}}, \quad (5.20)$$

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

J^n - важливість роботи;

R - результативність роботи;

T - технічна складність виконання НДР;

$B_{\text{НДР}}$ - 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 $B_{\text{НДР}} > 30$ тис. грн. і $t_{\text{НДР}} \leq 2$ 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_{ϕ}	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:

$$K_{\text{НДР}} = \frac{4^3 \cdot 3 \cdot 2}{50398,6 \cdot 0,03} = 1,12 \quad (5.21)$$

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

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Аналіз потенційних небезпек

Тема дипломного проекту «Система програмної компенсації відмови окремого тензOMETричного датчика для платформених ваг з різними видами комутації вимірювального сигналу», 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.

- неправильні дії персоналу у надзвичайних ситуаціях.

Факторами небезпечного і шкідливого впливу на людину, пов'язаними з використанням електричної енергії, є:

- зорова напруга;
- нервово-емоційні перевантаження;
- протікання електричного струму через організм людини;
- вплив електричної дуги;
- вплив біологічно активного електричного поля;
- вплив біологічно активного магнітного поля;
- вплив електростатичного поля;
- вплив електромагнітного випромінювання (ЕМВ).

Санітарно-гігієнічні умови формуються під впливом на людину навколишнього середовища:

- запиленість повітря;
- вібрація;
- освітлення;
- рівень шуму;
- інфразвук;
- ультразвук;
- електромагнітне поле;
- лазерне, іонізуюче, ультрафіолетове випромінювання;
- мікроклімат;
- мікроорганізми;
- біологічні фактори.

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.

При протіканні через тіло людини електричного струму останній може викликати параліч дихання, параліч серця, смерть. Небезпека ураження електричним струмом посилюється тим, що електрострум невидимий, не має ні кольору, ні запаху. У результаті яких причин може виникнути електротравма.

Механічні ушкодження, які є наслідком впливу шкідливих факторів, пов'язаних з використанням електричної енергії (падіння з висоти, удари), також можуть бути віднесені до електротравм. Крім того, електричний струм викликає мимовільне скорочення м'язів (судоми), яке ускладнює звільнення людини від контакту з струмоведучими частинами.

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 (ГОСТ 12.1.019-79) 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 $6,0 \text{ м}^2$;
- обсяг - не менше ніж $20,0 \text{ м}^3$.

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.

Поверхня підлоги в приміщеннях експлуатації комп'ютерів рівна, без вибоїн, неслизька, зручна для очищення та вологого прибирання, має антистатичні властивості.

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.

У лабораторії температура становлять 22-25 ° С, відносна вологість повітря - 40-60%, швидкість руху повітря - не більше 0,1 м / с. Що відповідно до санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99, входить в межі норми.

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

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

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

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

Виходячи з отриманих даних, необхідно розрахувати оптимальні умови освітлення в приміщенні.

Вхідні дані: $A = 12$ м; $B = 7$ м; $H = 4$ м; $E_n = 200$ лк; $h_p = 0,8$ м; $z = 1,1$; $k_3 = 1,5$.

Для світлих приміщень $\rho_c = 70\%$; $\rho_{ст} = 50\%$; $\rho_n = 30\%$;

Розрахунок кількості рядів світильників у приміщенні

$$N_p = \frac{B}{(H-h_p) \cdot [L/h]} = \frac{7}{(4-0,9) \cdot [1,4]} = 2 \text{ шт.} \quad (6.1)$$

Коефіцієнт світильника $[L / h] = 1,4$.

Розрахунок числового значення індексу приміщення:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A+B)} = \frac{12 \cdot 7}{3,2 \cdot (12+7)} = 1,38 \quad (6.2)$$

де h – висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м.

$$h = \frac{B}{N_p \cdot [L/h]} = \frac{3,5}{1,4} = 2,5 \text{ м.} \quad (6.3)$$

Визначення сумарного світлового потоку в приміщенні:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_n \cdot A \cdot B \cdot k_3 \cdot z}{\eta} = \frac{200 \cdot 12 \cdot 7 \cdot 1,4 \cdot 1,1}{0,50} = 53307 \text{ лм.} \quad (6.4)$$

де η – коефіцієнт використання світлового потоку.

Розрахунок максимальної відстані між рядами і сусідніми світильниками в ряду:

$$L_{max} = \frac{B}{N_p} = \frac{7}{2} = 3,5 \text{ м.} \quad (6.5)$$

Визначення умовної загальної кількості світильників в приміщенні:

$$N_{св}^* = \frac{A \cdot B}{L_{max}^2} = \frac{12 \cdot 7}{3,5^2} = 8 \text{ шт.} \quad (6.6)$$

Розрахунок світлового потоку однієї лампи:

$$\Phi_{л}^* = \frac{\Phi_{\Sigma}}{N_{св}^* \cdot n} = \frac{53307}{8 \cdot 2} = 3332 \text{ лм.} \quad (6.7)$$

Обрані лампи ЛДЦ - 80 зі світловим потоком 3800 люмен. Перерахунок необхідної кількості ламп:

$$m = \frac{\Phi_{л}^*}{\Phi_{л}} = 0,87 \quad (6.8)$$

де m – співвідношення між розрахунковим світловим потоком лампи $\Phi_{\text{л}}^*$ та фактичним світловим потоком вибраної стандартної лампи $\Phi_{\text{л}}$.

Визначення фактичної кількості ламп у приміщенні $N_{\text{л}}$:

$$N_{\text{л}} = N_{\text{св}}^* \cdot m \cdot n = 8 \cdot 0,87 \cdot 2 = 16 \text{ шт.} \quad (6.9)$$

Визначення загальної розрахункової освітленості E_p у приміщенні, що створюється при застосуванні стандартних ламп:

$$E_p = \frac{\Phi_{\text{л}} \cdot N_{\text{л}} \cdot \eta}{A \cdot B \cdot k_3 \cdot z} = \frac{3800 \cdot 16 \cdot 0,52}{12 \cdot 7 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = 228 \text{ лк.} \quad (6.10)$$

При установці по 2 лампи в кожен світильник необхідно 8 світильників.

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.

6.4 Заходи з пожежної безпеки

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

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

Пожежі у лабораторіях становлять особливу небезпеку, тому що пов'язані з великими матеріальними втратами. Характерна особливість таких лабораторій - невеликі площі приміщень. Як відомо, пожежа може виникнути при взаємодії горючих речовин, окислювача і джерел запалювання. У приміщеннях лабораторії присутні всі три основні чинники, необхідні для виникнення пожежі.

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 Сніп 2.04.09-84 «Пожежна автоматика будинків і споруд» з димовими пожежними сповіщувачами та переносними вуглекислотними вогнегасниками ВВК – 1.4 з розрахунку 2 шт. на кожні 20 м² площі приміщення з урахуванням граничнодопустимих концентрацій вогнегасної рідини відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні (z0219-95) і вимог нормативно-технічної та експлуатаційної документації заводу-виробника.

Вогнегасники розташовуються на об'єкті, 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 °C 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.

6.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуація

Рятувальні і невідкладні роботи при ліквідації наслідків стихійного лиха та аварії проводять рятувальні формування, а також залучено працездатне населення.

Роботи, що потребують спеціальної підготовки і залучення потужної техніки, виконують інженерні загони, створені на базі будівельних, ремонтно-будівельних, будівельно-монтажних, дорожньо-будівельних організацій і відділів комунальних господарств.

При стихійних лихах, які не є катастрофічними, всі заходи організовують керівники районів, об'єктів, населених пунктів і начальники загонів служби порятунку.

Начальник цивільного захисту (району, населеного пункту або об'єкта) приймає рішення про проведення рятувальних і невідкладних робіт, в якому вказує: де зосередити основні зусилля, завдання рятувальних загонів і порядок введення їх на об'єкти робіт, початок і тривалість робіт, управління силами, які ведуть роботи.

Рятування людей і матеріальних цінностей є основним завданням при стихійних лихах. Послідовність виконання цього завдання залежить від характеру лиха, його наслідків, наявності та підготовки сил цивільного захисту, періоду року, стану погоди та інших чинників.

У заздалегідь розроблених планах ГО на об'єктах господарювання визначають порядок приведення в готовність та дію рятувальних формувань при стихійних лихах. Плани складаються на основі прогнозування можливих стихійних лих.

Ліквідація наслідків будь-яких стихійних лих полягає в таких діях: оповіщенні формувань і населення про небезпеку стихійного лиха; організації управління рятувальними силами в районі лиха; встановлення ступеня і масштабів руйнувань, затоплення, зараження, пожеж та інших даних виявленні об'єктів і населених пунктів, яким загрожують наслідки

стихійного лиха; визначенні складу, чисельності сил і засобів, що залучаються для рятувальних та інших робіт; організації медичної допомоги постраждалим і евакуації їх в лікувальні установи, виведення населення в безпечні місця; забезпеченні громадського порядку в районі лиха; організації матеріального, технічного та транспортного забезпечення; проведенні інших заходів, спрямованих на підготовку і забезпечення рятували них робіт; ліквідацію наслідків стихійного лиха.

Успіх дій формувань при стихійних лихах у значній мірі залежить від своєчасної організації та проведення розвідки Завдання для розвідки ставить начальник цивільного захисту об'єкта. Він визначає мету розвідки, відомості і на який час необхідно отримати дані, на виконанні яких завдань слід зосередити основні зусилля, які для цього використовувати сили і засоби.

У районі стихійного лиха розвідка визначає:

- межі району лиха і напрямки його поширення;
- об'єкти та населені пункти, яким загрожує небезпека;
- місця знаходження людей і ступінь загрози їм;
- шляхи підходу формувань і техніки до місць роботи, стан пошкоджених будівель і споруд, наявність у них постраждалих, яким необхідна допомога в першу чергу;
- місця аварій на технологічних лініях, комунально-енергетичних мережах і розміри руйнувань на них;
- обсяги робіт, умови їх ведення;
- можливість використання техніки;
- найбільш зручні місця для розбирання завалів і звільнення постраждалих, а також для прокладки шляхів і їх евакуації, стан вододжерел і можливість використання їх для господарських, питних потреб та пожежогасіння, умови і доцільну черговість ведення робіт.

Зібрані дані про характер і обсяг майбутніх робіт розвідники доповідають начальнику у зазначені терміни.

Після землетрусу потрібно знати, скільки людей необхідно розшукати і врятувати, кількість поранених, сімей, що залишилися без житла, які сили і засоби необхідні для відновлення роботи господарства, підприємства, чисельність людей, яких можна додатково залучити для проведення рятувальних і відновлювальних робіт. Оскільки під руїнами можуть бути люди, з допомогою населення потрібно провести суцільне обстеження виробничих приміщень, житлових будинків в районі землетрусу.

Під час роботи забороняється без потреби ходити по руїнах, заходити в зруйновані будівлі і споруди, перебувати поблизу будівель, які можуть обвалитися. Підходити до зруйнованого будинку або споруд дозволяється з найбільш безпечною боку. При огляді внутрішніх приміщень, підвалів - Забороняється використовувати для освітлення відкриті джерела вогню - факели, свічки, газові лампи і ліхтарі.

Заходячи в дуже задимленому і захаращеному приміщенні, потрібно обв'язатися мотузкою, вільний кінець якої передати людині, яка знаходиться при вході, і періодично подавати сигнал про себе

Забороняється палити і користуватися інструментами, які можуть створити іскру, запускати двигуни, машини і механізми поблизу загазованої території або всередині загазованих приміщень.

У будівлях з зруйнованої або пошкодженою електричною мережею забороняється без гумових рукавичок доторкатися електричних проводів і з'єднаних з ними металевих предметів. Роботи проводять тільки після знеструмлення електромереж. При наявності отруйних або сильнодіючих отруйних речовин роботи проводять тільки в індивідуальних засобах захисту органів дихання та шкіри. В умовах запиленості (будівельний пил та ін.) Для захисту органів дихання використовують ватно-марлеві пов'язки, протипилові тканинні маски і респіратори.

Населення потрібно інформувати про ситуацію, що склалася та як себе поводити. Інформація повинна бути чіткою, ясною, а в завданні на проведення робіт слід конкретно вказати: хто, коли і що повинен зробити.

Від цього буде залежати і успіх проведення рятувальних і невідкладних робіт в районі небезпечного стихійного лиха.

Для порятунку населення необхідно терміново покинути зону можливого поширення зсуву або селевого потоку. З оповіщенням про наближення зсуву або селевого потоку або при появі перших ознак потрібно загасити печі, вимкнути освітлення і електроприлади, перекрити газові крани, попередити сусідів і попрямувати в безпечне місце.

Якщо до селевого потоку потрапили люди, їм надають допомогу із застосуванням засобів, які є поблизу, канатів, дощок, мотузок, жердин.

Виводити постраждалих з селевого потоку треба у напрямку руху і з поступовим наближенням до його краю.

Рятувальні формування ГО і населення повинні бути готові до проведення рятувальних та невідкладних робіт з метою ліквідації наслідків зсуву або селевого потоку.

Формування цивільної оборони і населення повинні бути готовими в районі урагану, бурі, смерчу до проведення таких робіт:

- евакуації населення, сільськогосподарських тварин і матеріальних цінностей з небезпечних районів;
- розшуку та звільненні постраждалих з-під зруйнованих будівель і споруд, надання першої медичної допомоги та доставки їх в лікувальні установи; гасіння пожеж;
- порятунку людей і сільськогосподарських тварин, що знаходяться в палаючих або напівзруйнованих будівлях;
- ліквідації аварій на виробничих об'єктах, комунальних та енергетичних мережах.

Під час та після снігових заметів органам управління ГО, керівникам господарств та установ, населенню потрібно бути готовими до проведення таких робіт:

- розшуку зниклих людей і сільськогосподарських тварин, надання першої медичної допомоги;

- розчищення снігових заметів на дорогах, вулицях, навколо тваринницьких ферм і виробничих будівель;
- надання допомоги поїздам та автотранспорту, яких снігові замети застали в дорозі;
- ліквідації аварій на комунальних і енергетичних мережах.

При сніжній бурі, особливо вночі, роботи слід виконувати тільки групами з таким розрахунком, щоб кожна людина знаходився в полі зору інших працівників. Для ліквідації снігових заметів застосовують снігоочисні машини, бульдозери, екскаватори, грейдери. Для зв'язку, поставки продуктів, кормів, палива використовують гусеничні трактори. На дорогах виставляють покажчики і орієнтири.

При спільних діях особового складу формувань цивільного захисту та населення, при високій дисципліні і організованості населення можна значно зменшити наслідки стихійного лиха.

В Україні в порівнянні з іншими розвиненими країнами, - високий рівень антропогенізації території, техногенне навантаження на природне середовище більше в 5-6 разів, окремо виділяється група природно-техногенних небезпечних явищ, пов'язаних з експлуатацією гребель, водосховищ, проведенням заходів по меліорації та водопостачання, гірських видобувних робіт. Крім того, завжди є загроза стихійних лих промисловим та сільськогосподарським об'єктам і спорудам. Руйнування або пошкодження об'єктів з небезпечними виробництвами може призвести до пожеж, вибухів, викидів небезпечних речовин, радіоактивним забрудненням, затоплень територій. Стихійні лиха можуть бути причиною аварій на електроенергетичних спорудах та мережах, транспортних аварій, великих руйнувань, травм, психічних розладів, паніки.

Тому захист населення, навколишнього природного середовища, промислових споруд та об'єктів від загрози природних факторів, а також надзвичайних ситуацій техногенного походження є важливим державним завданням.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі розглянуто важливу науково - практичну задачу – розроблено систему програмної компенсації відмови окремого тензOMETричного датчика для платформених ваг з різними видами комутації вимірювального сигналу.

Розробка системи програмної компенсації дозволить продовження вагових робіт на виробництві при виході з ладу окремого тензодатчика за допомогою програмної компенсації.

Зважування вантажів є першорядним дією при обліку вантажу. Для зважування можуть використовуватися різні конструкції і типи ваг. Будь-яке виробництво, транспортування, складське зберігання не обійдуться без вагового обладнання. Сьогодні є цілий ряд модифікацій ваг, велика частина яких має можливість функціонувати з електронним обладнанням, а так само підключатися до комп'ютера для подальших дій з підсумками зважування.

Електронні ваги дозволяють вести документальну реєстрацію і передавати результати зважування на віддалені відстані.

В роботі було досліджено необхідність програмної компенсації, розглянуто принцип роботи тензOMETричних платформених ваг та їх типи.

У якості технології виготовлення пристрою було обрано комбінований позитивний метод. Як матеріал друкованої плати був обраний текстоліт товщиною 1,5 мм.

Під час використання програмної компенсації, програма визначає датчик, що вийшов з ладу та більше не враховує його значення, сповіщаючи про це користувача. На основі даного метода була розроблена конструкція тензOMETричних платформених ваг, що містить у своєму складі корпус, інтерфейсного модуля UART TTL-RS-485, роз'єму для підключення інтерфейсу RS232, радіомодулю, модулю Ethernet, АЦП НХ 711 та мікроконтролер ATmega, який керує процесами зважування та передачі інформації.

Запропонована конструкція платформених ваг дозволяє отримувати результати зважування високої точності навіть при виході з ладу одного із тензOMETричних датчиків.

Конструкція відповідає технологічним нормам виготовлення, нормам кліматичного виконання УХЛ, нормам естетики та ергономіки, а також нормам електрозахисту.

Було проаналізовано економічну частину виготовлення тензOMETричних ваг з програмною компенсацією окремих тензодатчиків, та розраховано НДР. За результатами розрахунків отримано, що коефіцієнт $K \geq 1$, це свідчить про те, що дослідна робота є ефективною.

Розглянуто заходи що до забезпечення охорони праці під час виробництва пристрою ваг. Проведено розрахунки захисного заземлення та визначено заходи під час евакуації у НС на виробництві.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Антонов П.А. Весы: типы и применение. – М.: Точмашприбор, 1998. – 254 с.
2. Берестов. П.С. Весоизмерительное оборудование в складской логистике. – М.: Дело, 2004. – 134 с.
3. Кемени Т. Новейшие достижения в весостроении // Измерение, контроль, автоматизация. – 2001. – №5. – С. 28–35.
4. Пипуныров В.Н. История весов и весовой промышленности в сравнительно-историческом освещении. – М: АСТ, 1995. – 265 с.
5. Сенянский М.В. Как выбрать хорошие автомобильные весы // Агрофорум. – 2008. – №150 (спецвыпуск). – С. 10–12.
6. Топорков А.А. Применение весоизмерительного оборудования на железнодорожных станциях. – Орел: Ермак, 2001. – 98 с.
7. Весоизмерительное оборудование: Справочник / Н.А. Лот – В ков, А.И. Полухи. – 2 – е изд., перераб. и доп. – М. – Агропромиздат., 1989. – 240с.: ил
8. Смирнова В.Ф. «ОПТ уч. Пособие для ВУЗ».
9. Смирнова В.Ф. «Электр. обор. Предприятий торговли» 2008г.
10. 12.0.003-74 Опасные и вредные производственные факторы [Текст] – Введ. 1990–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1978. – 57 с. : ил.
11. ГОСТ 12.1.030-81 Электробезопасность защитное заземление, зануление [Текст] – Введ. 1981–09–01. – М.: Система стандартов безопасности труда, 1979. – 58 с. : ил.
12. ГОСТ 12.1.005 – 88 Общие санитарно- гигиенические нормы к воздуху рабочей зоны [Текст] – Введ. 1989–01–01. – М.: Система стандартов безопасности труда, 1988. – 50 с. : ил.
13. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования [Текст] – Введ. 1992–07–01. – М.: Межгосударственный стандарт, 1991. – 72с. ил.

14. ДСТУ 3891-99 Безпека у надзвичайних ситуаціях [Текст] – Введ. 1992-07-01. – К.: Державний Стандарт України, 1999. – 22 с. :

ДОДАТОК А

Текст програми керуючого мікроконтролера

```
// -- подключение библиотек для ENC28J60 Ethernet
#include <SPI.h>
#include <UIPEthernet.h>
EthernetServer server(2000); // создаем сервер, порт 2000
EthernetClient client; // объект клиент

// -- подключение библиотек для nRF24L01
#include <SerialFlow.h>
#include <nRF24L01.h>
#include <RF24.h>
#include <RF24_config.h>
#define CE_PIN 5
#define CSN_PIN 4
RF24 radio(CE_PIN, CSN_PIN);

// -- подключение библиотеки EEPROM
#include <avr/eeprom.h>

// -- подключение библиотеки АЦП
#include <HX711.h>
HX711 loadCell;
#define DT A2
#define CLK A3

// -- подключение библиотеки для создания программного юарта порты 2 и 3
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(2, 3);
```

```

// -- объявляем переменные
byte mac[] = {};
byte ip[] = {};
byte myDns[] = {};
byte gateway[] = {};
byte subnet[] = {};
byte ConTypeRead, setChannelRead, speedRFRead, mySerialSpeedRead,
SerialSpeedRead;

void ReadSettingEEPROM(){ // считывание данных с EEPROM

    ConTypeRead = eeprom_read_byte(0);
    for(int i = 1, n = 0; i < 7; i++, n++){
        mac[n] = eeprom_read_byte(i); // MAC-адрес
    }
    for(int i = 7, n = 0; i < 12; i++, n++){
        ip[n] = eeprom_read_byte(i); // IP-адрес
    }
    for(int i = 12, n = 0; i < 17; i++, n++){
        myDns[n] = eeprom_read_byte(i); // адрес DNS-сервера
    }
    for(int i = 17, n = 0; i < 22; i++, n++){
        gateway[n] = eeprom_read_byte(i); // адрес сетевого шлюза
    }
    for(int i = 22, n = 0; i < 27; i++, n++){
        subnet[n] = eeprom_read_byte(i); // маска подсети
    }
    setChannelRead = eeprom_read_byte(27);
    speedRFRead = eeprom_read_byte(28);
    mySerialSpeedRead = eeprom_read_byte(29);

```

```

SerialSpeedRead = eeprom_read_byte(30);

}

void initDevices(){
    mySerial.begin(mySerialSpeedRead); // инициализация периферийный
    Serial.begin(SerialSpeedRead);
    radio.begin();
    server.begin();
    Ethernet.begin(mac, ip, myDns, gateway, subnet); // инициализация
    контроллера
    radio.setChannel(setChannelRead); // Указываем канал передачи данных (от 0
    до 127)
    radio.setDataRate    (RF24_1MBPS);// Указываем скорость передачи данных
    radio.setPALevel    (RF24_PA_HIGH);// Указываем мощность передатчика
    radio.openWritingPipe (0x1234567890LL);// Открываем трубу с
    идентификатором
}

void initloadCell(){ // инициализация АЦП
    loadCell.begin(DT, CLK);
    loadCell.set_scale(5895655);
    loadCell.set_offset(50682624);
}

void ReadSettingPC(){ // считывание данных с ПК
    if(Serial.available() > 0 || mySerial.available() > 0){
        if(Serial.available() > 0){
            ConTypeRead = Serial.parseInt();
        }
    }
}

```

```

    if(mySerial.available() > 0){
        ConTypeRead = mySerial.parseInt();
    }
}

void setup() {
    ReadSettingEEPROM(); // инициализация микроконтроллера
    initDevices();
    initloadCell();
}

void loop() {
    ReadSettingPC(); // считываем настройки с ПК
    if(ConTypeRead == 1){ // выбор режима работы
        Serial.write(loadCell.weight);
    }
    else if(ConTypeRead == 2){
        mySerial.write(loadcell.weight);
    }
    else if(ConTypeRead == 3){
        server.write(loadcell.weight);
    }
    else if(ConTypeRead == 4){
        radio.write(&loadcell.weight, sizeof(loadcell.weight));
    }
    else{
        ConTypeRead = 1;
    }
}

```