

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Механічний факультет
Кафедра метрології та безпеки життєдіяльності

ДИПЛОМНА РОБОТА

бакалавра

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ВИМОГ
ДО ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ
ЕЛЕКТРОННОГО ІНДИКАТОРА ПІДРИВНИХ ПРИСТРОЇВ

Завідувач кафедри МБЖД, канд. техн. наук



О.І. Богатов

Нормоконтролер, канд. техн. наук



М. В. Москаленко

Керівник канд. техн. наук



І.О. Серікова

Студент гр. ММ-41-19



О.С. Бесараб

Харків 2023

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Факультет механічний

Кафедра метрології та безпеки життєдіяльності

Освітній рівень бакалавр

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри



Богатов О.І.

«3» квітня 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Бесарабу Олександрю Сергійовичу

1. Тема роботи: Розроблення метрологічних вимог до вимірювальних перетворювачів електронного індикатора підривних пристроїв.

Керівник роботи Серікова Ірин Олексіївна, канд. техн. наук, доцент.

Затверджені рішенням Вченої ради механічного факультету "31" березня 2023 року протокол № 31.

2. Строк подання студентом роботи 10.06.2023 р.

3. Вхідні дані до роботи: 1 Електронний модуль визначення коливань автомобіля. Датчик прискорення.

4. Перелік питань, які потрібно розробити: 1. Вступ, 2. Стан питання. 3. Теоретичне обґрунтування вибраного напрямку. 4. Огляд існуючих рішень. 5. Розробка модулю визначення коливань автомобіля. 6. Надійність. 7. Охорона праці.

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

6. Консультанти по роботі, із зазначеним розділом роботи, що стосується їх.

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
4	Канд. техн. наук, проф. Богатов О. І.	03.04.2023	08.06.2023



7. Дата видачі завдання 03 квітня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вивчення літератури	3 квітня – 17 квітня 2023 р.	виконано
2.	Вивчення особливостей визначення встановлення підричних пристроїв в автомобіль	18 квітня – 24 квітня 2023 р.	виконано
3.	Теоретичне обґрунтування вибраного напрямку	19 квітня – 26 квітня 2023 р.	виконано
4.	Огляд існуючих рішень	27 квітня – 15 травня 2023 р.	виконано
5.	Формулювання висновків.	24 травня – 27 травня 2023 р.	виконано
6.	Оформлення пояснювальної записки	28 травня – 4 червня 2023 р.	виконано
7.	Створення презентації на Power Point	5 червня – 7 червня 2023 р.	виконано
8.	Подання роботи керівнику	8 червня 2023 р.	виконано
9.	Подання роботи на рецензію	10 червня 2023 р.	виконано

Студент



Бесараб О.С.

Керівник роботи



Серікова І.О.

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 83 с., 18 рис., 18 табл., 2 додатки, 22 джерела.

АНАЛОГО-ЦИФРОВИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ, ДАТЧИК ПРИСКОРЕНЬ, ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ АВТОМОБІЛІВ, МЕТРОЛОГІЧНІ ВИМОГИ, ПІДРИВНІ ПРИСТРОЇ

Об'єкт дослідження - системи визначення підривного пристрою.

Мета роботи – розробка метрологічних вимог до електронного блоку визначення підривного пристрою в автомобілі.

Методи дослідження – системного аналізу, математичного моделювання, математичної статистики і теорії похибок вимірювань.

Проведений аналіз метрологічних характеристик існуючих методів, що дозволяють визначити присутність підривних пристроїв. Обґрунтовано використання безконтактного модулю визначення коливань, що заснований на роботі датчику прискорень. Запропоновано метрологічні характеристики, яким повинна відповідати система визначення наявності вибухівки в салоні автомобілю, що складається з датчика, робота якого заснована на вимірюванні прискорення, блоку нормування сигналу з датчика та мікроконтролерного блоку аналізу інформації.

Розроблена математичну модель запропонованої системи, виконані необхідні розрахунки. Змодельована робота датчику прискорень, аналого-цифрового перетворювача зі схемами узгодження.

Результати роботи можуть бути також використані у вищих навчальних закладах при підготовці фахівців за спеціальністю 152 "Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка".

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Аналіз метрологічних характеристик способів визначення підривних пристроїв	6
2 Розробка системи визначення встановлення підривних пристроїв в автомобіль	28
3 Розроблення метрологічних вимог до вимірювальних перетворювачів електронного індикатора підривних пристроїв	31
3.1 Метрологічні характеристики системи визначення коливань	31
3.2 Розрахунок компонентів датчика	33
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	41
4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів.....	42
4.2 Умови праці на робочому місці	42
5 Екологічна безпека.....	53
5.1 Норми концентрації свинцю	53
5.2 Вплив свинцю на здоров'я дітей	56
Висновки	60
Перелік посилань.....	61
Додаток А Програмне забезпечення модулю.....	63
Додаток Б Ілюстративний матеріал до дипломної роботи бакалавра	70

ВСТУП

Явище тероризму в сучасності набуває все більш розповсюджений характер. Однією з актуальніших задач по боротьбі з цим злочинством є виявлення підричних пристроїв. Автомобільні бомби використовуються в багатьох випадках диверсій проти конкретної людини. Наряду з цим, виявлення встановлення підричного пристрою викликає ряд труднощів. Вчасно виявити закладену бомбу, з використанням мінімуму засобів та часу і є найактуальнішою проблемою служб безпеки.

Застосування електронної системи виявлення встановлення підричного пристрою дозволяє максимально ефективно проводити роботу співробітникам служби безпеки. Також можливо передавати данні становища автомобілю безпосередньо на пульт охорони служб безпеки.

Для виявлення найбільш ефективної системи виявлення встановлення підричного пристрою в автомобіль необхідно зробити огляд існуючих методів, та скласти найбільш надійну схему роботи модулю. Це означає, що для надійного функціонування система повинна бути найбільш простішою та мати функції самотестування.

1 АНАЛІЗ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СПОСОБІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПІДРИВНИХ ПРИСТРОЇВ

Способи виявлення підривних пристроїв. Демаскуючі ознаки підривного пристрою обумовлені головним чином наступними факторами:

- наявністю підривної речовини у конструкції підривного пристрою;
- наявністю антени з радіоприймальним пристроєм підривного пристрою, що має радіоуправління;
- наявністю годинного механізму або електронного таймера (часового підривача);
- наявністю провідної лінії керування;
- наявністю локально розташованої маси металу;
- неоднорідностями середовища, що вміщає (порушення поверхні ґрунту, дорожнього покриття, стіни будинку, порушення кольору рослинності або сніжного покриву та подібне);
- наявністю теплового контрасту між місцем установки й навколишнім середовищем;
- характерною формою підривного пристрою.

Підривний пристрій містить, як правило, від декількох десятків грамів до декількох кілограмів підривної речовини. Тому підривний пристрій в принципі можна виявити шляхом реєстрації газоподібних випарів продуктів повільного розкладання або випару підривної речовини. Реєстрація може здійснюватися за допомогою хімічного, спектрометричного та інших способів. Концентрація парів підривної речовини досягає від 10^{-7} г/л до 10^{-8} г/л у поверхні ґрунту над місцем установки протитанкової міни (при позитивній температурі), що перебуває на глибині 5 см. Поблизу підривного пристрою без шару, що маскує, концентрація парів підривної речовини може бути на кілька порядків вище. Хімічний спосіб виявлення підривної речовини реалізується в аерозольних тестах. Наприклад, вітчизняний комплект аерозолів "Expray"

(ОСТ-731) дозволяє виявити практично всі види підривної речовини (тротил, тетрил, динаміт, нітрогліцерин, нітроцелюлозу, оксид пікрина). Наявність того або іншого кольору, що проявляється на тестовому папері, дозволяє довести, що в об'єкті, що перевіряється, (кейсі, коробці, листі) перебуває підривна речовина. Проведення повного тесту займає не більше хвилини.

Слід зазначити, що в теперішній час кращим детектором підривної речовини є собачий ніс. Спеціально навчені собаки мінно-пошукової служби здатні вибірково виявляти досить малі кількості підривної речовини. При цьому заряд підривної речовини може бути в ґрунті, багажі пасажирів, кейсі, автомобілі й подібному. На жаль, ефективність пошуку залежить від психофізіологічного стану собаки. Собаки повинні постійно тренуватися. Пропуски в роботі або тренуванні більше двох місяців неприпустимі. При високій температурі (від 25 °С до 30 °С) собаки здатні працювати не більше від 30 хв до 40 хв., а потім потрібен відпочинок у тіні як мінімум протягом від 1 год до 2 год. Бажано, щоб при пошуку підривної речовини собаку не відволікали сторонні люди, шум техніки й подібне.

Виявлення підривних пристроїв, що мають радіоуправління, може здійснюватися шляхом використання методу нелінійної радіолокації. Існуючі вітчизняні переносні прилади нелінійної локації "Октава", "Об", "Онега", а також закордонні прилади, призначені для виявлення пристроїв, що містять напівпровідникові елементи (транзистори, діоди, мікросхеми й подібне) у своїй конструкції. Електронна схема об'єкта пошуку (підривного пристрою) може перебувати як у включеному, так і у виключеному стані. За допомогою цих приладів можливо також виявлення підривних пристроїв, що містять електронні таймери (часові підривачі).

Об'єкти пошуку можуть розташовуватися в напівпровідному середовищі (ґрунті, воді, рослинності), а також у стінах будинків, столах, усередині автомобілів і інших місцях. Пошук утруднений тільки в безпосередній близькості від електронних обчислювальних машин, факсів, деяких сучасних

телефонів і інших пристроїв, що містять напівпровідникові радіодеталі у своїй конструкції. Прилади нелінійної локації складаються з антенного пристрою (на телескопічній штанзі) і приймально-передавального блоку. Для розширення тактичних можливостей приладу в прийомному й передавальному пристроях передбачене регулювання як чутливості, так і потужності. Контроль працездатності приладу здійснюється за допомогою нелінійного імітатора.

Прилади нелінійної локації працюють, як правило, в дециметровому діапазоні радіохвиль. Їхні характерні розміри становлять від 0,2 м до 0,4 м, маса від 4 кг до 8 кг. Дальність виявлення підривного пристрою з радіоелектронними пристроями від 1,5 м до 2 м. Час роботи від автономних джерел живлення від 4 год до 6 год.

Втім, необхідно відзначити, що в окремих випадках можливий підриив найпростіших неекранованих саморобних підриивних пристроїв, що мають радіоуправління, при піднесенні до них впритул антенного пристрою приладу нелінійної локації. За кордоном випускаються спеціальні переносні "винищувачі бомб" (Bomb Ranger), що підриивають підриивні пристрої на радіоуправлінні шляхом швидкого перебору можливих команд керування на відстані до 1 км. Встановлений заздалегідь в автомобіль, що охороняється, він викличе підриив підриивного пристрою й урятує життя власника автомобіля.

Підриивні пристрої з годинним замикачем (підриивачем) можуть виявлятися шляхом використання портативних контактних мікрофонів (фонендоскопів). Ці прилади дозволяють знімати акустичну інформацію через стіни, стелі й інші конструкції, що обгороджують, навколо підриивного пристрою. Для зниження рівня зовнішніх шумів датчик необхідно закріплювати в тих місцях конструкцій, де вони тонше всього й не дуже щільні.

Провідні лінії керування підриивного пристрою можна виявляти в польових умовах шляхом застосування переносних електромагнітних дротопошукачів (кабелеискателей) (R-210, P-480 - США й подібні).

Вони містять у собі передавальні й прийомний блоки, що закріплюються на кінцях несучої штанги довжиною від 1 м до 1,4 м. Робочі частоти від 40 кГц до 100 кГц. Глибина виявлення кабельних ліній, що перебувають у ґрунті, керування до 1 м. Швидкість ведення пошуку від 2 км/год до 3 км/год. Маса приладів від 4 кг до 6 кг.

Металеві елементи конструкції підривного пристрою можуть виявлятися із застосуванням переносні й стаціонарних ("ворота") металопошукачів. В них використовуються два методи виявлення - індукційний або магнітометричний.

Перший забезпечує виявлення як кольорових, так і чорних металів. Другий - тільки чорних (сталь і її сплави), але він більше чутливий, чим перший метод. Наприклад, вітчизняні індукційні портативні детектори металів АКА-7202 (маса 0,4 кг) і "СТЕРХ-92АР" (маса 1,5 кг) забезпечують виявлення пістолета на відстані від 0,4 м до 0,6 м, автомата від 1 м до 1,2 м.

Більше чутливий прилад "СТЕРХ-92АР" забезпечує, крім того, селекцію предметів на чорні й кольорові метали. Дальність виявлення металевих предметів у ґрунті й прісній воді практично така ж, як і в повітрі. Вітчизняний металопошукач аркового типу ("ворота"), марка ОСТ-751, служить для виявлення металевих предметів при проході через дверний проріз, аркову перегородку й подібного. Можливе налаштування чутливості безпосередньо на конкретний предмет (гранату, пістолет, холодну зброю й інше). Ширина аркового прорізу від 90 см до 120 см. Прилад призначений для використання в банках, офісах, митних службах і інших організаціях для припинення несанкціонованого проносу зброї, апаратури, підривних пристроїв, дорогоцінних металів.

Досить зручні й надійні в експлуатації ферозондові металопошукачі фірми ФЕРСТЕР (Німеччина), що використовують магнітометричний метод виявлення. З найбільш мініатюрних закордонних індукційних металопошукачів слід зазначити прилад LBD-105 (США), призначений для швидкого огляду

людей, багажу, офісних меблів і подібного з метою виявлення підричних пристроїв, стрілецької й холодної зброї.

Неоднорідності середовища, що вміщає, у місці установки підричного пристрою можна реєструвати за допомогою спектрозональних і поляризаційних портативних оптичних приладів. Подібні переносні прилади використовуються в будівництві для дистанційного контролю якості різних конструкцій (залізобетонних і металевих балок, опор і подібного).

У нічний час ефективно застосування малогабаритної тепловізійної апаратури, що володіє розв'язною здатністю в десять частки градуса Цельсія.

Підричні пристрої, установлені в ґрунті, можуть бути виявлені також з використанням щупів. Наконечники щупів необхідно виготовляти із твердих неметалічних матеріалів (сітала й подібного), що виключить підрич при використанні протищупних електричних замикачів.

Характерні ознаки форми підричних пристроїв і зброї, що перебувають у багажі, можна виявляти, використовуючи стаціонарну рентгенівську апаратуру, що працює на "прохід". Вона використовується в санках, офісах і інших місцях.

Необхідно відзначити, що жоден з розглянутих методів виявлення не може повною мірою забезпечити надійність виявлення підричного пристрою. Доцільно комплексно використовувати методи й пошукову апаратуру. Найбільша безпека забезпечується при цьому за рахунок застосування телекерованої роботизованої техніки.

Газоаналізатор-детектор вибухових речовин "АРГУС-7" зображено на рисунку 1.1. Призначений для виявлення слідових кількостей парів вибухових речовин (ТНТ, НГ, ЕГДН, гексоген, октоген, ТЕН і складів на їхній основі, чорний порох і подібного) при обстеженні різних об'єктів на наявність підричних пристроїв. Використовується для забезпечення безпеки установ, підприємств, банків, офісів, житлових приміщень, різних видів транспорту (автомобільного, повітряного, залізничного, водного), при роботі підричотехнічних підрозділів МВС і МНС.



Рисунок 1.1 – Газоаналізатор-детектор вибухових речовин "АРГУС-7"

Висока чутливість приладу, підвищена розв'язна здатність, точне визначення виду вибухової речовини й висока ергономічність відрізняє прилад від його попередників. Простота використання приладу не вимагає високого рівня підготовки оператора. Застосовані в конструкції приладу технічні рішення дозволяють уникнути необхідності проведення в процесі експлуатації періодичних каліброваних операцій. Прилад стійко працює при різких коливаннях вологості повітря й температури й має режим самоочищення. Не містить радіоактивних матеріалів.

Прилад постачаний рідкокристалічним дисплеєм, на який виводиться встановлюваний рівень порога виявлення підривної речовини, рівень сигналу тривоги при виявленні підривної речовини і назва підривної речовини, а також рівень заряду акумуляторної батареї. Додаткові характеристики пристрою наведені в таблиці 1.1.

На рисунку 1.2 зображений пристрій «Пілот-М». Призначений для виявлення слідових кількостей пар вибухових речовин (ВВ) (ТНТ, НГ, ЭГДН і складів на їхній основі) при обстеженні різних об'єктів на наявність підривних пристроїв. Використовується для забезпечення безпеки установ, підприємств, банків, офісів, житлових приміщень, різних видів транспорту (автомобільного, повітряного, залізничного, водного).

Таблиця 1.1 – Газоаналізатор-детектор вибухових речовин "АРГУС-7"

Додаткові характеристики:	
Гранична чутливість, г/см ³ , не гірше	10х(-14)
Час аналізу на наявність парів ВВ, сек., не більше	5
Розв'язна здатність	35
Величина помилкових спрацьовувань, %, не більше	1,0
Максимальна відстань від приладу до об'єкта, що обстежується, мм	400
Індикація виявлення	світлова й звукова
Електроживлення –акумуляторна батарея	12 В
Час безперервної роботи, година., не менш	8
Маса із джерелом живлення, кг, не більше	3,5



Рисунок 1.2 – Пристрій «Пілот-М»

Висока чутливість приладу сполучається з високою селективністю аналізу й високою ергономічністю. Простота використання приладу не вимагає високого рівня підготовки оператора. Застосовані в конструкції приладу технічні рішення дозволяють уникнути необхідності проведення в процесі експлуатації періодичних каліброваних операцій. Прилад стійко працює при різких коливаннях вологості повітря й температури.

Прилад постачається рідкокристалічним дисплеєм, на який виводиться встановлюваний рівень порога виявлення підривної речовини, рівень сигналу тривоги при виявленні реальної підривної речовини і рівень заряду

аккумуляторної батареї. При використанні ряду технічних прийомів даний прилад може бути використаний для виявлення підривних речовин, що вміщують гексоген і октоген, у тому числі й при негативних температурах навколишнього середовища.

У модифікації приладу «Пілот-М» передбачений відбір проб з поверхні досліджуваних об'єктів за допомогою спеціальних пробовідбірних серветок з наступним нагріванням їх у пристрої нагрівання проби, що входить у комплект приладу. Крім того, можливий відбір проб на сітчастий концентратор за допомогою спеціального пробовідбірника, що значно розширює можливості по виявленню гексогено- і октогеноскладових підривних речовин.

Додаткові характеристики пристрою наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Додаткові характеристики пристрою «Пілот-М»

Додаткові характеристики:	
Гранична чутливість, г/см ³	не гірше 13
Час відгуку на наявність парів підривних речовин, с	1
Максимальна відстань від приладу до обстежуваного об'єкта при відборі проб повітря, мм	160
Індикація виявлення	світлова й звукова
Електроживлення	аккумуляторна батарея 6 В
Маса із джерелом живлення, кг	1,8

На рисунку 1.3 зображений портативний детектор вибухових речовин "МО-2М", призначений для оперативної перевірки ручної поклажі, багажу, одягу в аеропортах, на вокзалах, у поїздах, офісах і т.д. на наявність вибухових речовин шляхом забору й дослідження повітря з поверхонь підозрілих об'єктів.

При виявленні парів вибухових речовин, прилад сповіщає про їхню наявність одночасно звуковим і світловим сигналами тривоги, що відповідають передбачуваному типу виявленої речовини. Використання детектора разом з автоматичною випарною камерою «ТВІН» дозволяє робити також відбір і аналіз часток з поверхні підозрюваних об'єктів.



Рисунок 1.3 – Портативний детектор вибухових речовин "МО-2М"

«МО-2М» – повністю автоматизований, компактний, зручний, переносний, працюючий у реальному часі детектор, що не вимагає додаткових пристроїв, що калібрують, і вимірювальних пристосувань.

Температурна область експлуатації для «МО-2М» – від 10 °С до 45 °С при відносній вологості повітря до 95 % (при 25 °С). Зберігання виробу допускається при температурі від мінус 30 °С до 50 °С при відносній вологості повітря до 98 %. Для роботи із приладом не потрібно спеціального навчання. «МО-2М» – портативний швидкодіючий детектор парів вибухових речовин. Прилад створений на базі передової технології, в основі якої лежить принцип нелінійної залежності рухливості іонів від напруженості електричного поля. Ця технологія дозволила створити особливо чутливий, компактний і легкий прилад, здатний визначати наявність парів вибухових речовин у режимі реального часу при їхній концентрації в повітрі 13 г/см³.

Для роботи детектора не потрібно спеціального газу-носія й попереднього калібрування. Після включення прилад автоматично налаштовується під умови навколишнього середовища (калібрується) не більш, ніж за 20 с. Повітря з поверхні досліджуваного об'єкта засмоктується безпосередньо через пробовідбірний отвір аналітичної головки детектора за

допомогою вбудованого в нього вихрового насоса, що робить закручений вихровий потік, що дозволяє досліджувати об'єкти на відстані до 10 см.

Прилад оснащений системою автокалібрування, що проводить постійне підстроювання параметрів системи, що аналізує, відповідно до змін навколишнього середовища.

«МО-2М» простий в експлуатації. Електроживлення приладу можливо від акумуляторної батареї або від мережі через адаптер. Одна Ni-MH акумуляторна батарея забезпечує не менш 5 год. безперервної роботи. Допускається безперервна експлуатація приладу протягом 23 год. у добу.

Додаткові характеристики пристрою «МО-2М» наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Додаткові характеристики пристрою «МО-2М»

Додаткові характеристики:	
Що виявляються ВВ	ТНТ, НГ, ТЭН, ГГ
Чутливість до ТНТ	не менш 1×10^{-13} г/см ³
Час готовності до роботи	не більше 10 с
Вид індикації	звукова, світлова
Температура експлуатації	від 10 °С до 45 °С
Габарити детектора	300x82x110 мм
Вага детектора	1,3 кг

Комплекс блокторів радіопідривачів "ПЕРСЕЙ-12", призначений для забезпечення безпеки при проведенні робіт з пошуку й знешкодження підривних пристроїв з радіопідривачами, показаний на рисунку 1.4.

Комплекс може використовуватися як у переносному, так і в транспортному варіантах, легко й швидко встановлюється на автомобіль.

Комплекс забезпечує запобігання спрацьовування радіопідривачів при передачі командним приладом кодованого радіосигналу. Може застосовуватися з усіма існуючими засобами пошуку підривних пристроїв, не заважаючи їхній роботі. Комплекс забезпечує придушення радіопідривачів у діапазоні частот від 20 МГц до 500 МГц.



Рисунок 1.4 – Комплекс блокторів радіопідривачів "ПЕРСЕЙ-12"

Комплекс складається із приладів «ПЕРСЕЙ-12А» і «ПЕРСЕЙ-12Б», які можуть використовуватися як у складі комплексу, так і роздільно.

Прилади розміщені в стандартних кейсах з вбудованими акумуляторними блоками живлення. Мають комплект антен для установки на кейсі й комплект антен з магнітними підставами для установки на автомобілі.

Даний комплекс відрізняється від попередника «ПЕРСЕЙ-4МТ» тим, що завдяки збільшеній інтегральній потужності й використанню акумуляторів підвищеної ємності випромінюваний сигнал приладів має більше високу спектральну щільність, що значно збільшує радіус придушення радіопідривачів і час роботи до зарядки відповідно, дозволяючи в той же час зберігати безпечний для персоналу рівень радіовипромінювання.

Засоби виявлення керованих підривних пристроїв. Все частіше у засобах масової інформації проходять повідомлення про вибухи: на дорогах, вокзалах, підземних переходах, під'їздах, будинках і т.д. При цьому, як правило, терористами використовуються керовані підривні пристрої. Їхнє виявлення має свої особливості.

Керовані підривні пристрої - як об'єкт пошуку. Звичайні інженерні міни й некеровані підривні пристрої (ВУ) мають контактні й неконтактні підривачі. Вони спрацьовують при безпосередньому впливі на них об'єктом поразки.

Значно більше ефективні керовані підривні пристрої (УВУ), що підриваються терористами в найбільш оптимальний для них момент [1, 2]. Керування вибухами може здійснюватися:

- по радію;
- по проводам;
- с використанням годинного сповільнювача.

Перший варіант використовується найбільше часто й у будь-яких умовах. Другий – як правило, у польових умовах, при проведенні диверсій на дорогах. Третій – найбільш характерний при підриві локальних об'єктів (будинків, підземних переходів, пасажирського транспорту й подібного) у містах. На рисунках 1.5, 1.6, 1.7 та 1.8 наведений зовнішній вигляд найбільш характерних підривних пристроїв, вилучених у терористів.

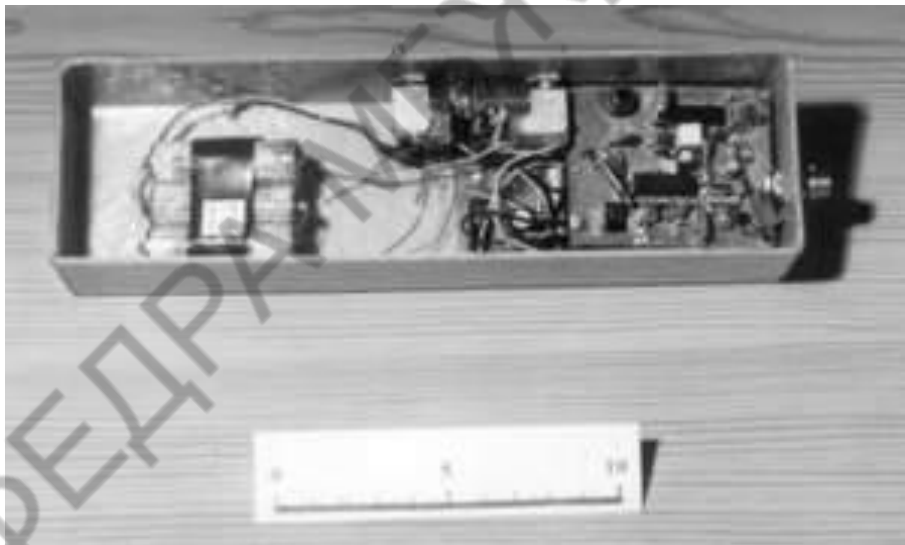


Рисунок 1.5 – Виконавчий прилад радіолінії керування вибухом

На рисунку 1.6 показаний комплект радіолінії керування вибухом непромислового виготовлення (командний і виконавчий блоки). Дальність керування в польових умовах від 400 м до 500 м, у місті від 200 м до 250 м.



Рисунок 1.6 – Комплект радіолінії керування вибухом



Рисунок 1.7 – Вартовий підривач із використанням будильника

На рисунку 1.8 показаний підривний пристрій з використанням мінометної міни калібру 120 мм. Управляється по проводам (200 м).



Рисунок 1.8 – Підривний пристрій з використанням мінометної міни калібру 120 мм

Характерні дальності керування підривних пристроїв по радіо або проводам становлять від 100 м до 150 м та від 300 м до 400 м. На відстанях менш 100 м вибух УВУ стає небезпечним для самого терориста-підривника. При дальності більше від 300 м до 400 м значно зростають масогабаритні й вартісні характеристики ліній керування.

У польових умовах глибини установки УВУ в ґрунті лежать у межах від 0,3 м та 0,5 м до 1 м та 1,5 м. Іноді підривний пристрій, що має радіоуправління, маскується в листі дерев або усередині інженерних споруджень (огорожень мостів, дорожніх покажчиків і т.п.). Відомі випадки установки УВУ під асфальтове або бетонне дорожнє покриття. При цьому, як правило, кабельна лінія встановлюється в ґрунті на глибині від 0,1 м до 0,2 м тільки поблизу дороги на відстані від неї від 20 м до 30 м. Потім вона розташовується на його поверхні під шаром, що маскує, рослинності або снігу - безпосереднього до пункту керування вибухом.

У міських умовах УВУ маскуються в ручній поклажі, пришляхових урнах, у купах сміття, листю дерев і в кущах.

Маса підривної речовини, що втримується в УВУ, лежить, як правило, у межах від десятків грамів до декількох кілограмів. Іноді, найчастіше при мінуванні доріг, використовуються потужні керовані фугаси з масою ВВ у кілька десятків кілограмів. У цьому випадку до складу фугасу входять, як правило, що не вибухнули боеприпаси (авіабомби, артснаряди й ін.).

Фугас установлюється безпосередньо на дорозі або поблизу її на відстані від 5 м до 10 м. Демаскуючі ознаки ВУ обумовлені багатьма факторами. Основні фактори, наявні практично завжди [3, 4]:

- наявність вибухової речовини (ВВ);
- наявність локально розташованої маси металу, нехай навіть і дуже малої (корпус капсуля-детонатора, окремі металеві частини підривача й т. д);
- характерна форма ВУ;

– неоднорідності середовища, що вміщає (порушення поверхні ґрунту, дорожнього покриття, кольору рослинності й т.д.).

У керованих підривних пристроїв є додаткові демаскуючі ознаки:

- наявність антени з радіоприймальним пристроєм;
- наявність кабельної (провідний) лінії керування;
- наявність електронного таймера або годинного механізму.

Найбільш важливі для нашого випадку демаскуючі ознаки УВУ наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Демаскуючі ознаки керованих підривних пристроїв

Контраст між підривним пристроєм й середовищем	Тип підривного пристрою			
	Підривний пристрій, що має радіоуправління	Підривний пристроїв з кабельною лінією керування	Підривний пристрій з часовим сповільнювачем	
			з електронним таймером	з годинним механізмом
Відмінність електропровідності	+	+	+	+
Відмінність магнітної проникливості	+	±	+	+
Відмінність діелектричної проникності	+	+	+	+
Відмінність теплофізичних характеристик	±	±	±	±
Відмінність оптичних характеристик	±	±	±	±
Відмінність механічних характеристик	+	+	+	+
Наявність парів ВВ	±	±	±	±
Наявність нелінійних електромагнітних властивостей	+	±	+	±

У таблиці 1.4 «+» означає, що контраст є, а «±» – контраст є не завжди. Сучасний стан можливих методів виявлення підривних пристроїв характеризується різноманіттям. Їхній аналіз показує, що кожний з них має

обмеження [4]. Звичайно, при цьому необхідно враховувати як апріорну інформацію про об'єкт пошуку (розміри, матеріал корпусу й т.д.), так і властивості середовища, що вкриває. У цей час у вітчизняній і закордонній портативній розробках найбільше застосування знайшли наступні методи:

- електромагнітні (індукційний, радіохвильовий, магнітометричний, нелінійний);
- рентгенівської інтроскопії;
- газоаналітичні;
- механічні (механічного зондування, з використанням щупів).

Саме вони дозволяють створити переносні технічні засоби пошуку всіх типів ВУ (у тому числі керованих) для різних умов. Опис цих засобів загального призначення можна знайти в спеціальній літературі [1, 2, 4, 5-8].

Наявність каналу керування в підривного пристрою різко підвищує його бойову ефективність. Однак при цьому в нього трохи збільшуються демаскуючі властивості. Основні методи виявлення, які дозволяють виявити канали керування ВУ, (тобто реалізувати ці властивості) наступні:

- нелінійної радіолокації (виявляє електронні компоненти підривача);
- індукційний гармонійний і радіокип (виявляють кабельну лінію керування);
- акустичний і електромагнітний пасивні (виявляють роботу годинного пристрою підривача). Розглянемо їх докладніше.

Застосування нелінійної радіолокації для виявлення підривних пристроїв. Більшість УВУ містять у своїй конструкції електронні компоненти: діоди, транзистори, тиристори й ін. Вони знаходяться у виконавчому приладі радіолінії керування, кварцовому генераторі годинників, вихідного ланцюга кабельної лінії керування вибухом і подібному. Всі ці компоненти мають нелінійні електричні характеристики, що дозволяє їх виявляти з використанням методів нелінійної радіолокації. Виявлення здійснюється шляхом опромінення об'єктів пошуку зондувальним СВЧ-полем дециметрового діапазону з

реєстрацією гармонік у спектрі відбитого сигналу. Режим опромінення може бути безперервним і імпульсним. Перший режим забезпечує більше можливостей для розпізнавання виявленого «нелінійного» об'єкта, а другий - більшу дальність виявлення, що особливо важливо для польових умов. Виявлення УВУ можливе через середовища, що їх вкривають (непрозорі): ґрунт, рослинність, сніг, лід, будівельні конструкції, а також у ручній поклажі й багажі. Більш докладно фізичні основи нелінійної радіолокації викладені в ряді джерел [4-9].

Характерні технічні параметри імпульсних закордонних і вітчизняних переносних нелінійних радіолокаційних станціях (НРЛС):

- тривалість зондувальних імпульсів - одиниці мкс;
- частота проходження імпульсів від сотень Гц до десятків кГц;
- потужність в імпульсі від десятків до сотень Вт;
- прийняті сигнали гармоніки - тільки 2-а або 2-а й 3-я;
- чутливість приймача (на частотах гармонік) – від 10 Вт та 11 Вт до 10 Вт та 12 Вт;
- антени – з обертовою поляризацією (спіральні або полоскові з коефіцієнтом підсилення від 5 до 15);
- маса (без упакування) - від 1,5 кг та 2 кг до 8 кг та 9 кг.

У НРЛС із безперервним випромінюванням випромінювана потужність становить десяті частки одиниці Вт, а чутливість досягає досить високої величини – від 10 Вт та 14 Вт до 10 Вт та 16 Вт.

Досвідчений оператор, порівнюючи рівні 2-ї і 3-ї прийнятих гармонік може розпізнати підривний пристрій з електронними компонентами на наявність перешкод від контактуючих окислених металевих предметів (осколків снарядів, іржавого дроту й т.д.). Останні, як відомо, також мають нелінійні властивості.

Експериментально встановлено, що «нелінійна» електронна переносна радіостанція (НЕПР) підривних пристроїв з електронними компонентами при

щільності потоку потужності, що опромінює СВЧ-поля $P_{\text{под}} = 1 \text{ Вт/м}^2$ становить, як правило: від 10^{-7} м^2 до 10^{-12} м^2 на другій гармоніці й 10^{-10} м^2 до 10^{-13} м^2 - на третій. Причому, діаграма зворотного розсіювання має «багатопелюсткову» структуру.

Відомі залежності, що визначають дальність дії НРЛС у різних умовах. Використовуючи їх, з обліком наведених вище технічних параметрів існуючих переносних НРЛС одержимо, що дальність виявлення УВУ з електронними компонентами лежить у межах від часток метра до десятків метрів.

Перші значення характерні при виявленні мініатюрних годинних сповільнювачів, другі - при пошуку саморобних підривних пристроїв, що мають радіоуправління КВ-діапазону, замаскованих на деревах.

З відомих переносних НРЛС, стосовно до розв'язуваного завдання, найбільш оптимальними характеристиками володіють прилади серії NR.

Проведені випробування приладів NR-900ІМ (імпульсне випромінювання) і NR-m (безперервне випромінювання) показали, що вони забезпечують виявлення підривних пристроїв з електронними компонентами на відстанях від 0,2 м до 13,5 м, що прийнятно для практики в міських умовах. При проведенні експериментів використовувалися 26 об'єктів пошуку, у тому числі й зображені на рисунках 1.5, 1.6, 1.7 та 1.8. Досить важливо, що несанкціонованого спрацьовування об'єктів пошуку при впливі зондувального СВЧ-поля в цьому випадку відзначено не було. Однак, у принципі, застосування методу нелінійної радіолокації, як і будь-якого іншого активного методу (індукційного, рентгенівської інтроскопії й ін.) може викликати спрацьовування підривача. Це вимагає застосування ряду факторів: збільшення дальності дій НРЛС, використання захисного екіпірування оператором, установки НРЛС на роботі-розвіднику й подібного.

Слід зазначити, що дальність дії приладу NR-900ІМ більше, ніж у шукача, що складається на озброєнні Російської армії, неконтактних мін. Крім того, на відміну від шукача неконтактних мін, прилад NR-900ІМ забезпечує

розпізнавання електронних пристроїв на наявність сильних перешкод від іржавих металевих предметів. Це пояснюється прийомом не тільки 2-ї, але й 3-ї гармоніки, а також більшим динамічним діапазоном прийомного пристрою в NR-900M.

Досвід бойових дій у локальних конфліктах показує, що разом з переносною НРЛС доцільно використовувати генератор радіоперешкод, що блокує підриг підригних пристроїв, що мають радіоуправління, терористами. Однак при цьому генератор перешкод не повинен придушувати роботу приймача НРЛС, тобто повинен бути погоджений з ним по спектрі.

У перспективі доцільне використання нелінійно-параметричного ефекту порушення електронних схем для розпізнавання виявленого об'єкта пошуку [4, 6]. У цьому випадку до складу НРЛС буде входити додаткове джерело збудливого поля. Можливість розпізнавання виявленого об'єкта підвищить безпеку робіт при розмінуванні.

Виявлення кабельних ліній керування підригних пристроїв. Для пошуку знеструмлених кабельних ліній, розташування яких на місцевості невідомо, використовуються переносні прилади, що діють на електромагнітних методах:

- методі радіокіп;
- гармонійному індукційному методі.

Метод радіокіп заснований на реєстрації просторових перекручувань магнітного тридцятимільйонного електромагнітного поля вилученої радіостанції ДВ-, СВ-діапазонів над подовженим провідником, довжина якого порівняна з довжиною хвилі поля або більше неї. У першому наближенні подовжений провідник (кабель, труба й т.д.) можна представити у вигляді пасивного перевипромінюючого металевого електричного вібратора, розташованого в середовищі із втратами. Змінне магнітне поле індукованих струмів накладається в просторі на первинне поле, спотворюючи його й тим самим створюючи стійкі аномальні ефекти. Найбільш сильні вторинні струми

будуть індуковані, коли довжина шуканого провідника визначається вираженням

$$l_{\text{н}} \geq \frac{\lambda}{2\sqrt{|\varepsilon|}},$$

де l – довжина хвилі зондувального електромагнітного поля (вилученої радіостанції);

ε – комплексна діелектрична проникність середовища, що вміщає, (грунту), а сам провідник орієнтований перпендикулярно поверхні фронту поширення радіохвиль (тобто паралельний аномальній горизонтальній лінії вектора E).

Очевидно, що аномальні ефекти легше виявити, коли первинне поле однорідне. Цього можна домогтися, якщо спостерігати поле такої радіостанції, що вилучена від ділянки досліджень на досить велику відстань у порівнянні з його лінійними розмірами (практично на відстані не менш від 10 км до 20 км).

У точці спостереження в поверхні ґрунту безпосередньо над подовженим провідником з'являється аномальна вертикальна магнітна лінія, що відсутня у звичайних умовах. Практично вона реєструється переносним транзисторним радіоприймачем, що має вертикально розташовану феритову антену. Антена повинна бути вільна від ємнісного ефекту, що досягається її додатковим електричним екрануванням, симетрируванням і подібним. При проходженні оператора над підземним провідником величина прийнятого сигналу описується «двогорбою» кривою. Причому «провал» між двома максимумами розташовується безпосередньо над центром провідника, а відстань між цими максимумами на дорозі руху дорівнює подвоєній глибині залягання подовженого провідника. Реальна швидкість оператора на місцевості становить не більше від 0,5 км/год до 1 км/год. Настільки низька швидкість

обумовлена необхідністю для оператора тримати пошуковий радіоприймач строго на виску, щоб вісь його феритової антени була завжди перпендикулярна поверхні ґрунту.

Метод радіокип використаний у переносному малогабаритному шукачі кабельних ліній керування Р-299, що перебувають із 70-х років на озброєнні російської та української армії.

Гармонійний індукційний метод застосовується в переносних металотрубопошукачах фірми “Фішер” (США) і ін. Прилад містить випромінювач і приймач змінного магнітного поля, розташовані на кінцях розбірної несучої штанги. Робоча частота в таких приборах становить десятки кГц. Вони забезпечують виявлення в ґрунті великих металевих предметів, а також силових кабелів (у тому числі й знеструмлених) на глибині від 1 м до 1,5 м. Однак для виявлення дуже тонких провідників, якими є кабельні лінії керування, дані прилади не завжди ефективні. Це пояснюється, насамперед, їхньою низькою робочою частотою.

У цей час розробляється переносний електромагнітний прилад, що забезпечує виявлення кабельних ліній керування підіривними пристроями при русі з досить високою швидкістю від 2,5 км/год до 3 км/год.

Виявлення годинних сповільнювачів. Годинні сповільнювачі підіривних пристроїв є джерелом різних демаскуючих фізичних полів. Наприклад, механічні годинні пристрої створюють навколо себе акустичні й сейсмічні поля. Електромеханічні годинники й електронні таймери, що завжди містять джерело живлення, є випромінювачами квазістаціонарних електричних і магнітних полів. Все це використовується, наприклад, в пристрої «Анкер-2», що знаходить підіривні пристрої.

Виріб «Анкер-2» призначено для експрес-виявлення безконтактним способом підіривних пристроїв з діючими годинними сповільнювачами, а також радіопідіривних пристроїв. Пристрій може виявляти механічні, електромеханічні й електронні (у тому числі й наручні) годинні пристрої й інші

електронні пристрої дистанційного керування підривними пристроями. Виріб, будучи пасивним приладом, не створює умов для несанкціонованого спрацьовування підривних пристроїв.

Виріб «Анкер-2» призначено для застосування співробітниками правоохоронних органів і служб безпеки при обстеженні підозрілих предметів, будинків, транспорту й т.п. на можливу наявність у них підривних пристроїв у тих ситуаціях, коли виклик спеціальної піротехнічної служби за якимись причинами неможливий. Виріб за формою виконано у вигляді поліцейського кийка й може зручно розміщатися на поясі.

До складу виробу «Анкер-2» входять:

- знаходжувач електромагнітних полів;
- мікрофон;
- контактний мікрофон;
- головні телефони;
- зарядний пристрій.

Технічні характеристики.

Дальність виявлення (залежно від величини перешкод):

- механічних годинних пристроїв від 20 см до 100 см;
- електромеханічних годинних пристроїв від 15 см до 40 см;
- електронних годинних пристроїв від 1 см до 5 см;
- електронних блоків керування від 3 см до 10 см.

Напруги живлення (два акумулятори розміру АА) 3,2 В. Споживаний струм, не більше 6 мА. Габаритні розміри:

- довжина 570 мм;
- діаметр 40/60 мм.

У висновку слід зазначити, що в цей час засоби пошуку УВУ не повною мірою відповідають сучасним вимогам. Різкий ріст в усьому світі «підривного» тероризму вимагає якнайшвидшого створення нових, більше ефективних засобів виявлення УВУ.

2 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ПІДРИВНИХ ПРИСТРОЇВ В АВТОМОБІЛЬ

Проаналізувавши сучасні методи боротьби з автомобільним тероризмом, пропонується система визначення процесу встановлення вибухового пристрою. Вона складається з наступних компонентів:

- датчики прискорень зі схемою включення;
- підсилювача та формувача сигналу;
- мікроконтролерної системи обробки інформації.

В акселерометрів існує багато різних застосувань. Вони застосовуються в системах захисту жорстких дисків, для вимірювання вібрації, для визначення негарантійних випадків при падінні апаратури, як елементи керування для ігрових приставок, як крокоміри. Так само акселерометри застосовуються й у навігації.

Сучасні акселерометри в інтегральному виконанні мають малі розміри й низьке споживання. Досить заманливо виглядає ідея застосовувати їх для пошуку автомобільних бомб. Щоб відповісти на питання, чи забезпечать акселерометри достатню точність, треба мати вихідні дані як по самій роботі, так і по обраному акселерометрі. Даний огляд ми робимо з метою огляду метрологічних характеристик акселерометрів в інтегральному виконанні, для подальшого аналізу їхнього застосування в системах пошуку автомобільних бомб.

Різниця між аналоговими та цифровими акселерометрами. Зараз на ринку присутні досить великі асортименти акселерометрів як із цифровим, так і з аналоговим виходом. Акселерометри з аналоговим виходом дешевше, але вимагають зовнішні фільтри й АЦП. З АЦП проблем не виникає, адже воно присутнє вже майже в кожному мікроконтролері, але такі АЦП звичайно мають не найкращі характеристики, до того ж деякі метрологічні характеристики вбудованих АЦП взагалі не вказуються виробниками мікроконтролерів.

Аналогові мікроконтролери звичайно підключаються до АЦП через ФНЧ (фільтр низької частоти). Потрібен розрахунок параметрів фільтра, розрахунок похибки внесеної елементами фільтра.

Необхідно вибирати цифрові акселерометри. Вони не вимагають зовнішніх компонентів, і не вимагають ніяких розрахунків: всі їхні метрологічні характеристики зазначені. Коштувати вони будуть дорожче аналогових, але час, затрачуваний на розробку системи знижується.

Хоча все визначається конкретною ситуацією.

У таблиці 2.1 наведені загальні характеристики цифрових акселерометрів.

Таблиця 2.1 – Загальні характеристики цифрових акселерометрів

Модель	Кількість осей	Напруга живлення, В	Інтерфейс	Межі вимірювань	Частота вибірки, Гц	Ціна, грн.
MMA7450	3	2,4 – 3,6	I2C, SPI	$\pm 2g, \pm 4g$ і $\pm 8g$	125, 250	500
MMA7660	3	2,4 – 3,6	I2C	$\pm 1.5g$	1-120	60-200
MMA7455	3	2,4 – 3,6	I2C, SPI	$\pm 2g, \pm 4g$ і $\pm 8g$	125,250	70-160
ADXL345	3	2,0 – 3,6	I2C, SPI	$\pm 2g, \pm 4g, \pm 8g, \pm 16g$	0,1-3200	170-420
SMB380	3	2,4 – 3,6	I2C, SPI	$\pm 2g, \pm 4g$ і $\pm 8g$	25...1500	310-720
LIS202DL	2	2,2 – 3,6	I2C, SPI	$\pm 2g, \pm 8g$	100, 400	130-300

Метрологічні параметри цифрових акселерометрів. У таблиці 2.2 наведені загальні похибки, що усуваються калібруванням, у таблиці 2.3 – температурні похибки, у таблиці 2.4 – інші метрологічні параметри цифрових акселерометрів.

Таблиця 2.2 – Похибки, що усуваються калібруванням

Модель	Похибка нуля, mg	Наведена похибка нуля, %	Мультиплікативна похибка, %
MMA7450	250	3,2	-
MMA7660	64	4	8
MMA7455	330	4	10
ADXL345	150	2/4	10
SMB380	60	1	-
LIS202DL	40	2	10

Таблиця 2.3 – Температурні похибки

Модель	Температурний дрейф нуля, mg/°C	Температурна нестабільність коефіцієнта перетворення, %/°C
MMA7450	-	-
MMA7660	1,5	0,01
MMA7455	-	-
ADXL345	1	0.02
SMB380	1	-
LIS202DL	0,5	0,01

Таблиця 2.4 – Інші метрологічні параметри

Модель	Дозвіл, mg	Бічна чутливість, %	Нелінійність, % від FS
MMA7450	15,6	5	1
MMA7660	21,33	1	-
MMA7455	15,6	5	1
ADXL345	3,9	1	0,5
SMB380	4	2	0,5
LIS202DL	18	4	-

3 РОЗРОБЛЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ВИМОГ ДО ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕЛЕКТРОННОГО ІНДИКАТОРА ПІДРИВНИХ ПРИСТРОЇВ

3.1 Метрологічні характеристики системи визначення коливань

Напівпровідникові датчики прискорення фірми Freescale Semiconductor (рисунок 3.1), виготовлені по МЕМС технології, призначені для вимірювання прискорень у діапазонах від 0 g до $\pm 1,5$ g та від 0 g до ± 250 g ($g=9,8$ м/с) по одній, двох або трьох осях. Основою датчиків є ємнісний чутливий елемент, що представляє собою мікромеханічну систему, сформовану на поверхні кремнієвої підложки. Він складається із центральної пластини, закріпленої за допомогою пружних елементів, і трьох нерухливих пластин (дві основні й одна - для реалізації функції самотестування). У сукупності утвориться диференціальна ємність. Центральна пластина володіє сейсмомасою і може зміщатися під дією прискорення, міняючи тим самим своє положення щодо нерухливих пластин. Це призводить до зміни ємності мікроконденсатора. Інтегрована на тому ж кристалі вимірювальна схема (інтегратор, підсилювач, ФНЧ, пристрій температурної компенсації й тактовий генератор) фіксує це й формує вихідну напругу, що лінійно залежить від діючого прискорення. Коли прискорення немає (рухлива пластина в середньому положенні) рівень вихідної напруги дорівнює половині напруги живлення. Функція самотестування активується при подачі рівня логічної одиниці на відповідний вхід. Датчики мають стандартний пропорційний аналоговий вихід по напрузі, що дуже зручно для підключення до АЦП мікроконтролера. Резонансна частота чутливого елемента багато вища частоти зрізу вбудованого ФНЧ, тому вона ніяк не впливає на робочу характеристику датчика. Пропорційний вихід (тобто вихідний зсув при нульовому прискоренні й відповідно чутливість лінійно змінюються залежно від напруги джерела живлення) – одне з достоїнств цих

датчиків. Датчики випускаються в SOIC і QFN корпусах підвищеної міцності й герметичності й витримують ударні впливи із прискоренням 500 g при включеному живленні й 2000 g без живлення. Хоча основним призначенням інерціальних датчиків є вимірювання прискорення, ці датчики все-таки більші, чим акселерометри. Вони можуть бути використані і як вимірники й датчики інших фізичних величин. Це швидкість, сила ударів і вібрацій, точний зсув, кут нахилу й подібне.

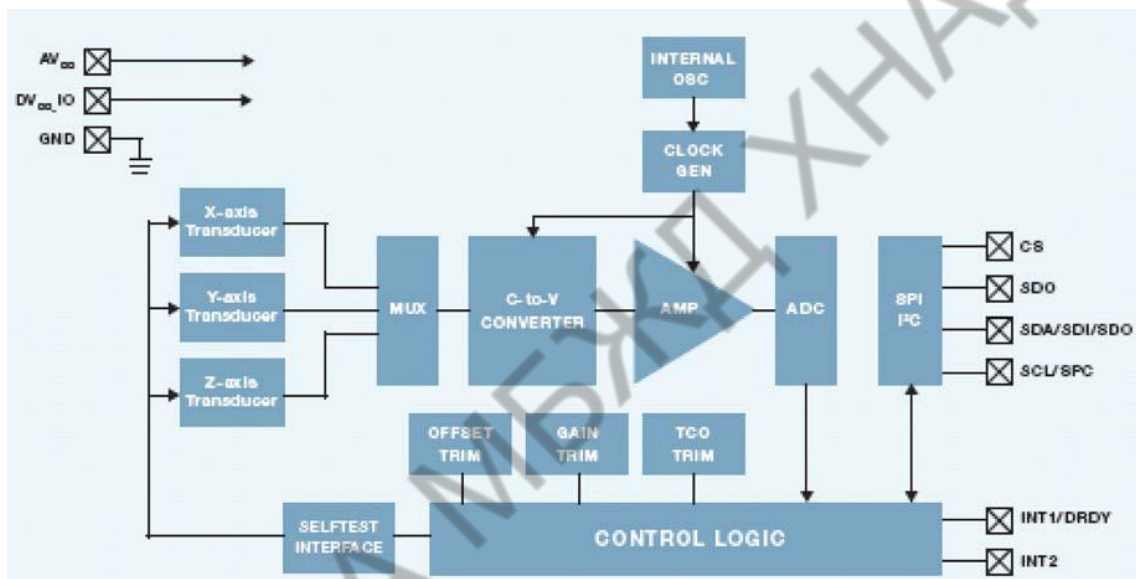
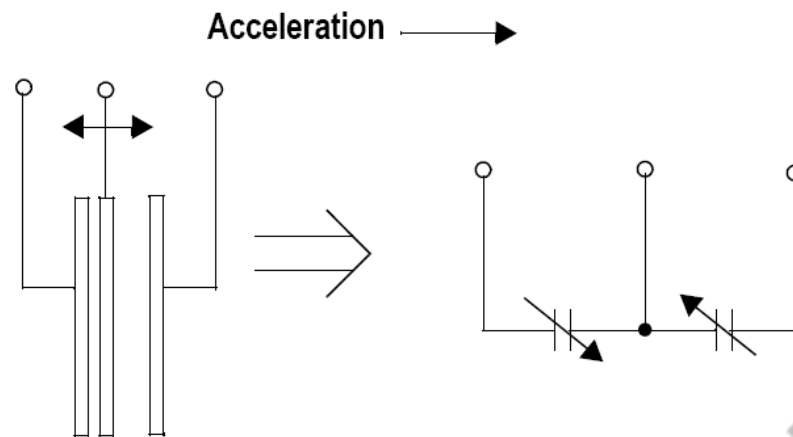


Рисунок 3.1 – Спрощена функціональна схема 1-го осевого датчика прискорення компанії Freescale Semiconductor

Для побудови системи найбільш підходящим є цифровий датчик прискорення в корпусі LGA14 MMA7455LT. Діапазон вимірювань: ± 2 g, ± 4 g, ± 8 g. трьох-осьовий. Принцип роботи цієї системи представлений на рисунку 3.2.



Рисунку 3.2 – Принцип роботи датчика

3.2 Розрахунок компонентів датчика

Вибір режимів роботи компонентів системи здійснюється не тільки по їхнім технічним характеристикам, але й по можливості безвідмовної роботи в даних умовах експлуатації.

У нашому випадку, мікроконтролерна система повинна встановлюватися на автотранспортний засіб. Це не саме сприятливе середовище для роботи електроніки. На основі розглянутих схемних рішень найбільш оптимальним варіантом для застосування в пропонованому датчику пошуку автомобільних бомб є мікросхема мікроконтролера з аналого-цифровим перетворювачем (АЦП).

Розрахунок параметрів АЦП. Широке застосування АЦП у різних галузях науки й техніки з'явилося передумовою створення різних структур АЦП, кожна з яких дозволяє вирішити певні завдання, пропоновані до АЦП у кожному конкретному випадку. Із усього різноманіття існуючих методів аналого-цифрового перетворення в інтегральній технології знайшли застосування в основному три:

- метод прямого (паралельного) перетворення;

- метод послідовного наближення (поразрядного зрівноважування);
- метод інтегрування.

Кожний із цих методів дозволяє домогтися найкращих параметрів (швидкодії, що дозволяє здатності, завадостійкості та іншого). Потреба в АЦП із оптимальними параметрами або з окремими екстремальними параметрами обумовила появу структур перетворювачів, що використовують комбінацію перерахованих методів.

Найбільшою швидкістю володіють АЦП прямого перетворення, однак їхня розрядність невисока. АЦП поразрядного зрівноважування, маючи середню швидкість, дають можливість одержати досить високу розв'язну здатність. Але перешкодозахищеність тих і інших перетворювачів невисока. АЦП інтегруючого типу, маючи найменшу швидкість, забезпечують найбільшу перешкодозахищеність і точність перетворення. Часто при побудові схем із застосуванням АЦП необхідно забезпечити зсув початку відліку сигналу від нульового значення коду або напруги.

Визначаючи мінімальну кількість рівнів квантування L_{\min} , виходять із того, що при рівномірному квантуванні потужність шумів квантування $e_{\text{кв.доп}}^{-2} \gg 0,002$ [3]. Визначимо мінімальну кількість розрядів двійкового коду, необхідну для розпізнавання сигналу

$$L_{\min} = \frac{b_{\max} - b_{\min}}{\sqrt{12e_{\text{кв}}^{-2}}} = \frac{4}{0.31} = 12,9.$$

Остаточно $L = 16$.

Рівень дискретизації

$$\Delta = \frac{b_{\max} - b_{\min}}{L} = \frac{4}{16} = 0.25.$$

Визначаємо необхідну кількість розрядів двійкового коду АЦП $n = \log_2 16 = 4$. Розраховуємо відношення сигнал/шум, дБ

$$P_{\text{кв}} = \frac{3(16-1)^2}{4^2} = \frac{675}{16} = 42,18.$$

Розрахуємо частоти дискретизації, кГц

$$f_d = (2.3 \dots 2.6) * F_{\text{макс}},$$

$$f_d = 10 * 2.5 = 25$$

Тривалість імпульсу $T_d = 4 \cdot 10^{-5}$ с.

Тривалість двійкового символу (біту) на виході АЦП, с

$$T_6 = \frac{T_d}{n} = \frac{4 * 10^{-5}}{4} = 1 * 10^{-5}.$$

Як мікросхему АЦП контролера датчика положення використовуємо АТмега48. Він містить 10-розрядний АЦП послідовного наближення.

АЦП пов'язаний з 8-канальним аналоговим мультиплексором, 8 однополярних входів якого пов'язані з лініями порту F. Загальний вхідних сигналів повинен мати потенціал 0 В (тобто пов'язаний з GND). Два диференціальних входи (ADC1, ADC0 і ADC3, ADC2) містять каскад зі східчастим програмувальним посиленням: 0 дБ (1x), 20 дБ (10x), або 46 дБ (200x). Якщо обрано посилення 1x або 10x, то можна чекати 8-розрядний дозвіл, а якщо 200x, то 7-розрядний.

АЦП містить пристрій вибірки-зберігання (УВХ), що підтримує на постійному рівні напругу на вході АЦП під час перетворення.

У якості внутрішньої опорної напруги може виступати напруга від внутрішнього джерела опорної напруги на 2,56 В або напруга AVCC.

АЦП оптимізований під аналогові сигнали з вихідним опором не більше 10 кОм. Якщо використовується таке джерело сигналу, то час вибірки незначний. Якщо ж використовується джерело з більш високим вхідним опором, то час вибірки буде визначатися часом, що потрібний для зарядки конденсатора вибірки-зберігання джерелом аналогового сигналу. Рекомендується використовувати джерела тільки з малим вихідним опором і сигналами, що змінюються повільно, тому що в цьому випадку буде досить швидким заряд конденсатора вибрання-зберігання.

Якщо ймовірність проникнення високих частот існує, то рекомендується перед АЦП встановити фільтр низьких частот. Для рішення поставленої задачі розробки електронної схеми найбільш оптимальним буде використання DIP - корпуса мікроконтролера. Найбільш підходящим у цьому випадку є корпус комерційного виконання, температурний діапазон від 0 °С до 70 °С.

Моделювання проводилось у системі PROTEUS. Імітаційна модель зображена на рисунку 3.3.

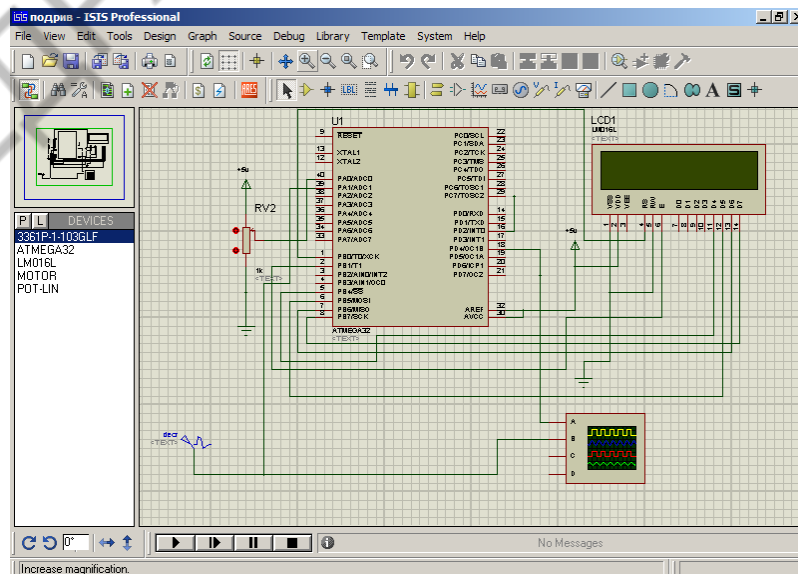


Рисунок 3.3 – Модель системи визначення коливань

Результати моделювання розробленого пристрою наведені на рисунку 3.4.

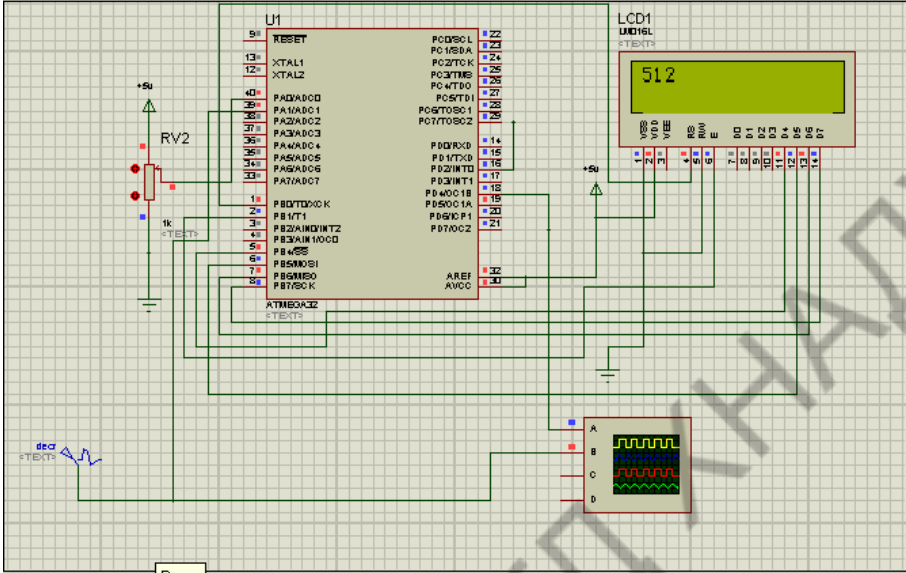


Рисунок 3.4 – Робота розроблювальної системи при аналізі коливачь корпусу автомобілю

Друкована плата була розроблена в пакеті схемотехнічного проектування ARES. Рисунок 3.5 ілюструє схему розміщення компонентів на друкованій платі.

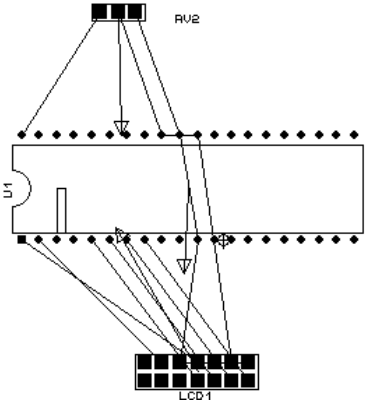


Рисунок 3.5 – Розміщення компонентів на платі

Друкована плата виконана з фольгованого склотекстоліту. Доріжки створені наступним способом. За допомогою різних методів поліграфії створені маски наносяться на знежирену поверхню склотекстоліту. Нижній шар – у прямому відображенні. Далі відбувається процес травлення. Незахищені маскою області фольги витравлюються. Таким чином, на поверхні склотекстоліту залишаються тільки друковані провідники. Далі висвердлюються отвори під ніжки елементів електронної схеми. На рисунку 3.6 наведений верхній шар друкованої плати, на рисунку 3.7 – нижній шар друкованої плати.

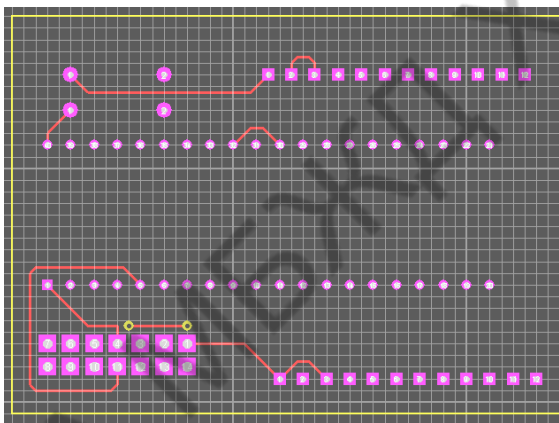


Рисунок 3.6 – Верхній шар друкованої печатної плати

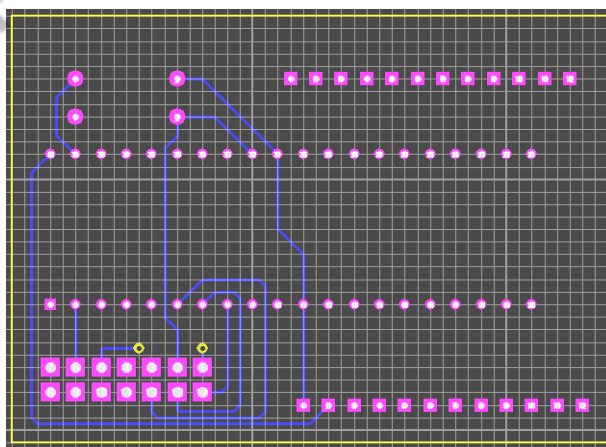


Рисунок 3.7 – Нижній шар друкованої печатної плати

Як датчик використовується датчик прискорень. Одна з переваг розробленої системи в тому, що за допомогою додаткового програмного модуля можна скорегувати характеристику реагування й повністю погодити нею характеристики підвіски автомобілю.

Конструктивне виконання. Для успішного встановлення розробленої системи в скритному місці, необхідно враховувати габаритні розміри приладу. Виходячи із цього, необхідно розроблювальний датчик виготовити в як можна меншому корпусі. Для цього були використані комплектуючі з корпусами для поверхневого монтажу.

Рисунок 3.8 показує зображення елементів печатної плати, а рисунок 3.9 – зображення друкованих провідників печатної плати.

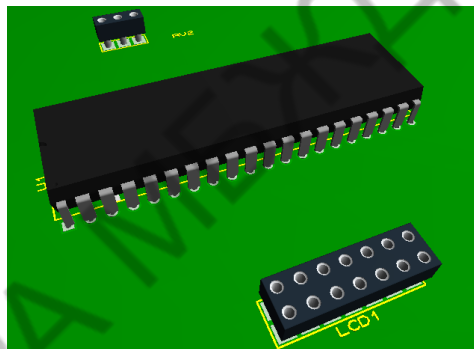


Рисунок 3.8 – Зображення елементів печатної плати

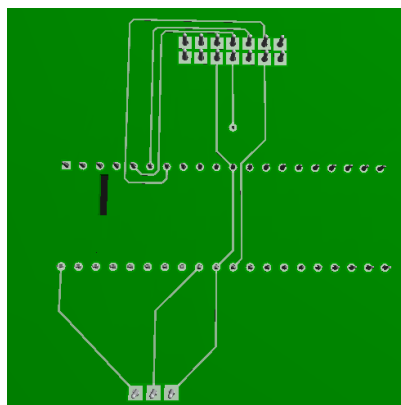


Рисунок 3.9 – Зображення друкованих провідників печатної плати

Кількість комплектуючих було зведено до мінімуму. Розроблена схема була промодельована в пакеті схемотехнічного моделювання PROTEUS.

Діаграма роботи схеми датчика прискорень у пакеті моделювання ISIS наведено на рисунку 3.10.

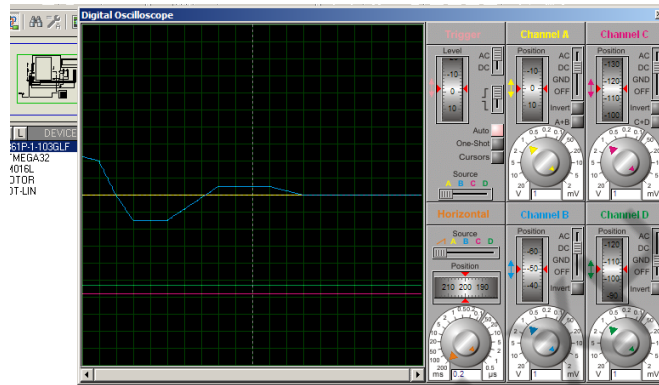


Рисунок 3.10 – Діаграма роботи датчика прискорень

3.3 Виводи по розділу

У зв'язку з гострою необхідністю розробки надійного модулю індикації встановлення підривного пристрою з застосуванням датчика прискорень, заснованого на принципі переміщення мас нами були розроблені метрологічні вимоги та розглянуті можливі варіанти використання безконтактного датчика, розглянуті його метрологічні характеристики.

Найбільш оптимальним варіантом з'явилося використання електронних ємнісних датчиків. У ході роботи були розраховані метрологічні характеристики модулю та обрані підходящі електронні компоненти. Розроблено принципову електричну схему, розведені друковані плати модулю датчика. Наведене можливе конструктивне виконання розробленого безконтактного датчика. Розроблена схема була промодельована в пакеті схемотехнічного моделювання PROTEUS.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Метою цього розділу дипломної роботи є визначення шкідливих і небезпечних виробничих факторів при розробці, налагодженні й експлуатації пристрою, а також розробка заходів, які спрямовані на створення умов праці, які відповідають вимогам норм і стандартів по охороні праці та техніки безпеки.

Таблиця 4.1 – Шкідливі фактори та способи їхнього усунення при експлуатації автомобіля

<p>Підвищений рівень електромагнітних випромінювань.</p> <p>При роботі системи попереднього нагрівання виникають підвищені рівні електромагнітного випромінювання</p>	<p>Екранування феромагнітними матеріалами</p>
<p>Підвищена яскравість світла.</p> <p>При русі автомобіля часто сонце потрапляє в очі, що викликає тимчасове осліплення, а також у нічний час далеке світло автомобілів, що рухаються назустріч, сліпить</p>	<p>Використання захисного козирка та затемнення лобового скла (від сонця).</p> <p>У нічний час доби необхідно перемикає на ближнє світло, а також необхідно правильно регулювати фари</p>
<p>Підвищений рівень інфрачервоного випромінювання.</p> <p>Нагріте лобову скло автомобіля випромінює підвищений рівень інфрачервоного випромінювання</p>	<p>Примусовий обдув скла потоками повітря</p>
<p>Підвищений рівень шуму та вібрації</p>	<p>Використовування шумо- та віброізоляції</p>

Особлива увага буде приділено факторам, які можуть подіяти на працездатність монтажника й наладчика. А також необхідно провести аналіз безпеки проведення робіт. Це пов'язане з тим, що при виконанні цих робіт необхідно виконувати пайку, проводити вимірювання режимів роботи схеми, налагодження, контроль та інше.

Шкідливі фактори та способи їхнього усунення при експлуатації автомобіля наведені в таблиці 4.1.

4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

До основних шкідливих і небезпечних факторів, що впливають на працівників, які задіяні на виробництві радіоелектронних схем, відносять:

- підвищені рівні електромагнітного поля;
- недостатня освітленість робочої зони;
- небезпека поразки електричним струмом;
- незадовільні параметри мікроклімату робочої зони;
- зміст (у повітрі робочої зони) шкідливих речовин різного характеру в небезпечних концентраціях;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищена напруженість електричного поля промислової частоти на робочому місці.

4.2 Умови праці на робочому місці

Приміщення, у якому відбуваються технологічні операції по виготовленню та налагодженню виробу перебуває в панельному будинку. Вібрації й шкідливі речовини відсутні. Покриття підлоги керамічна плитка.

Геометричні розміри приміщення:

- довжина $a = 10,0$ м;
- ширина $b = 5$ м;
- висота $h = 3,4$ м.

Кількість осіб, що працюють у приміщенні – 6 чоловік.

Визначимо значення площі й обсягу приміщення:

- $S_1 = a \cdot b = 5 \cdot 10 = 50$ м² – площа приміщення;

- $S_{\Pi}=8,5 \text{ м}^2$ – загальна площа столів і шафи;
- $S= S_1 - S_{\Pi}=41,5 \text{ м}^2$;
- $V=S \cdot h=141,1 \text{ м}^3$.

Розрахуємо значення площі й обсягу приміщення на одну особу, результати внесемо в таблиці 4.2.

Обсяг приміщення, що доводиться на одну людину та корисну площа більше нормативного значення.

Таблиця 4.2 - Значення площі й обсягу приміщення на одну особу

Параметр	Норматив	Існуючі
Площа, S	Не менш 4,5 м ²	6,9 м ²
Обсяг, V	Не менш 15 м ³	23,5 м ³
Висота	Не менш 3 м	3,4 м

Скористаємося [18, 19], що встановлюють такі параметри мікроклімату як температура, вологість і рухливість повітря залежно від виду виконуваних робіт, періоду року (таблиця 4.3).

Таблиця 4.3 – Оптимальні та припустимі параметри мікроклімату

Період року	Температура повітря, °С		Відносна вологість повітря, %		Швидкість руху повітря, м/с	
	Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
Холодний	22-24	21-25	40-60	не більше 75	0,1	не більше 0,1
Теплий	22-24	22-28	40-60	55 при 28 °С	0,1	0,1...02
Існуючий	22-24		55		0,1	

Роботу, що виконується в розглянутому приміщенні можна віднести до категорії 1а, тому що вона виконується сидячи й не вимагає фізичних зусиль.

Енерговитрати організму людини при такому виді робіт становлять до 120 ккал/рік.

Джерелом теплового випромінювання є радіатор центрального опалення, що складається із семи секцій.

Нормовані значення параметрів мікроклімату представлені в таблиці 4.3.

Оптимальні й припустимі норми температури, відносній вологості й швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень наведені в таблиці 4.3.

Параметри мікроклімату підтримуються системами кондиціювання та обігріву.

При складанні використовується ручна пайка, виконувана електричним паяльником потужністю від 20 Вт до 40 Вт. Питоме утворення аерозолю свинцю при цьому становить від 0,02 мг/100 пайок до 0,04 мг/100 пайок.

Свинець є надзвичайно небезпечною речовиною (клас 1), ГДК у повітрі робочої зони 0,01 мг/м. Олово є речовиною помірковано небезпечним (клас 3) ГДК 10 мг/м. Спирт етиловий є безпечною речовиною (клас 4) ГДК у повітрі робочої зони 1000 мг/м.

Визначимо концентрацію аерозолю свинцю, мг/м

$$C_{\text{факт.}} = 0,6 * v * n * N * t / V,$$

$$C_{\text{факт.}} = 0,6 * 0,03 * 2 * 4 * 8 / 141 = 0,00817,$$

де v - питоме утворення аерозолю свинцю ($v = 0,03 \text{ мг/100 пайок}$);

n - кількість пайок у хвилину ($n = 2$);

N - кількість робочих місць ($N = 4$);

V - обсяг приміщення, м ($V = 141 \text{ м}$);

t - тривалість складання виробу, година. ($t = 8 \text{ год.}$).

Отже, при заданих умовах технологічного процесу концентрація аерозолу свинцю в повітрі робочої зони не буде перевищувати гранично допустимую концентрацію 0,01 мг/м. Так як пари свинцю не перевищують ГДК, то немає необхідності в додатковій вентиляції ділянок по роботі з пайкою.

Розрахунок природного висвітлення. При монтажі друкованих плат рівень освітленості повинен бути оптимальним. При дуже яскравому висвітленні виникають неприємні відчуття в очах, як наслідок швидка втома й втрата працездатності.

Природне висвітлення приміщення здійснюється бічним світлом крізь світлові прорізи (вікна) у зовнішніх стінах або через прозорі частини стін (наприклад, що пропускають світло склоблоки).

Основним для розрахунку природного висвітлення є коефіцієнт природної освітленості (КЕО), що залежить від широти місцевості, пори року, а також погоди, і по якому приводиться нормування природного висвітлення.

При однобічному бічному висвітленні нормується мінімальне значення КЕО в точці, що розташована на відстані 1 м від стіни, що найбільш віддалена від світлових прорізів, на перетинанні вертикальної площини характерного розміру приміщення та умовної робочої поверхні.

Згідно [20] нормоване значення КЕО для робіт високої точності для третього пояса $e_{III}=2\%$ вибираємо для природного висвітлення в районах з малим сніжним покривом.

Тому що Харків розташований в IV поясі світлового клімату, то значення КЕО визначимо по формулі

$$e_{IV} = e_{III} \cdot m \cdot c,$$

де e_{III} - значення КЕО для III пояса;

$m = 0,9$ - коефіцієнт світлового клімату для Харкова;

$c = 0,75$ - коефіцієнт сонячності клімату

$$e_n IV = 2,0 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 1,35.$$

Фактичне значення e_ϕ при бічному висвітленні визначимо по формулі

$$e_\phi = e_0 \cdot q \cdot r_1 \cdot T_0 / K_3,$$

де $q=0,75$ - коефіцієнт, що враховує нерівномірну яскравість неба та залежить від кутової висоти світлового прорізу над робочою поверхнею;

$K_3=1,3$ - коефіцієнт запасу (виробниче приміщення з повітряним середовищем, що містить менш 1 мг/м^3 пилю);

r_1 - коефіцієнт, що враховує відбиття світла від внутрішніх поверхонь приміщення. Даний коефіцієнт залежить від ряду факторів:

- відношення глибини приміщення $b=5$ м до висоти вікна від рівня робочої поверхні до верху краю вікна $h = 2,9$ м;

- відношення відстані $l=1$ м – розрахункової точки від зовнішньої стіни до глибини приміщення;

- відношення довжини приміщення $l_{\text{п}} = 10$ м до його глибини;

- середньозваженого коефіцієнта приміщення, що розраховується по формулі

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{\rho_1 S_1 + \rho_2 S_2 + \rho_3 S_3}{S_1 + S_2 + S_3},$$

де ρ_1, ρ_2, ρ_3 - коефіцієнт відбиття відповідно стелі, стін і підлоги, і, знайдений по таблиці: $\rho_1 = 0,7$; $\rho_2 = 0,6$; $\rho_3 = 0,1$;

S_1, S_2, S_3 - площі стелі, стін, підлоги. Для розглянутого приміщення:

$$S_1 = 50 \text{ м}^2, S_2 = 84 \text{ м}^2, S_3 = 50 \text{ м}^2$$

$$P_{\phi} = \frac{0,7 \cdot 50 + 0,6 \cdot 84 + 0,1 \cdot 50}{50 + 84 + 50} = 0,49$$

При відношенні:

$$- b/h = 5/2,9 = 1,7;$$

$$- 1/b = 1/5 = 0,2;$$

$$- 1_{\text{пр}}/b = 10/5 = 2;$$

$$\rho_{\text{зрівняний}} = 0,4.$$

Одержимо $r_1 = 2,1$. Геометричний КЕО в розрахунковій точці при бічному висвітленні e_6

$$e_6 = 0,01 \cdot (n_1 \cdot n_2),$$

де $n_1 = 6$ - кількість променів за графіком Данилюка I., які проходять від неба через світлові прорізи в розрахункову точку на поперечному розрізі приміщення;

$n_2 = 42$ - кількість променів за графіком Данилюка I., які проходять від неба через світлові прорізи в розрахунковій точці

$$e_6 = 0,01 \cdot 6 \cdot 42 = 2,52.$$

Загальний коефіцієнт світлопропускання T_0 визначається по формулі

$$T_0 = T_1 \cdot T_2 \cdot T_3 \cdot T_4 \cdot T_5,$$

де T_1 - коефіцієнт світлопропускання матеріалу скла (подвійний склопакет - $T_1 = 0,8$);

T_2 - коефіцієнт, що враховує втрати світла в перегородках віконних прорізів (перегородки дерев'яні спарені $T_2 = 0,7$);

T_3 - коефіцієнт, що враховує втрати світла в несучих конструкціях (при бічному висвітленні $T_3=1$);

T_4 - коефіцієнт враховуючої втрати світла в сонцезахисних пристроях (при регульованих жалюзі $T_4=1$);

T_5 - коефіцієнт враховуючої втрати світла в захисній сітці (при бічному висвітленні $T_5=1$)

$$T_0=0,8 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1=0,56.$$

Отримані результати підставимо у формулу

$$e_{\phi}=e_6 \cdot q \cdot r_1 \cdot T_0 / K_3 ,$$

$$e_{\phi}=2,52 \cdot 0,75 \cdot 2,1 \cdot 0,56 / 1,3=1,71.$$

Із проведеного розрахунку видно, що значення, необхідне по природному висвітленню, виконується, тому що розрахункове значення КЕО для робочої точки більш нормованого значення КЕО.

Розрахунок штучного висвітлення. У розглянутому приміщенні використовується система загального рівномірного висвітлення. Як джерело світла використовуються люмінесцентні лампи низького тиску ЛБ 40 у кількості 32 шт., розміщені в шістнадцяти світильниках, розташовані на стелі в чотири ряди.

Перевіримо освітленість, забезпечувану загальним рівномірним штучним висвітленням. Для визначення освітленості застосуємо метод коефіцієнта використання світлового потоку, лк

$$E = \frac{N \cdot n \cdot \Phi_{\Lambda} \cdot \mu \sum_{i=1}^m \varepsilon_i \psi_i}{1000 \cdot K_3 \cdot h^2 \cdot l_p},$$

де N - кількість світильників у приміщенні;

n - кількість ламп в одному світильнику ($n = 4$);

Φ_{Λ} - світловий потік лампи, $\Phi_{\Lambda} = 3120$ лк для світильників ЛБ-40;

μ - коефіцієнт, що враховує збільшення освітленості за рахунок відбиття ($\mu = 1,2$);

m - кількість напіврядів світильників ($m = 4$);

ε_i - відносна освітленість за рахунок i -го напівряду світильників у розглянутій точці;

ψ - коефіцієнт переходу від горизонтального висвітлення, створюваного i -м напіврядом у розглянутій точці до висвітлення в похилій площині;

K_3 - коефіцієнт запасу (при використанні люмінесцентних ламп у приміщеннях з повітряним середовищем, що містить менш 1 мг/м^3 пилу, $K_3 = 1,5$);

h - висота підвісу світильників щодо поверхні робочого місця ($h=2,6$ м);

l_p - довжина ряду світильників, м ($l_p = 10$ м).

Для визначення табличного значення функції знаходимо відношення p і l

$$p = p / n ,$$

де p - відстань розрахункової точки до проекції ряду світильників на горизонтальну площину; $p = 1/4 = 0,25$

$$l = l_2 / n,$$

де l_2 - відстань розрахункової точки від стіни (2,5 м)

$$l = 2.5 / 4 = 0,62.$$

Для кута $\alpha = 25^\circ$ падіння світла $I_\alpha = 162$ Лк I_α для світильників 9-й групи визначимо $f(p\ l) = 0,55$, лк

$$E = \frac{16 \cdot 14 \cdot 3120 \cdot 1.2 \cdot 89}{1000 \cdot 1.5 \cdot 2.6^2 \cdot 10} = \frac{74640384}{101400} = 736.$$

Норма загального висвітлення робочих місць (контраст об'єкта розрізнення середній, розряд зорової роботи 3в; робота високої точності) становить 300 лк. Тому, $E_{\text{фактичне}} > E_{\text{необхідне}}$, [20] виконуються.

Також кожне робоче місце обладнане джерелом місцевого висвітлення, для виконання можливих робіт пов'язаних з виконанням операцій високої точності.

Оцінка інтенсивності інфрачервоного випромінювання (ІВ). ІВ робить на організм людини тепловий вплив, ефект якого залежить від довжини хвилі, що є умовою для глибини проникнення. Дія ІВ при поглинанні в різних шарах шкіри зводиться до її нагрівання, що спричиняється переповненням кровоносних судин кров'ю й посиленню обміну речовин. Збільшується зміст фосфору й натрію в крові, відбувається поляризація шкіри людини. ІВ впливає на функціональний стан центральної нервової системи, викликаючи зміни в серцево-судинній системі. Довгохвильове ІВ, проникаючи в очні яблука, викликають ряд патологічних змін: кон'юктиви, помутніння роговиці, депігментація райдужної оболонки, спазм зіниць і інші.

Джерелами ІВ у розглянутому випадку є паяльники. Температуру паяльників знайдемо з наступного. Припій ПОС-61 має температуру плавлення 190°C . Температура паяльника повинна бути вище від 50°C 70°C . Тому паяльник нагрівається до температури 260°C . Для оцінки відповідності рівня

ІВ припустимим значенням санітарних норм [18, 19] необхідно визначити довжину хвилі цього випромінювання

$$l=2,88/T,$$

де l - довжина хвилі, мм;

T - температура випромінюючої поверхні

$$l = 2,88/503 = 5,73.$$

Згідно норм при опроміненні $S_{\text{доп}} < 25$ % припустимою щільністю потоку енергії

$$S=d_1 \cdot l_1 + d_2 \cdot l_2 + d_3 \cdot l_3,$$

де S - випромінювана поверхня паяльника.

Знайдемо випромінювану поверхню паяльника, як суму поверхонь трьох циліндрів S , м²

$$d_1=0,004 \text{ м}; l_1=0,03 \text{ м};$$

$$d_2=0,01 \text{ м}; l_2=0,03 \text{ м};$$

$$d_3=0,005 \text{ м}; l_3=0,05 \text{ м};$$

$$S=3,14((0,004(0,03+0,01(0,03+0,005(0,05)))=0,0021.$$

Визначимо інтенсивність опромінення. Тому що відстань від джерела випромінювання до людини $r=0,2 \text{ м} > \sqrt{S} = 0,046 \text{ м}$, то застосуємо крапковий метод, Вт/м²

$$q=0,91 \cdot S \cdot ((T/100)^4 - A) / r^2,$$

де $A = 85$ для шкірного покриву людини

$$q=0,91*0.0021*((503/100)^4-85)/0,22=26,5.$$

При довжині хвилі $\lambda = 5,76$ напівтемних $q_{\text{доп}} = 120 \text{ Вт/м}^2$. Тому що $q < q_{\text{доп}}$, то додаткових заходів захисту застосовувати не потрібно.

Акустичний шум у робочому приміщенні. Шум шкідливо впливає на здоров'я людини. Для організації оцінки шуму санітарними нормами допускається користуватися загальним рівнем, обмірюваним шумовимірювачем по шкалі "А" (рівень звуку), що потім порівнюють із припустимим рівнем для даного типу приміщення 55 дБ відповідно до [21].

Максимальний рівень шуму в приміщенні 45 дБ, тобто нижче припустимого. У приміщенні цеху ніяких видів вібрації немає.

5 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

Паяння є основним методом закріплення електронних елементів на печатній платі. При такому способі з'єднання у повітря попадає велика кількість парів свинцю. Державними структурами встановлені допустимі норми концентрації подібних високотоксичних речовин.

Максимальний зміст свинцю в повітрі на промислових підприємствах не повинне перевищувати 0,00001 мг на літр.

Досвід багатьох країн свідчить, що рішення цієї проблеми дозволяє поліпшити екологічну обстановку в містах у цілому, підвищити ефективність роботи автомобілів, але головне - зберегти здоров'я майбутнім поколінням.

5.1 Норми концентрації свинцю

Свинець є одним з найбільш токсичних металів і включений у списки пріоритетних забруднювачів рядом міжнародних організацій, у тому числі ВОЗ, ЮНЕП, Американським агентством по контролі за токсичними речовинами й захворюваннями (CDC), і іншими аналогічних державними організаціями в різних країнах.

По ступені впливу на живі організми свинець віднесений до класу високонебезпечних речовин поряд з миш'яком, кадмієм, ртуттю, селеном, цинком, фтором і бенз(а)пиреном [22].

Небезпека свинцю для людини визначається його значною токсичністю й здатністю накопичуватися в організмі. Різні з'єднання свинцю мають різну токсичність: малотоксичний стеарат свинцю; токсичні солі неорганічних кислот (хлорид свинцю, сульфат свинцю й ін.); високотоксичні алкіліровані з'єднання, зокрема, тетраетилсвинець. Однак на практиці, як правило, аналізується тільки загальний зміст свинцю в різних компонентах

навколишнього середовища, продовольчій сировині й харчових продуктах, без диференціації на фракції й ідентифікації виду з'єднань.

В організм людини більша частина свинцю надходить із продуктами живлення (від 40 % до 70 % у різних країнах і по різних вікових групах), а також з питною водою, атмосферним повітрям, при палінні, при випадковому влученні в стравохід шматочків фарби, що має у своєму складі свинець, або забрудненої свинцем ґрунту.

З атмосферним повітрям надходить незначна кількість свинцю - усього від 1 % до 2 %, але при цьому більша частина свинцю абсорбується в організмі людини. В атмосферному повітрі більшості міст, де проводиться контроль за змістом свинцю, середньорічна концентрація варіює в межах від 0,01 мкг/м³ до 0,05 мкг/м³, що значно нижче ПДК 0,3 мкг/м³. У таких умовах живе орієнтовно до 44 млн. городян. Близько 10 млн. чол. проживає в містах з більше високим змістом свинцю - від 0,1 мкг/м³ до 0,2 мкг/м³.

У питній воді різних країн миру зміст свинцю змінюється в межах від 1 мкг/л до 60 мкг/л и в більшості європейських країн не перевищує 20 мкг/л. В Україні дані про зміст свинцю в питній воді вкрай нечисленні. У московській питній воді його зміст варіює в межах від 0,7 мкг/л до 4 мкг/л. Можливо, що існує проблема забруднення питних вод у районах розташування плавильних заводів або місць складування промислових відходів з високим змістом свинцю.

Забруднений свинцем ґрунт є джерелом його надходження в продовольчу сировину й безпосередньо в організм людини, особливо дітей. Найбільш високі концентрації свинцю виявляються в ґрунті міст, де розташовані підприємства по виплавці свинцю, виробництву акумуляторів або скла, що мають у своєму складі свинець.

У продовольчу сировину й харчові продукти свинець може надходити із ґрунту, води, повітря, кормів сільськогосподарських тварин по ходу харчового ланцюга. Крім того, певне значення має й можливість прямого забруднення при

виробництві готових виробів. Найбільш високі рівні змісту свинцю відзначаються в консервах у бляшаній тарі, рибі свіжої й мороженої, пшеничних висівках, желатині, молюсках і ракоподібних. Високий зміст свинцю спостерігається в коренеплодах і інших рослинних продуктах, вирощених на землях поблизу промислових районів і уздовж доріг.

Забруднення продуктів у збірній бляшаній банці пояснюється тим, що припій, використовуваний при зварюванні швів, містить до 60 % свинцю, а використовувані покриття не витримують "агресивної" середовища продукту.

За даними про споживання продуктів харчування в Україні, на підставі матеріалів бюджетних обстежень родин установлено, що розрахункове надходження свинцю в середньому на душу населення в рік становить 65,25 мг або 1,25 мг на одну людину у тиждень. У деяких промислових містах надходження свинцю із продуктами харчування трохи вище: в 10 % обстежуваного населення перевищує величину 2 мг/чол. у тиждень. У добовому раціоні дітей у віці від 1 р. до 3 р. споживання свинцю становить 14 мкг, у віці від 4 р. до 6 р. - 64 мкг, від 7 р. до 14 р. - 68 мкг і у віці від 14 р. до 17 р. - 87 мкг. Тобто надходження свинцю із продуктами харчування для дітей до 7 р. змінюється залежно від віку в межах від 14 мкг/добу до 68 мкг/добу.

Ведучими по числу випадків "сатурнізму" є: електротехнічна промисловість (виробництво акумуляторів), приладобудування, поліграфія, кольорова металургія. В електротехнічній промисловості, кольоровій металургії й машинобудуванні інтоксикація обумовлена перевищенням ПДК свинцю в повітрі робочої зони в 20 і більше разів. Висока питома вага свинцевих інтоксикацій у поліграфії викликаний використанням у друкарнях окремих районів морально застарілого обладнання, ручної виливки й переплавлення свинцевих шрифтів, ручного набору при недосконалій приточно-втяжній вентиляції.

За результатами офіційної статистики серед професійних інтоксикацій свинцева посідає перше місце. Серед робітників, потерпілих від впливу

свинцю, близько 40 % становлять жінки. Для жінок свинець становить особливу небезпеку, тому що цей елемент має здатність проникати через плаценту й накопичуватися в грудному молоці. ВОЗ відзначає можливість ризику спонтанних абортів при концентрації свинцю в крові вагітних робітниць 30 мкг/діл. і збільшення числа хромосомних аберацій у робітників при зміні свинцю в крові понад 80 мкг/діл.

Американські дослідники встановили, що пари етілірованого бензину здатні привести до розвитку шизофренії.

Дане дослідження почалося в Колумбійському університеті Нью-Йорка ще в 1959 р., коли тетраетилсвинець застосовувався для виготовлення високооктанового палива й виділявся в атмосферу разом з парами бензину або вихлопних газів. Тоді зміст цього небезпечного з'єднання вимірювали в у крові вагітних жінок.

З'ясувалося, що серед їхніх дітей занедужали шизофренією саме ті, хто піддавався впливу тетраетилсвинцю під час внутрішньоутробного розвитку. Учені зв'язують це з ушкодженням нервових кліток плода, подібним тому, що відбувається при алкоголізмі вагітних.

Як повідомив керівник дослідження Езра Сассер (Ezra Susser), у справжній роботі розвиток шизофренії було вперше пов'язане з яким-небудь екологічним фактором. Однак, незважаючи на показану залежність, причини цього психічного захворювання дотепер не відомі.

5.2 Вплив свинцю на здоров'я дітей

Основним показником впливу свинцю на здоров'я дітей є рівень його змісту в крові, причому відбувається постійний перегляд нормативного змісту, що рекомендується, свинцю в крові. Результати ряду великих міжнародних і національних проектів підтвердили, що при збільшенні концентрації свинцю в

крові дитини від 10 мкг/діл. до 20 мкг/діл. відбувається зниження коефіцієнта розумового розвитку (IQ).

В Україні дослідження з визначення змісту свинцю в крові дітей української національності, але їхні результати свідчать про його підвищений рівень у дітей, що проживають поблизу акумуляторних заводів.

Припустимий рівень змісту свинцю у волоссі від 8 мкг/м до 9 мкг/м. Систематичні дослідження з визначення нагромадження свинцю у волоссі населення проводяться в різних містах з 1980 р.

Серед дитячого населення, що піддається впливу підвищених концентрацій свинцю, найбільш високі рівні його нагромадження відзначаються на територіях поблизу металургійних і акумуляторних виробництв, а також у зоні впливу Чорнобильської катастрофи.

Установлено значне нагромадження свинцю в зубах дітей, що проживають в містах. Зміст свинцю в зубах цих дітей значно вище, ніж те ж у США й інших країнах миру.

Ефекти впливу свинцю на здоров'я дитячого населення розглянуті по окремих системах організму, на стан яких цей метал робить найбільш виражений вплив.

Неврологічні ефекти. У маленьких дітей зміни психомоторних реакцій зв'язують із підвищеним надходженням свинцю в організм при облизуванні пальців рук і іграшок, що побували на забрудненому ґрунті. Для дітей шкільного віку характерна зміна показника IQ. Вплив свинцю проявляється також у змінах рухової активності, координації рухів, часу зоро- і слухомоторної реакції, слухового сприйняття й пам'яті. Ці зміни в психоневрологічному статусі дитини можливі й у більше старшому віці, що виражається в труднощах навчання й надходження у вищі навчальні заклади.

Групою найбільшого ризику в умовах України є діти у віці від 6 міс. до 3 р., батьки яких контактують зі свинцем, і діти, що проживають поблизу автомобільних магістралей.

Для маленьких дітей джерелом надходження свинцю є також пил, забруднений ґрунт і дитячі іграшки. Існує навіть таке поняття: "Свинець - хвороба брудних рук". Внесок пилу досягає від 45 до 75 % для дітей 2-літнього віку. Дитина засвоює до 50 % вступника свинцю, причому більш активно це відбувається при дефіциті таких мінеральних речовин, як залізо, кальцій, цинк.

Серед дітей дошкільного віку, що проживають поблизу електролампового заводу, що є джерелом забруднення навколишнього середовища свинцем і ртуттю, поширеність захворювань сечової системи в 3 р. вище, ніж у контрольному районі цього ж міста.

Вплив свинцю викликає певні зміни в серцево-судинній системі. Патогенез поразки серця при дії свинцю зв'язується з поразкою мітохондрій, зокрема з інгібуванням поглинання іонів кальцію. У дітей з підвищеним змістом свинцю в крові (більше 20 мкг/діл.), що проживають поблизу акумуляторного заводу, виявлені функціональні зміни серцево-судинної системи.

Забруднення навколишнього середовища свинцем впливає на стан здоров'я немовляти. Немовлята в містах мають більше низькі показники фізичного розвитку, чим у районі. В місті з металургійним виробництвом - у жінок збільшене число випадків безплідності, мимовільних абортів, токсикозів, народження мертвих дітей й дітей з каліцтвами: дефектами розвитку кістково-суглобної системи, уродженими пороками серця та іншого. Частота вроджених пороків розвитку вище серед дітей, батьки яких працюють на металургійному комбінаті. У цьому ж місті в робочих плавильних виробництвах виявлене збільшення числа хромосомних аберацій.

Інтегрована біокінетична модель надходження свинцю в організм дітей дозволяє зробити оцінки для дитячої популяції імовірного розподілу концентрації свинцю в крові за наявною інформацією про надходження свинцю в організм різними шляхами. Ризик розраховували як імовірність того, що концентрація свинцю в крові дітей перевищує нормативні рівні, у якості яких

використовували прийняті в США офіційні медичні нормативи змісту свинцю в крові дітей (шкала CDC), тому що в Україні аналогічні стандарти не розроблені.

Для оцінки ризику проведені розрахунки за узагальненими показниками змісту свинцю в різних компонентах навколишнього середовища й харчовому раціоні.

Розрахунки внеску шляхів надходження у формоване свинцеве навантаження для дітей, що проживають у містах України, показали переважну роль забруднення продуктів живлення: більше 85 % від загального надходження свинцю в організм. Однак дані про забруднення продуктів живлення, використовуваних у раціоні дітей у Україні, досить суперечливі. Тому необхідний додатковий аналіз змісту свинцю в продуктах харчування.

Середній прогностичний зміст свинцю в крові дітей для міст із невисоким змістом свинцю в навколишньому середовищі близько до контрольного нормативу - 10 мкг/дл. У містах з високим змістом свинцю в навколишньому середовищі цей норматив може бути перевищений майже вдвічі.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі бакалавра був проведений аналіз метрологічних параметрів існуючих систем, що дозволяють визначити встановлення вибухових речовин. Було з'ясовано, що автономний індикатор дозволяє суттєво підвищити рівень безпеки користування автомобілем, розроблені метрологічні вимоги до вимірювальних перетворювачів електронного індикатора підривних пристроїв.

Розглянуті можливі варіанти по збільшенню вірогідності виявлення взривчатих речовин. Було обґрунтовано застосування автономного індикатору виявлення процесу встановлення підривного пристрою.

Були розроблені метрологічні вимоги до системи визначення коливань автомобілю, що складається з датчика прискорень та модулю обробки сигналу з цього датчика в складі мікроконтролера.

Була розроблена розрахункова імітаційна модель запропонованого пристрою, виконані необхідні розрахунки.

В пакеті PROTEUS змодельована робота системи.

Розроблений індикатор має наступні показники: максимальна споживана потужність – 6 Вт; діапазон виявлення прискорень при коливаннях автомобілю від $0,1 \text{ м/с}^2$ до $1,5 \text{ м/с}^2$.

У дипломній роботі бакалавра визначені шкідливі й небезпечні виробничі фактори при розробці, налагодженні й експлуатації пристрою, а також розроблені заходи, які спрямовані на створення умов праці, які відповідають вимогам норм і стандартів по охороні праці та техніки безпеки.

Мета роботи досягнута, завдання на дипломне проектування виконані в повному обсязі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Основи автоматики та автоматизації : навч. посіб. / Є. П. Пістун, І. Д. Стасюк; Нац. ун-т «Львів. політехніка». Львів, 2014. 336 с.
2. Ивлиев С.А., Щербаков Г.Н. и др. Пошук та знешкодження вибухових пристроїв Справочний посібник. К.,1996.
3. Шамшуров В.К. Інженерне забезпечення бою. Підручник. Изд. ВІА. К.,1998.
4. Миколайчук М.А., Щербаков Г.Н. і ін. Виявлення, знешкодження й знищення вибухонебезпечних предметів. Фонд “За економічну грамотність”, К., 1999.
5. Щербаков Г.Н. Виявлення об'єктів у середовищах, що вкривають (для криміналістики, археології, будівництва й боротьби з тероризмом). Київська академія комплексної безпеки підприємництва, 1998.
6. Щербаков Г.Н. Засоби виявлення схованок зі зброєю й боєприпасами в товщі ґрунту. Спеціальна техніка, К., 2000, №2, с.18-23.
7. Щербаков Г.Н. і ін. Використання ефекту порушення електронних схем для ідентифікації дистанційно керованих спеціальних технічних засобів. Питання захисту інформації. К. 1999, №3(46), с.60-62.
8. Р. Ронін. Своя розвідка. К. “Харвест”, 1998.
9. Ковальов А.В. Пошукові технічні засоби на основі методів інтроскопії. Спеціальна техніка. К., 1999, №6, с.13-21.
10. Щербаков Г.Н. Застосування нелінійної радіолокації для дистанційного виявлення навернутих об'єктів. Спеціальна техніка. К., 1999, №6, с.34-39.
11. Д. Н. Шестаков, Мікрохвильові датчики промислового застосування. Журнал «Сучасна електроніка» № 6, 2006.
12. Електротехніка. Будіщев М.С. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка. Підручник. Львів: Афіша, 2001. 424 с

13. О. М. Воробйова, В. Д. Іванченко. Основи схемотехніки: підручник. [2-е вид.]. Одеса: Фенікс, 2009. 388 с.
14. Довідник з охорони праці на промисловому підприємстві. / К.М.Ткачук. Київ: Техника, 1991.
15. Гонтаренко Г. М., Крижановская Н. Г. Формування та вимірювання сигналів в імпульсній техніці: Навчальний посібник для учнів середніх спеціальних закладів за спеціальністю «Радіотехнічні вимірювання». К: Видавництво стандартів, 1992. 227 с.: ил.
16. Швидкодіючі інтегральні мікросхеми ЦАП та АЦП та вимірювання їх параметрів / А.-Й. К. Марцинкявичус, Э.-А. К. Багданскис, Р. Л. Пошюнас и др.; Под ред.. А.-Й. К. Марцинкявичуса, Э.-А. К. Багданскиса. К.: 1988. 224 с.
17. Автоматизація проектування радіоелектронних засобів / О. В. Алексіїв, А. А. Головков, І. Ю. Пивоваров, Г. Г. Чавка; Под ред. О. В. Алексіїва. К: «Вища школа», 2000.
18. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
19. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
20. СНиП II-4-79*. Природне і штучне освітлення.
21. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
22. ГОСТ 17.4.1.02-83 Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения.

Porog = 25

Speed = 0

Cl = 0

Kol_cikl = 0

Do

Parit = Parit * -1

Start_ = 0

If Ignition = 1 Then Goto L2

'блок обробки кнопок

Cl = 0

If Start_but_up = 1 Then New_st_up = 1 Else New_st_up = 0 'start if but press to ground

If New_st_up = 1 Then : If Old_st_up = 0 Then :

Porog = Porog + 1

If Porog = 45 Then Porog = 21

' For U = 1 To 45

' Beep = 1

' Waitus 400

' Beep = 0

' Waitus 400

' Next U :

End If : End If

If Start_but_down = 1 Then New_st_down = 1 Else New_st_down = 0 'start if but press to ground

If New_st_down = 1 Then : If Old_st_down = 0 Then :

Porog = Porog - 1

If Porog = 21 Then Porog = 45

Продовження додатку А

Config Com1 = Dummy , Synchronone = 0 , Parity = None , Stopbits = 1 , Databits = 8
, Clockpol = 0

Config Timer0 = Timer , Prescale = 1024

Config Timer1 = Pwm , Pwm = 8 , Compare A Pwm = Clear Up , Compare B Pwm =
Clear Down , Prescale = 1

'Config Timer1 = Counter , Prescale = 1

On Int1 Int1_ 'Nosave

Enable Int1

A(1) = 0 : B(1) = 1 : C(1) = 1 : D(1) = 0 : E(1) = 0 : F(1) = 0 : G(1) = 0

A(2) = 1 : B(2) = 1 : C(2) = 0 : D(2) = 1 : E(2) = 1 : F(2) = 0 : G(2) = 1

A(3) = 1 : B(3) = 1 : C(3) = 1 : D(3) = 1 : E(3) = 0 : F(3) = 0 : G(3) = 1

A(4) = 0 : B(4) = 1 : C(4) = 1 : D(4) = 0 : E(4) = 0 : F(4) = 1 : G(4) = 1

A(5) = 1 : B(5) = 0 : C(5) = 1 : D(5) = 1 : E(5) = 0 : F(5) = 1 : G(5) = 1

A(6) = 1 : B(6) = 0 : C(6) = 1 : D(6) = 1 : E(6) = 1 : F(6) = 1 : G(6) = 1

A(7) = 1 : B(7) = 1 : C(7) = 1 : D(7) = 0 : E(7) = 0 : F(7) = 0 : G(7) = 0

A(8) = 1 : B(8) = 1 : C(8) = 1 : D(8) = 1 : E(8) = 1 : F(8) = 1 : G(8) = 1

A(9) = 1 : B(9) = 1 : C(9) = 1 : D(9) = 1 : E(9) = 0 : F(9) = 1 : G(9) = 1

A(10) = 1 : B(10) = 1 : C(10) = 1 : D(10) = 1 : E(10) = 1 : F(10) = 1 : G(10) = 0

A(11) = 0 : B(11) = 0 : C(11) = 0 : D(11) = 0 : E(11) = 0 : F(11) = 0 : G(11) = 1

Enable Timer0

Enable Timer1

Timer0 = 100

Enable Interrupts

Pwm1a = 178

Pwm1b = 150

Parit = 1

Cou = 0

```
' For U = 1 To 45
'     Beep = 1
'     Waitus 400
'     Beep = 0
'     Waitus 400
' Next U :
End If : End If
Old_st_down = New_st_down
Old_st_up = New_st_up
P2 = Porog \ 10
P1 = Porog Mod 10
If P2 = 0 Then P2 = 10
If P1 = 0 Then P1 = 10
'If Parit = 1 Then :
Portb.0 = 0 :
Portd.6 = A(p2) : Portd.5 = B(p2) : Portd.4 = C(p2) : Portd.7 = D(p2) :
Portd.2 = E(p2) : Portb.4 = F(p2) : Portd.0 = G(p2) :
Portb.3 = 1 :
End If
If Parit = -1 Then :
Portb.3 = 0
Portd.6 = A(p1) : Portd.5 = B(p1) : Portd.4 = C(p1) : Portd.7 = D(p1) :
Portd.2 = E(p1) : Portb.4 = F(p1) : Portd.0 = G(p1) :
Portb.0 = 1
End If
L2:
```

```
If Ignition = 0 Then Goto L3
If Parit = 1 Then :
Kol_cikl = Kol_cikl + 1:
If Kol_cikl = 10 Then :
Spp = C1 / 60 :
Spp = Spp * 25:           '1/0.04ms
Spp = Spp * 60:
Spp = Spp \ 100:
'Print C1
If Spp > 50 Then : If Spp < 5 Then : P1 = 11 : P2 = 11 : Goto L4 : End If : End If:
Speed = Spp :
Print Speed ; "speed"
'Speed = 33 :
C1 = 0:
P1 = Speed \ 10 : P2 = Speed Mod 10:
If P2 = 0 Then P2 = 10:
If P1 = 0 Then P1 = 10:
Kol_cikl = 0 :
End If :
L4:
Portb.3 = 0 :
Portd.6 = A(p2) : Portd.5 = B(p2) : Portd.4 = C(p2) : Portd.7 = D(p2) :
Portd.2 = E(p2) : Portb.4 = F(p2) : Portd.0 = G(p2) :
Portb.0 = 1 :
End If
If Parit = -1 Then :
Portb.0 = 0
```

Portd.6 = A(p1) : Portd.5 = B(p1) : Portd.4 = C(p1) : Portd.7 = D(p1) :

Portd.2 = E(p1) : Portb.4 = F(p1) : Portd.0 = G(p1) :

Portb.3 = 1

End If

If Speed => Porog Then Led = 1 Else Led = 0

L3:

L1:

If Start_ = 0 Then Goto L1

Loop

Tim0_isr:

Disable Interrupts

'Cou = Cou + 1

Start_ = 1

Return

Return

Int1_:

Disable Interrupts

Cl = Cl + 1

'Led = 1

Return

Return

End

ДОДАТОК Б ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

КАФЕДРА МБЖД ХНАДУ

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет
(ХНАДУ)

Механічний факультет

Кафедра метрології та безпеки життєдіяльності

ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

бакалавра

**РОЗРОБЛЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ВИМОГ ДО ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ
ЕЛЕКТРОННОГО ІНДИКАТОРА ПІДРИВНИХ ПРИСТРОЇВ**

Завідувач кафедри МБЖД, канд. техн. наук, проф.



О.І. Богатов

Нормоконтролер канд. техн. наук



М.В. Москаленко

Керівник канд. техн. наук



І.О. Серікова

Студент гр. ММ-41-19



О.С. Бесараб

Харків 2023

МЕТА РОБОТИ, ЗАДАЧІ, ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мета дипломної роботи бакалавра – розроблення метрологічних вимог до електронного блоку визначення встановлення підривного пристрою в автомобіль .

Задачі дослідження:

- розробити систему визначення встановлення підривного пристрою в автотранспортний засіб;
- розробити електричну принципову схему запропонованого пристрою, виконати необхідні розрахунки;
- змоделювати роботу системи в пакеті PROTEUS;
- розробити друковану плату системи;

Об'єкт дослідження – система визначення керуючих зусиль на кермо автомобілю.

Предмет дослідження – електронний датчик прискорень.



3



НАСЛІДКИ ПІДРИВУ АВТОМОБІЛЮ

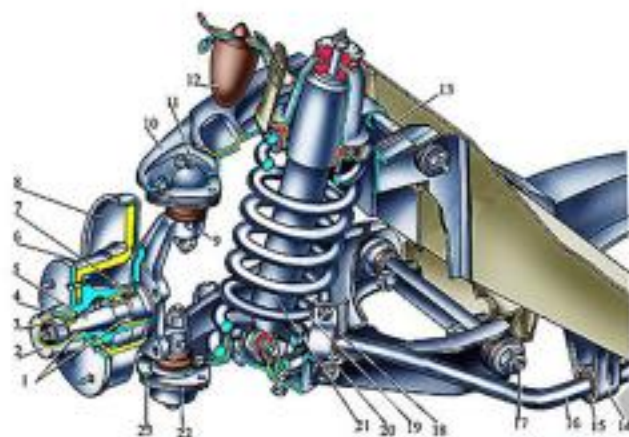


НАСЛІДКИ СПРАЦЮВАННЯ ПІДРИВНИХ ПРИСТРОЇВ ⁵





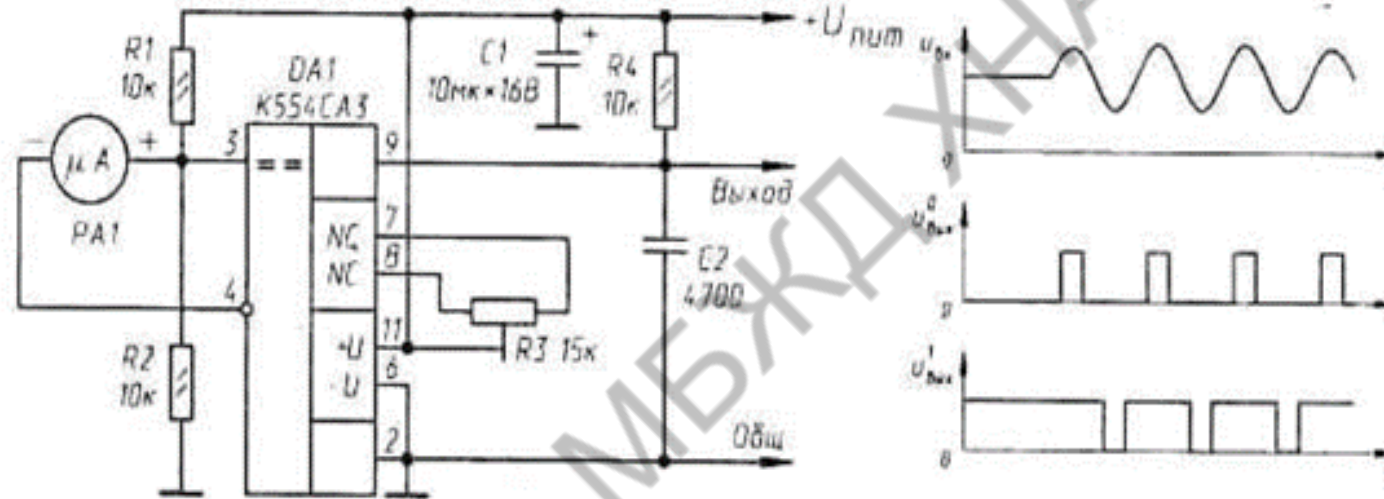
ПЕРЕДНЯ ПІДВІСКА АВТОМОБІЛЯ



Передня підвіска автомобіля:

- 1 - підшипники ступиці переднього колеса; 2 - колпак ступиці;
- 3 - регулювальна гайка; 4 - шайба;
- 5 - цапфа поворотного пальця; 6 – ступиця колеса;
- 7 - сальник; 8 - тормозний диск;
- 9 - поворотний кулак; 10 - верхній ричаг підвіски;
- 11 - корпус підшипника верхньої опори; 12 - буфер хода стиснення;
- 13 - ось верхнього ричагу підвіски; 14 - кронштейн кріплення штанги стабілізатора;
- 15 - подушка штанги стабілізатора; 16 - штанга стабілізатора;
- 17 - ось нижнього ричагу; 18 - подушка штанги стабілізатора;
- 19 - пружина підвіски; 20 - обойма кріплення штанги амортизатора;
- 21 - амортизатор; 22 - корпус підшипника нижньої опори;
- 23 - нижній ричаг підвіски

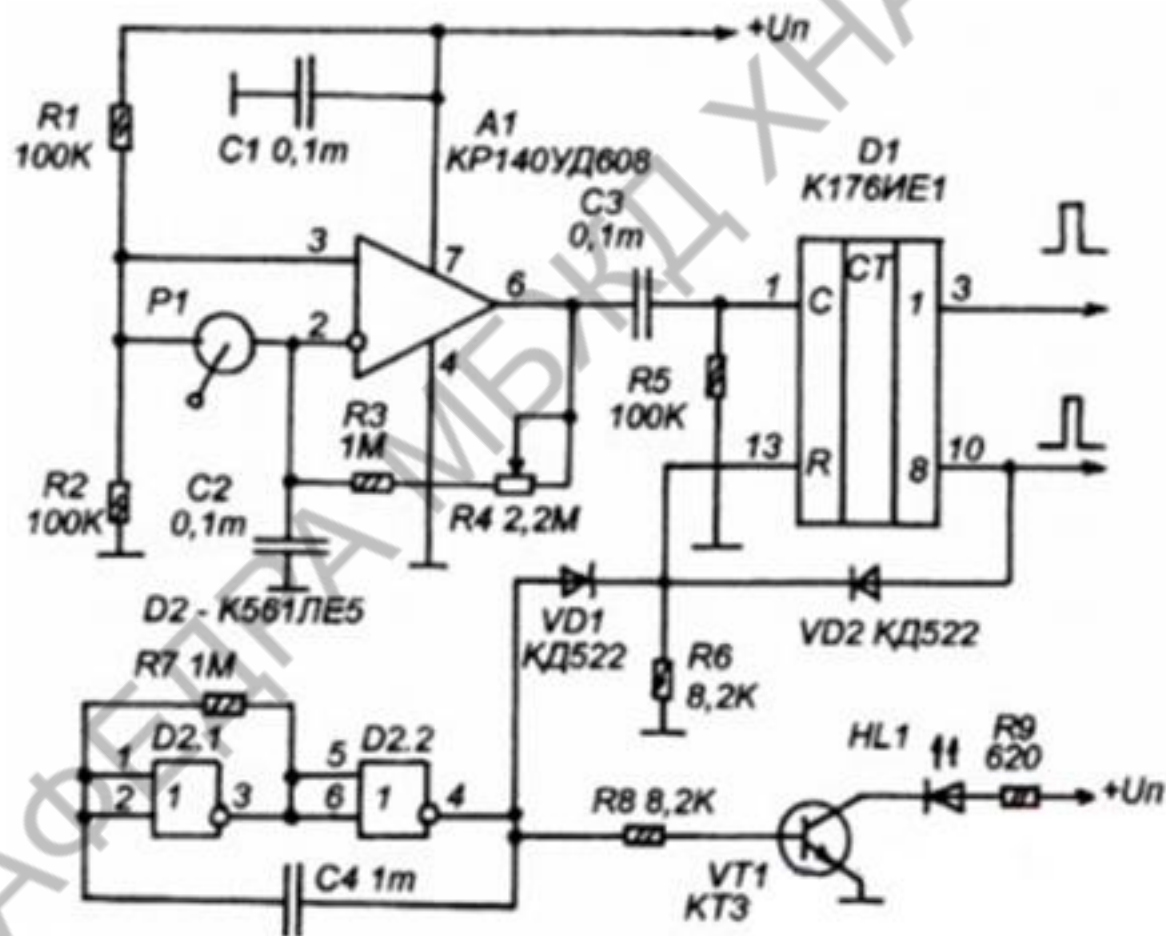
ДАТЧИК КОЛИВАНЬ КУЗОВУ АВТОМОБІЛЯ



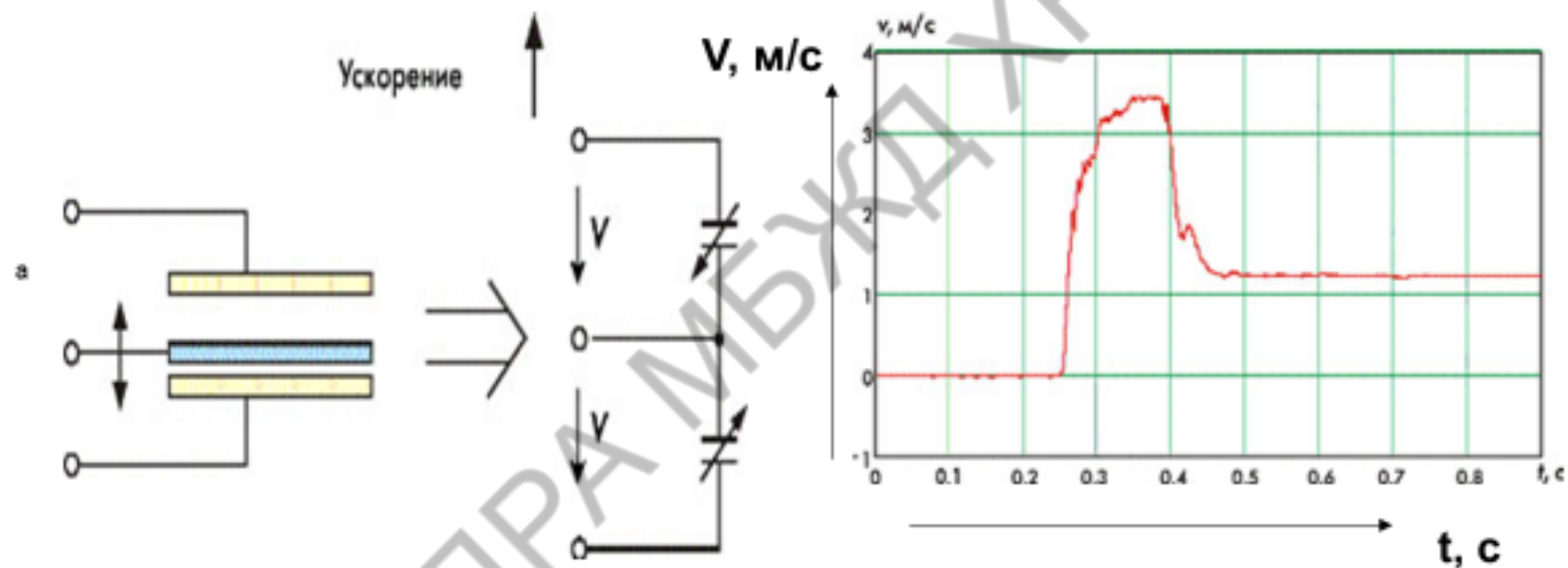
Струм, що споживається датчиком при $U_{живл} = 5 \text{ В}$, не перевищує $1,5 \text{ мА}$.

РА1 - мікроамперметр М476/1 з обтяженою стрілкою - чутливий елемент датчика: при коливаннях стрілки на рамці приладу, що переміщується в магнітному полі, виникає електрична напруга.

ДАТЧИК КОЛИВАНЬ КУЗОВУ АВТОМОБІЛЯ З ФІЛЬТРОМ



ПРИНЦИП ДІЇ ДАТЧИКА ПРискорень

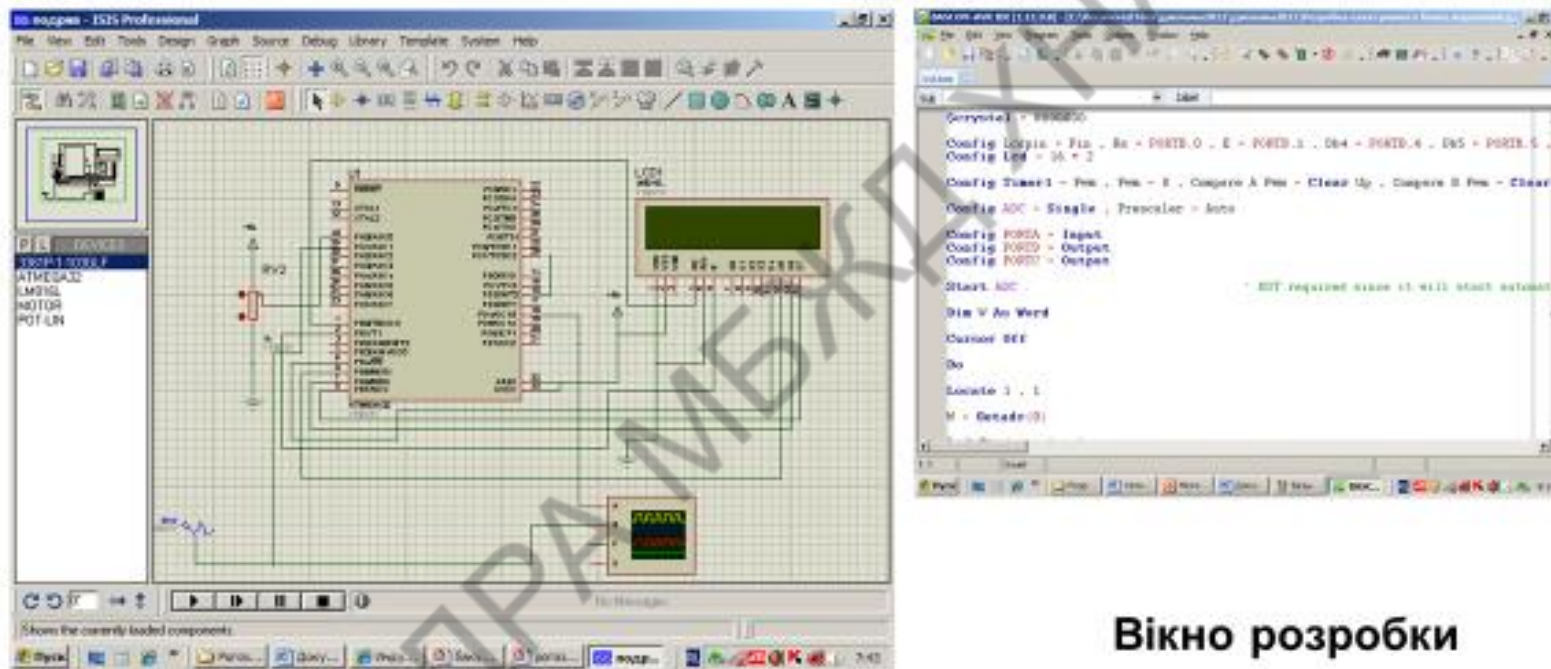


Метрологічні характеристики

- швидкість вимірювання до 1кГц
- діапазон прискорень до 16 g
- розрядність вимірювань до 16 bit

Графік швидкості
інтегрального акселерометра
в умовах коливання кузова
автомобіля

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ СИСТЕМИ

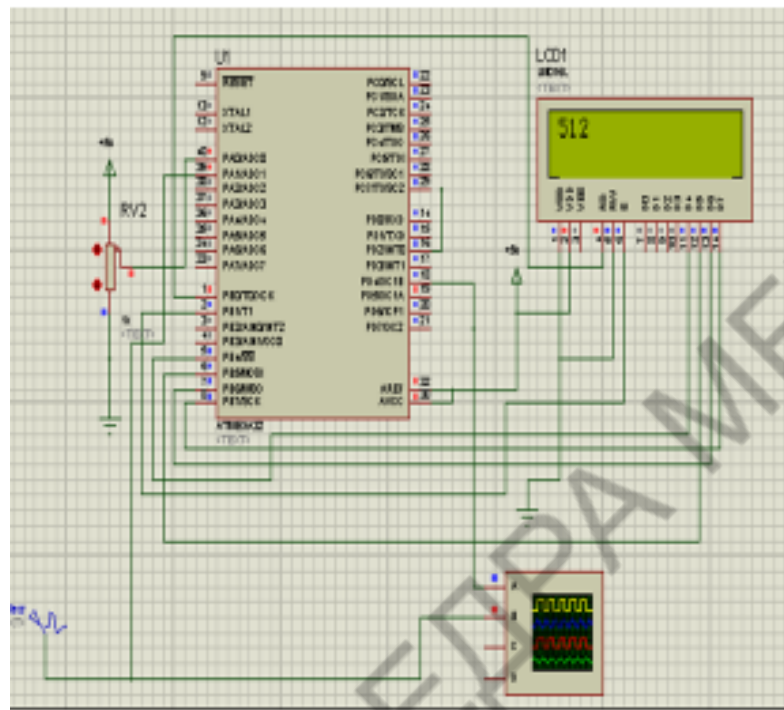


Модель системи вимірювання тиску в PROTEUS

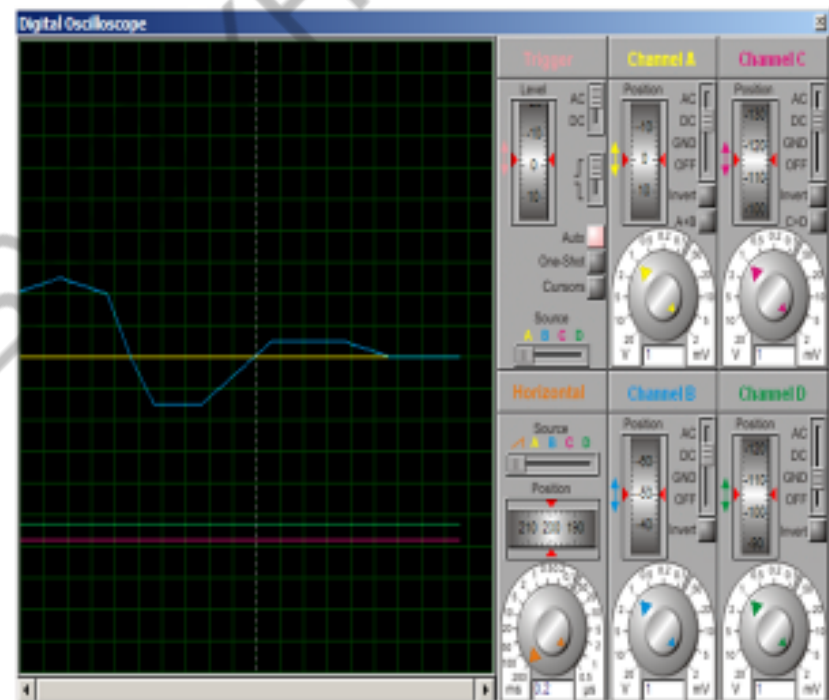
Вікно розробки програми, що керує в BASCOM

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ТИСКУ

12



Вимірювання коливань
корпуса автомобілю



Характеристика коливань

У дипломній роботі бакалавра був проведений аналіз метрологічних параметрів існуючих систем, що дозволяють визначити встановлення вибухових речовин. Було з'ясовано, що автономний індикатор дозволяє суттєво підвищити рівень безпеки користування автомобілем, розроблені метрологічні вимоги до вимірювальних перетворювачів електронного індикатора підричних пристроїв.

Розглянуті можливі варіанти по збільшенню вірогідності виявлення підричних речовин. Було обґрунтовано застосування автономного індикатора виявлення процесу встановлення підричного пристрою.

Були розроблені метрологічні вимоги до системи визначення коливань автомобілю, що складається з датчика прискорень та модулю обробки сигналу з цього датчика в складі мікроконтролера.

Була розроблена розрахункова імітаційна модель запропонованого пристрою, виконані необхідні розрахунки.

В пакеті PROTEUS змодельована робота системи.

Розроблений індикатор має наступні показники: максимальна споживана потужність – 6 Вт; діапазон виявлення прискорень при коливаннях автомобілю від $0,1 \text{ м/с}^2$ до $1,5 \text{ м/с}^2$.

У дипломній роботі бакалавра визначені шкідливі й небезпечні виробничі фактори при розробці, налагодженні й експлуатації пристрою, а також розроблені заходи, які спрямовані на створення умов праці, які відповідають вимогам норм і стандартів по охороні праці та техніки безпеки.

Мета роботи досягнута, всі завдання на дипломне проектування виконані в повному обсязі.