

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, РОБОТОТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
МОНІТОРИНГУ ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ Шутко В.М.
« ____ » _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 171 «ЕЛЕКТРОНІКА»
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ «ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ»

Тема: «Цифрова обробка сигналів за допомогою сигнальних мікроконтролерів»

Виконавець

студент групи ЕС-201Мз _____ Роздайбіда Юрій Олександрович
доцент _____ Морозова Ірина Володимирівна

Консультант розділу
«Охорона праці»

_____ Кічата Н.М.

Консультант розділу
«Охорона навколишнього середовища»

_____ Фролов В.Ф.

Нормоконтролер

_____ Сініцин Р.Б.

КИЇВ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, РОБОТОТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ МОНІТОРИНГУ
ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ
Освітньо-професійна програма «Електронні системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
В. М. Шутко
« _____ » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи (проекту)

Роздайбіди Юрія Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові випускника в родовому відмінку)

1. Тема дипломної роботи (проекту): «Цифрова обробка сигналів за допомогою сигнальних мікроконтролерів» затверджена наказом ректора від «06» жовтня 2020 р. № 1912/ст.
2. Термін виконання роботи (проекту): з 05.10.2020 р. по 21.12.2020 р.
3. Вихідні дані до роботи (проекту): порівняння сигнальних мікроконтролерів, характеристики сучасних мікроконтролерів, вибір мікроконтролера.
4. Зміст пояснювальної записки: детальний аналіз основних функцій мікроконтролерів та зроблено огляд їх архітектури. Також зроблено огляд основних підходів програмування мікроконтролерів та середовищ розробки програмного забезпечення для них; охорона навколишнього середовища; охорона праці.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: рисунки, діаграми, графіки, схеми.

6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Ознайомлення з тематикою дипломної роботи та обробка літературних джерел за темою роботи	15.10.- 30.10.2020	
2.	Огляд теоретичних засад РМ та дослідження контрольно-вимірювальних приладів для РМ	31.10.- 14.11.2020	
3.	Дослідження можливості застосування ноутбука в системі моніторингу спектру короткочасних сигналів	15.11.- 29.11.2020	
4.	Робота над основними розділами	30.11.- 27.01.2020	
5.	Написання вступу та висновків	28.01.- 31.01.2020	
6.	Оформлення пояснювальної записки та презентації	01.02.- 05.02.2020	

7. Консультанти з окремих розділів

Назва розділу	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата		Підпис
		Завдання видав	Завдання прийняв	
Охорона праці	Кічата Н.М.			
Охорона навколишнього середовища	Фролов В.Ф.			

8. Дата видачі завдання: “ 15 ” жовтня 2020 р.

Керівник дипломної роботи (проекту): _____

(підпис керівника)

(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: _____

(підпис здобувача)

(П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Цифрова обробка сигналів за допомогою сигнальних мікроконтролерів» містить : сторінок – 81, рисунків – 16, джерел посилань – 42.

Мета дипломної роботи: вивчення сигнальних мікроконтролерів в цифровій обробці сигналів, огляд застосування сигнальних мікроконтролерів,

Об'єкт дослідження: сигнальні мікроконтролери.

Методи дослідження: сигнальні мікроконтролери, цифрова обробка сигналів, порівняння технічних характеристик.

Ключові слова: МІКРОКОНТРОЛЛЕР, ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛІВ, ОБРОБКА СИГНАЛІВ, МОВНІ СИГНАЛИ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, СТРУКТУРНА СХЕМА.

Основні результати: Проведено детальний аналіз основних функцій мікроконтролерів та зроблено огляд їх архітектури. Також зроблено огляд основних підходів програмування мікроконтролерів та середовищ розробки програмного забезпечення для них.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИГНАЛЬНИХ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ ДЛЯ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ	9
1.1 . Роль та місце мікроконтролерів в сучасних електронних технологіях...	9
1.2 Програмування мікроконтролерів.....	13
РОЗДІЛ 2. ВАРІАНТ ВИКОРИСТАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ ДЛЯ ОБРОБКИ МОВНИХ СИГНАЛІВ	21
2.1. Принцип дії апаратури відтворення мовних сигналів.....	21
2.2. Призначення вузлів у структурній схемі мікроконтролера.....	31
РОЗДІЛ 3. МОДЕЛЬ АПАРАТУРИ ВІДТВОРЕННЯ МОВНИХ ПОВІДОМЛЕНЬ, З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНОЇ ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ	35
3.1. Пропозиції щодо вибору мікроконтролерів для обробки мовних сигналів	35
3.2 Застосування систем цифрової обробки сигналів.....	38
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	51
4.1 Небезпечні фактори на робочому місці.....	51
4.2. Організаційні заходи для зниження впливу шкідливих факторів.....	54
4.2.1. Розрахунок освітлення.....	57
4.3. Пожежна безпека.....	59
4.4. Інструкція з охорони праці при обслуговуванні при виконанні робіт із ремонту і обслуговування електроустаткування.....	61
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	64
5.1. Характеристика електромагнітного випромінювання та його вплив на навколишнє середовище	64
5.2 Розрахунок електромагнітного випромінювання у робочій зоні	70

5.3. Способи захисту від електромагнітного випромінювання.....	73
ВИСНОВКИ.....	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	77

ВСТУП

Електроніка - це наука про взаємодію електронів з електромагнітними полями і методи створення електронних приладів, пристроїв, в яких ця взаємодія використовується для перетворення електромагнітної енергії, передавання, оброблення і зберігання інформації.

Практичними завданнями електроніки є: розроблення електронних приладів і пристроїв, що виконують різні функції в системах перетворення і передавання інформації, в системах управління, в обчислювальній техніці, а також в енергетичних пристроях; розроблення наукових основ електронних приладів технології, що використовує електронні і іонні процеси. [1]

На базі досягнень електроніки розвивається промисловість, яка випускає електронну апаратуру для різних видів зв'язку, автоматики, телебачення, радіолокації, обчислювальної техніки, систем управління технологічними процесами, світлотехніки, інфрачервоної техніки, рентгенотехніки і ін. [2]

Найшвидшими темпами розвивається твердотіла електроніка. Твердотільні електронні прилади пройшли шлях розвитку від низькочастотних транзисторів і детекторів НВЧ(надвисоких частот) до великих і надвеликих інтегральних мікросхем, що є базою сучасної обчислювальної техніки і її численних застосувань. На цьому шляху довелося долати труднощі як принципового, так і технологічного характеру. [2]

Вибір і точне легування матеріалів, а також отримання конструкцій з мікронними і субмікронними розмірами викликали розвиток таких складних технологічних напрямів, як фото і електронна літографія, іонна імплантація. Створення інтегральних мікросхем і інших твердотільних приладів виявилось неможливим без отримання ряду нових напівпровідникових і діелектричних особливо чистих матеріалів. [2]

Забезпечення високих параметрів електротехнічних і електротехнологічних комплексів неможливе без їхньої широкої автоматизації, використання оптимальних систем автоматичного керування (САК) і регулювання. Слід зазначити серйозні досягнення в області теорії таких систем. Однак практична реалізація оптимальних регуляторів, що вбудовуються в устаткування, стримується обмеженими можливостями застосовуваної елементної бази з погляду підтримки складних математично насичених алгоритмів у реальному часі. Традиційною основою побудови САК є однокристальні мікроконтролери [2]. При створенні оптимальних регуляторів розроблювач спирається на найбільш критичну характеристику мікропроцесорних засобів – продуктивність. Незважаючи на істотне поліпшення таких кількісних параметрів, як тактова частота, тривалість командного циклу, кількість операцій за секунду і т.д. [3], проблема швидкодії керування зберігає актуальність через невідповідність архітектури вимогам теорії оптимальних систем. Під час рішення задач цифрової обробки сигналів (телекомунікації, радіотехніка, розпізнавання) широке застосування знаходять сигнальні мікропроцесори (СМП). [3]

Архітектурні особливості СМП привабливі для їхнього використання в якості оптимальних цифрових регуляторів. Метою даної статті є аналіз можливостей застосування сигнальних мікропроцесорів в оптимальних системах керування електронними системами. [4]

Щороку продається близько чотирьох мільярдів подібних виробів, призначених для реалізації «мізків» різноманітних «розумних» пристроїв, починаючи від інтелектуальних таймерів для кавоварок і закінчуючи системами керування літаком. Еволюція мікропроцесорів, перші з яких були випущені компанією Intel в далекому 1971 році, призвела до корінної зміни структури суспільства, спровокувавши на початку XXI століття другу промислову революцію.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИГНАЛЬНИХ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ ДЛЯ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ

1.1. Роль та місце мікроконтролерів в сучасних електронних технологіях

Технологічний прогрес є повторюваним, але з перервами. Кожні так часто щось велике з'являється і змінює наші стосунки зі світом. Пожежа, металургія, телеграф, Інтернет тощо.

Смартфон змінив майже всі аспекти наших стосунків зі світом. Від вказівки GPS в реальному часі до Instagram, це змінило не тільки те, як ми працюємо з оточенням, але й одне з одним. А те, що буде далі, матиме немислимо великий вплив на наш вид.

Зв'язані речі революція IoT мобільна революція дала нам щось більше, ніж телефонний досвід: крихітні, високоякісні, дешеві, низькоенергетичні, пов'язані компоненти, а також нові процеси та промислові потужності, щоб зробити їх багато. Кожен смартфон - це колекція цікавого обладнання, більша частина якого розроблена спеціально для випадку використання мобільних пристроїв, але, витягнувши його з цього контексту, можна використовувати всілякі цікаві враження за межами мобільних телефонів. Незабаром буде важко придбати новий продукт без якогось пов'язаного розуму. Управління приладом з мобільного телефону стане стандартною функцією, а всюдисущі датчики та управління перетворять промислову автоматизацію, будівлі та нашу взаємодію з навколишнім світом. Ця всюдисуща підключена апаратна трансформація обіцяє стати найбільшою частиною обчислювальної революції на сьогоднішній день. І його живлення значною мірою буде новим класом мікроконтролерів, що надає ряд вбудованих переваг, серед яких: ціна, функціональність продуктивність та вартість.

Мікроконтролери побудовані для управління апаратним забезпеченням. На відміну від інших мікропроцесорів, мікроконтролери мають коріння у вбудованому обладнанні, тому вони також мають безліч входів і виходів загального призначення (GPIO), в яких можна взаємодіяти та управляти апаратною периферією. Це включає як цифрові входи-виходи, так і пов'язані з ними протоколи, такі як I2C, послідовний, SPI, CAN та інші, а також аналогові введення-виведення для зчитування даних з датчиків навколишнього середовища та інших аналогових джерел. Багато сучасних мікроконтролерів також мають інші цікаві функції, такі як апаратний JPEG та криптографічне прискорення, які поширюють випадки їх використання на такі речі, як управління камерою або продукти безпеки. У багатьох навіть є контролери дисплея та 2D-графічне прискорення, що дозволяє їм керувати дисплеями та приймати введення із сенсорним екраном. На відміну від інших мікропроцесорів, таких як центральні процесори, мікроконтролери не призначені для запуску важких ОС, таких як Linux або Windows, які базуються на багатокористувацькій, багатoprogramній, апаратно абстрагованій парадигмі, в якій ОС часто є найважчим користувачем ресурсів. Натомість мікроконтролери, як правило, або не мають ОС, або вони працюють на операційній системі Micro Real Time (RTOS), в якій достатньо ОС для підтримки програми, яка є основним користувачем часу обробки та має повний прямий доступ до апаратного забезпечення мікросхеми. Прямий доступ до апаратного забезпечення також забезпечує ще одну перевагу; апаратні комунікації в режимі реального часу. На відміну від апаратно-абстрагованої ОС, програма, що працює на RTOS, має менше абстракцій для уповільнення доступу і, як правило, забезпечує значно меншу затримку доступу до підключеного обладнання.

Мікроконтролери вже всюди можливо, ви цього не знаєте, але якщо ви читаєте це, швидше за все, вас оточують мікроконтролери. Середній дім у розвинених країнах має майже в 10 разів більше мікроконтролерів, ніж

центральної процесорів, і якщо ви сидите в машині, навколо вас, принаймні, 30. Майже кожен сучасний прилад живиться від мікроконтролера, але він також настільки дешевий і простий у використанні, що знаходиться в іграшках, пультах дистанційного керування, термостатах та майже будь-якому іншому електронному гаджеті. Насправді мікроконтролери також є тим, чим живлять всюдисущі плати Arduino, що стало стандартним стандартом для майстрів та любителів по всьому світу. І хоча мікроконтролери впроваджуються у все, від іграшок до автомобілів протягом більшої частини 40 років, лише в останні кілька років мікроконтролери стали справді корисними для IoT; вони не тільки досить потужні для запуску складних додатків, але багато хто також отримав вбудовану підтримку підключення шлюзів, таких як Ethernet, WiFi, BLE та інші. Багато з них також відкрили свої шини пам'яті для керування зовнішньою флеш-пам'яттю та оперативною пам'яттю, що дозволяє розширити їх цікавими способами.

Мікроконтролери замінюють застарілу технологію Мікроконтролери також виконують функції багатьох інших застарілих технологій. Наприклад, програмовані логічні контролери (ПЛК) у продуктах масово замінюються мікроконтролерами, оскільки вони можуть робити все, що може ПЛК, а також дешевші та гнучкіші. Апаратні пропорційні, інтегральні, похідні (PID) контролери колись були основними приладами, такими як духовки, холодильники, рисоварки та HVAC, щоб контролювати такі речі, як температура, і зараз вони були замінені на мікроконтролери в нових конструкціях. Мікроконтролери часто плутають з іншим нещодавно популяризованим класом мікросхем, відомим як процесори додатків. Процесори додатків вийшли з мобільної революції як нижча потужність, але все ще високопродуктивна альтернатива процесорам, які мали достатньо потужності для керування цілою мобільною ОС, але все ще працювали від акумулятора. Процесори додатків часто є системою на мікросхемі (SoC), що означає, що вони замість того, щоб бути одноядерним мікросхемою єдиного

призначення, містять кілька ядер з різною функціональністю. Насправді, багато процесорів додатків фактично є майже всією материнською платою комп'ютера низького класу, стиснувшись і надівши єдиний масивний шматок кремнію.

Одноплатні комп'ютери Багато розповсюджених процесорів додатків засновані на специфікації ядра процесора ARM A7 і є тим, що забезпечує одноплатні комп'ютери (SBC), такі як Raspberry Pi, а також багато телефонів Android.



Рис. 1. Одноплатний комп'ютер.

Оскільки апаратні периферійні пристрої потребують підтримки GPIO та протоколів, які містяться в мікроконтролерах, більшість SoC вбудовують один або кілька мікроконтролерів у свою мікросхему. Наприклад, плата Microsoft Sphere - це одноплатний комп'ютер, на якому працює мікросхема MT3620, у якому є два мікроконтролери! Весь цей кремній та допоміжні компоненти потребують живлення. Що викликає ще одне: енергоефективність.

Ефективність енергії означає більше, ніж живлення від акумулятора У порівнянні з цим мікроконтролери призначені для використання дуже мало енергії як основної функції проектування; він керує дизайнерськими рішеннями як у кремнію, так і в програмному забезпеченні, яке вони використовують. Майже всі сучасні архітектури мікроконтролерів, а отже, і самі мікросхеми, мають вбудовані функції економії енергії, такі як розширені функції сну. І хоча периферійні пристрої, як правило, є найбільшим споживачем енергії, мікроконтролер може споживати міліват або менше під час роботи, порівняно з половиною вати на мікросхемі, яку використовує Raspberry Pi. Це означає, що Raspberry Pi може споживати у тисячу разів більше енергії, навіть без периферії, ніж мікроконтролер. І хоча процесори додатків на SBC з часом мають тенденцію до високого споживання енергії, мікроконтролери насправді налаштовані на підвищення енергоефективності. Наприклад, мікросхема STM32F7 вдвічі потужніша, але використовує половину енергії свого попередника STM32F4. Ця енергоефективність означає, що мікроконтролери, навіть із датчиками, можуть роками працювати на маленькій батареї або необмежено довго, додаючи невеликий сонячний елемент. І хоча не у кожному випадку використання IoT вимагає необхідності працювати від акумулятора, енергоефективність мікроконтролера виплачує дивіденди іншими способами. По-перше, завдяки використанню частки потужності, яку роблять одноплатні комп'ютери, їх загальна вартість володіння значно нижча; економія, яка часто помножується на кілька установок пристроїв. І все це заощадження енергії означає, що мікроконтролери працюють набагато крутіше, ніж процесори додатків, що не тільки зменшує складність охолодження в конструкціях, але і корисно в місцях, де охолодження утруднене, наприклад, у пилососі або космосі. Це невелике споживання електроенергії також означає, що вони можуть житися від альтернативних джерел, ніж від настінної вилки, таких як технологія збирання енергії. Це означає, що їх можна розміщувати практично

де завгодно, значно розширюючи свої адреси використання та виконуючи обіцянки розміщення IoT практично скрізь.

1.2. Програмування мікроконтролерів

C та Assembly. Перш ніж нові мови стали доступними для мікроконтролерів, доступними були два варіанти: C та Assembly. Давайте коротко розглянемо їх, перш ніж глибоко висвітлювати нові мови. C - популярна мова мікроконтролера, хоча вона була розроблена на початку 1970-х. Для використання з мікроконтролерами C добре функціонує, оскільки він має можливість обробляти виділення пам'яті, виконуючи при цьому складні функції, такі як оператори if, цикли та математичні вирази. Assembly пропонує альтернативу C з кількома перевагами. Assembly - це застаріла мова, яка часто використовує специфічний для пристрою код, який перетворюється за допомогою утилітної програми асемблера. Використовуючи цю мову, користувач має прямий доступ до центрального процесора, де процедури можна ретельно відрегулювати для точних програм синхронізації. Асемблер пропонує краще використання процесора, а також додаткові набори інструкцій, які C не підтримує, такі як маніпулювання бітами з конкретними інструкціями ВІТ.

MicroPython Python - це багатофункціональна інтерпретована мова, відома своєю простотою, чіткістю та універсальністю. Ці функції також роблять мову занадто великою для мікропроцесорів. Однак за допомогою кампанії Kickstarter у 2013 році фізик Дейміен Джордж зміг адаптувати Python до меншої версії, MicroPython, яка підходить для використання на мікроконтролері. Код MicroPython є відкритим кодом за ліцензією MIT. Мова працює на голому металі мікропроцесора, використовуючи невелику підмножину стандартної бібліотеки Python. Він може працювати,

використовуючи лише 256 тис. Місця та 16 тис. Оперативної пам'яті, проте він спроектований якнайповніше сумісним із звичайним Python.

Blockly - це бібліотека програмування з відкритим кодом, яку підтримує Google, і має на меті зробити код візуально логічним за допомогою блоків перетягування. Замість того, щоб покладатися на слова та фрази, які не мають сенсу в звичайній розмові, користувачі розміщують блоки у середовищі та з'єднують їх разом, щоб визначити, як працює програма. Наприклад, замість того, щоб писати оператор IF, користувачі перетягують блок IF на робоче місце, і отримані дії також перетягуються всередину блоку оператора IF.

BASIC - це мова, яка вперше з'явилася в 60-х роках і досягла свого розквіту з ростом персонального комп'ютера в 80-х. BASIC (аббревіатура універсального символічного кодексу інструкцій для початківців) все ще використовується і сьогодні завдяки своїй простоті та інтерпретованому характеру, що дозволяє дизайнеру більше зосередитись на апаратному забезпеченні, а менше на програмному забезпеченні. При використанні на мікроконтролері BASIC інтерпретується, що спричиняє покарання за продуктивність. Однак мова має перевагу в тому, що вона є дуже портативною. Будь-який код, написаний BASIC, працюватиме на будь-якому пристрої, який має інтерпретатор BASIC.

У минулому, працюючи з мікроконтролерами, дизайнеру довелося вибрати бажану платформу, а потім вивчити мову, якою вона користується. Завдяки вдосконаленню мов та програмного забезпечення, сьогодні мова може вирішувати, яку платформу використовувати дизайнер. Якщо дизайнер шукає певну функцію, таку як підтримка GPIO, мережа, можливість спілкування через SSH чи інші, тоді вибір мови та систем може бути важливим фактором для пошуку найкращого шляху розвитку. Мова, яку обирають користувачі, є важливою, але завжди варто пам'ятати, що не існує

поняття „найкраща мова” чи „найкращий мікроконтролер”. Зрештою, найкращий вибір - це те, до чого звертається програма.

Интерфейс

оператора

LSD

програми

Рис. 2. Взаємодія прикладної системи із середовищем розробки[14]

Основним елементом середовища розробки є компілятор, який визначає розмір коду та час виконання програми. Сучасні компілятори володіють широкими можливостями оптимізації програм з метою підвищення швидкості виконання програм або зменшення розмірів коду. [14]

Для кожного виду мікроконтролерів є вузьконаправлене середовище програмування. Це пов'язано внутрішньою структурою мікроконтролерів та технічною реалізацією запису програми в їх пам'ять. Якщо проаналізувати існуючі середовища програмування мікроконтролерів, то знайти універсальне серед них дуже важко [14].

За способом задавання, сигнали поділяються на детерміновані та випадкові. Детермінований сигнал — сигнал, значення якого можна передбачити в будь-який момент часу. Випадковий сигнал — це сигнал, який приймає випадкові значення.

За функцією, що описує параметри сигналу розрізняють неперервні (аналогові), дискретні, квантовані за рівнем та цифрові сигнали.

Аналоговий сигнал (англ. analog signal) — сигнал, який неперервний на всьому проміжку часу, рис. 1.1а.

Дискретний сигнал (англ. discrete signal) — сигнал, який визначений тільки в певні моменти часу (ці моменти називаються відліками, англ. samples), які слідують з інтервалом Δt , який називається інтервалом дискретизації (англ. sample time), величина обернена до інтервалу дискретизації називається частотою дискретизації (англ. sampling frequency).

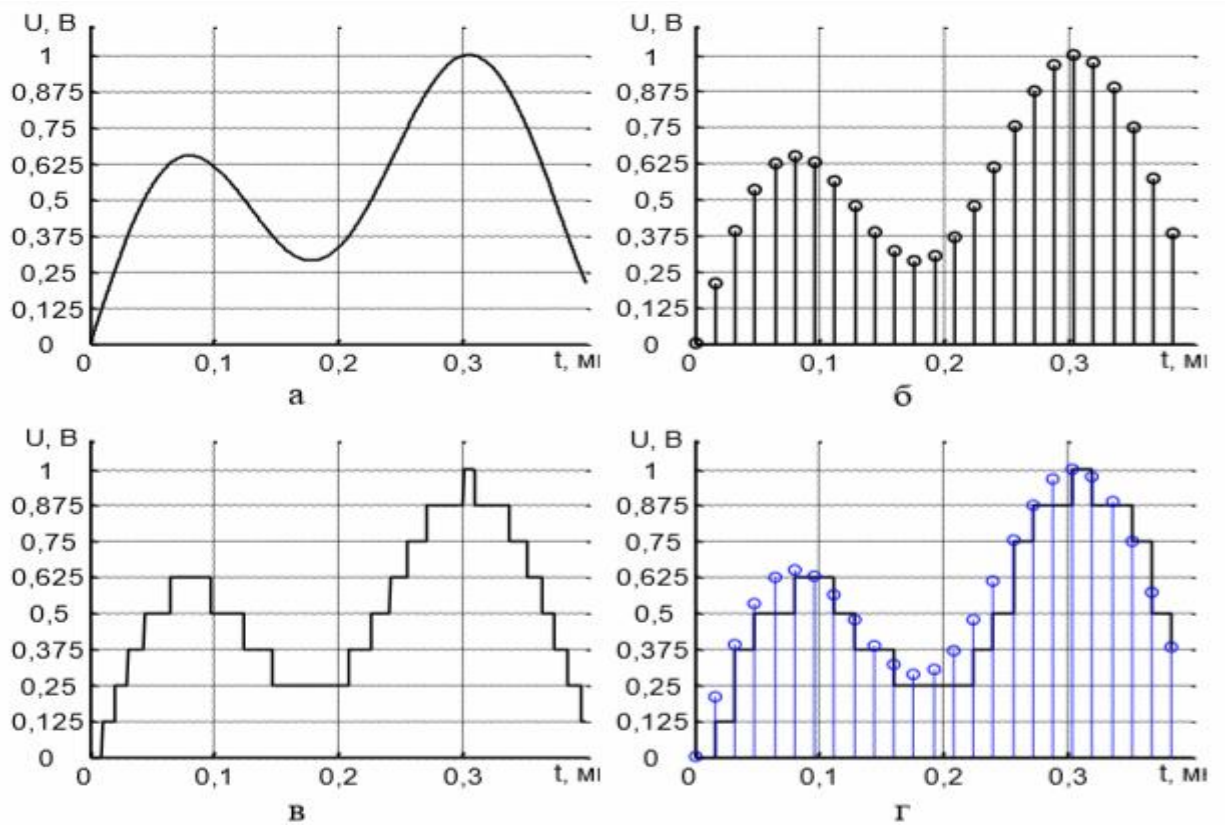


Рис. 3 . Графічне представлення аналогового (а), дискретного (б), квантованого за рівнем (в) та одночасно дискретизованого та квантованого за рівнем сигналу (г).

Квантований за рівнем сигнал (англ. quantized signal) — сигнал, вся область значень якого розбивається на рівні, відстань між якими називається кроком квантування Δ . Кількість рівнів традиційно позначається N , кожному рівню присвоюється певне значення. Сигнал в кожен момент часу порівнюється з рівнями квантування і в якості сигналу обираються значення одного з цих рівнів. Наприклад, сигнал округлюється в бік меншого значення рівня, рис. 1.1в. Цифровий сигнал (англ. digital signal) — дискретний сигнал з квантуванням по рівню (рис. 1.1г.), кожному значенню рівня присвоюється двійковий код, розрядністю M . Кількість рівнів квантування визначається за формулою $N=2^m$. Графічно цифровий сигнал представляють у вигляді,

зображеному на рис. 1.2. Цифровий сигнал можна записати у вигляді двійкових значень кожного відліку k : (001), (011), (100), (100), (101), ... (011). Часто для зручності значення відліків наводять в десятковому представленні, тобто: 1, 3, 4, 4, 5, ... 3.

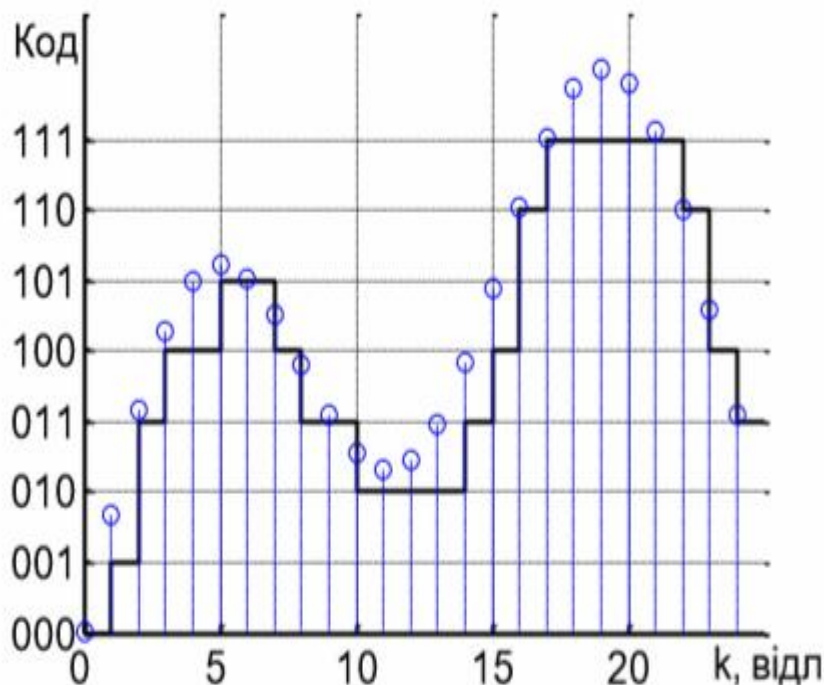


Рис. 4. Графічне представлення цифрового сигналу

Сучасні обчислювальні системи (мікроконтролери, ПЛІС, ПК тощо) є цифровими, тому будь-яке оброблення сигналів з їх використанням є обробленням саме цифрового сигналу. Проте в більшості випадків розрядність таких систем доволі висока, і спотворення, викликані квантуванням сигналу за рівнем є незначними, тому для зручності часто розглядається дискретне оброблення сигналів, а при необхідності враховуються спотворення, внесені процесом квантування. Основною метою оброблення сигналів є отримання інформації, яку вони містять. Розрізняють два основні види оброблення сигналів: аналогове оброблення та цифрове оброблення, проте інформація навколишнього світу має неперервний характер, тому перед початком будь-якого цифрового оброблення необхідно з якоюсь достовірністю перетворити неперервну інформацію на дискретну.

Саме тому зараз часто використовують комбіноване оброблення сигналів. Аналогове оброблення сигналів (англ. ASP — analog signal processing) — будь які дії над аналоговими сигналами за допомогою аналогових засобів. Цифрове оброблення сигналів (англ. DSP — digital signal processing) — перетворення сигналів, представлених в цифровому форматі. Комбіноване оброблення сигналів (англ. MSP — mixed signal processing) — комбінація двох попередніх методів. Зазвичай в таких системах зразу проводиться аналогове оброблення сигналів, а потім цифрове.

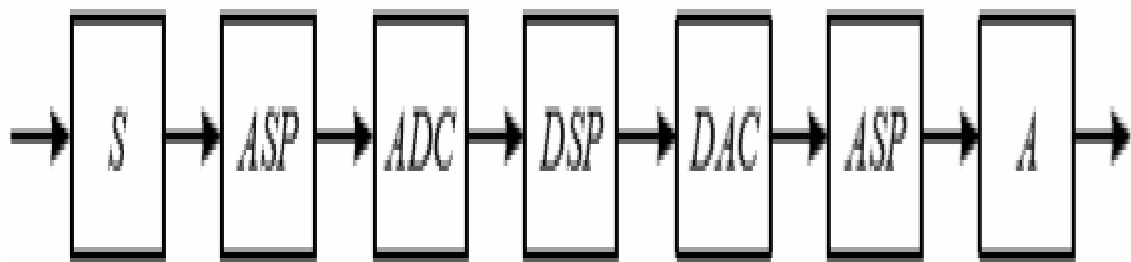


Рис. 5. Схема оброблення інформації

На даній схемі: S — давач (англ. sensor), який перетворює певну фізичну величину, інформацію про яку необхідно обробити, у вихідний сигнал (в межах нашого курсу вихідним сигналом є значення напруги/струму); ASP — блок аналогового оброблення сигналів (фільтрація, нормування, модуляція тощо); ADC (англ. Analog-to-digital converter) — аналогово-цифровий перетворювач; DSP — блок цифрового оброблення; DAC (англ. digital-to-analog converter) — цифро-аналоговий перетворювач; A (англ. actuator) — виконуючий пристрій, який перетворює вхідний сигнал в зміну певної фізичної величини.

Для наглядності вивчення та оперативного досліджування доцільно розглядати мікроконтролери та давачі в комплексній сукупності, для чого гарним прикладом послужить інформаційно-вимірювальних система в реалізації мікропроцесорного блоку метеостанції. [6]

РОЗДІЛ 2

ВАРІАНТ ВИКОРИСТАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ ДЛЯ ОБРОБКИ МОВНИХ СИГНАЛІВ

2.1. Принцип дії апаратури відтворення мовних сигналів

Прибуття сигналу мовлення, мовленнєвий сигнал - типовий нестационарний звуковий сигнал. Дихальний рух і вібрація голосового зв'язку виробляють звук. Голосовий сигнал має "короткий термін". За короткий період мови, мовний сигнал утримується у відносно стабільному стані. В основному він зосереджений на 300 Гц до 3400 Гц, коли частота дискретизації в два рази перевищує найвищу частота мовного сигналу, інформація може бути зберегся. Тому частота дискретизації може становити 8000 Гц використовується для отримання дискретного мовного сигналу. А. Зберіть мовленнєвий сигнал з теоремами про вибірку Найквіста, в процесі аналого-цифрове перетворення, якщо частота дискретизації f_s більше або дорівнює двом кратним максимальним частотам, тобто $f_s \geq 2f_{max}$, інформація вихідної мови сигнал може бути повністю збережений після вибірки. В загальне практичне застосування, частота дискретизації - п'ять в десять разів більше частоти сигналу [8]. Частота дискретизації, тобто кількість звукових сигналів в секунду, чим більша частота дискретизації, тим більше близький до справжнього звуку. Він в основному використовується для вимірювання якості звукової карти та голосового файлу. Вибірка частота зазвичай ділиться на 8 кГц, 22,05 кГц, 11,025 кГц і 44,1 кГц, деякі можуть досягати 48 кГц дуюма сучасна цивільна звукова карта. Номер вибірки можна розуміти як роздільну здатність звукової карти до обробка звукової

інформації. Чим більша вибірка частота, тим ближче до реального запису та відтворення звуку є, і зараз популярною є 16-бітова звукова карта [9]. Використовуйте мікрофон, вбудований у комп'ютер, скажіть коротку промову на мікрофон передаватиметься голосовий сигнал через мікрофон на звукову карту, щоб отримати цифровий сигнал. Існує багато функцій для підтримки звукової карти знаходиться в VI бібліотеці програмування - графіка і звук - звук для управління звуковою картою. Зберіть звук сигнал для створення передньої панелі та програмного блоку діаграма, яка в основному є для досягнення запису і функція зберігання. Вся зібрана звукова інформація автоматично зберігаються у форматі звуку WAV.

Блок-схема програми приймає цикл while структура. Він знаходиться у функції - структура - while цикл, повторюйте внутрішню блок-схему підпрограми, доки умовний термінал (вхід) отримує певний логічний тип значення. Підключіть логічне значення до терміналу циклу while. Зупиніть або продовжуйте, поки в папці вибрано значення true (T) контекстне меню. Поки цикл працює принаймні один раз і зупиняється, коли термінал умови справжній. Виведення помилки та стоп-перемикач виконує операцію "або", зупиніть запис як поки існує справжнє. Тобто програма запускається, зупиняється, коли програма виявляє помилку або користувачі натискають на кнопку зупинки.

Літера і лежить у лівому нижньому куті циклу while Структурна блок-схема використовується для запису числа циклів. Діалогове вікно файлу лежить у функції - програмування, шлях запуску - це дані за замовчуванням каталог, ім'я за замовчуванням - test.wav, типи файлів - wav формат, мітка типу призначена для звукового файлу. При виконанні звуку процедур збору, з'явиться діалогове вікно, яке підкаже для вибір шляху зберігання звукового файлу. Конфігурація вихідного звуку може бути досягнутих при придбанні налаштувань звуку полягає в функція - Програмування - графіка та звук - введення. Наприклад, число вибірки для каналу встановлено на 10000, режим

дискретизації безперервний, голосовий формат - налаштування збору звуку, частота дискретизації становить 22050, канал число дорівнює 2, а число бітів дискретизації - 16. Вхід звуку очищено, звуковий файл закрито та простий процесор помилок. Перші два - в програмування - графіка та звук. Останнє лежить у програмування - діалог з інтерфейсом користувача - проста помилка обробник. З'явиться діалогове вікно та підказки про помилку, коли файл програма виконує помилку.

Використана програмна блок-схема голосового сигналу три різні структури, відповідно умовна структура, цикл while, структура події. умовна структура виконує різні шляхи відповідно до різні умови значення в терміналі селектора, включає одну або кілька підблокових схем або гілок.

Коли структура виконується, вона може виконувати лише підпрограму блок-схема або гілка. Значення терміналу селектора може бути булевим, рядковим, цілим числом і переліченим типом визначити реалізацію філії. Додати або видалити гілку, клацнувши правою кнопкою миші на межі структури і введіть значення умовного тегу селектора на інструмент міток та налаштуйте значення кожної гілки.

У процесі відтворення звукових сигналів існують дві програми для кадру умови. Перший - це визначити, чи є шлях порожніми рядками, порожніми шляхами або нелегальні шляхи. Виконати справжню гілку, якщо вона відповідає одному з їх, системний інтерфейс вискочить з діалогового вікна з "Відкрити файл запису", тобто відкрити записаний формат wav файл. Якщо судити про помилкову гілку, шлях є дійсним (формат wav використовується для відтворення файлу запису) і виконувати його. Другий - вирішити, чи змінювати звук відтворення. Підключіть логічний перемикач до терміналу селектор стану. Видавати відповідний сигнал true / false з істинним чи хибним значенням гілки при натисканні перемикача щоб виконати акустичне відтворення або змінити відтворення. Перепробувати на основі оригінальної форми мовлення, щоб отримати іншу гру форми.

Амплітудно-частотний аналіз безперервного цифрового звуку, що міститься у WAV-файлі нефіксованої довжини, проводиться з подальшим відтворенням на основі амплітудно-частотних характеристик, які є функціями часу. На відміну від традиційно використовуваних для цих вейвлетів, завдання наближення вихідної форми звукової хвилі не існує, оскільки людське вухо не може розрізнити форму звукової хвилі, а лише набір гармонійних амплітуд, що її складають. Отже, є незначним випередженням часу або затримкою фаз часових функцій амплітуди гармоніки, але результат аналізу повинен бути у формі, доступній для зміни швидкості відтворення при збереженні частотних характеристик. Для отримання високої якості синтезованої мови розроблений частотно-фазовий детектор, який дозволяє визначити основну частоту вхідного оцифрованого мовлення. Критерій якості струму, який лежить в основі детектора, крім стандартного відхилення був збагачений функціями штрафу. Це усуває розриви амплітуди гармонік, спричинені локальними екстремумами при чистому стандартному відхиленні. Завдяки згладжуванню щільності усувається ефект «пульсу». Додаткове згладжування відбулось фільтром низьких частот. Таким чином, він забезпечує високу якість цифрового виводу синтезованого мовлення, незважаючи на значну відмінність його форми від вхідного.

командний пункт.

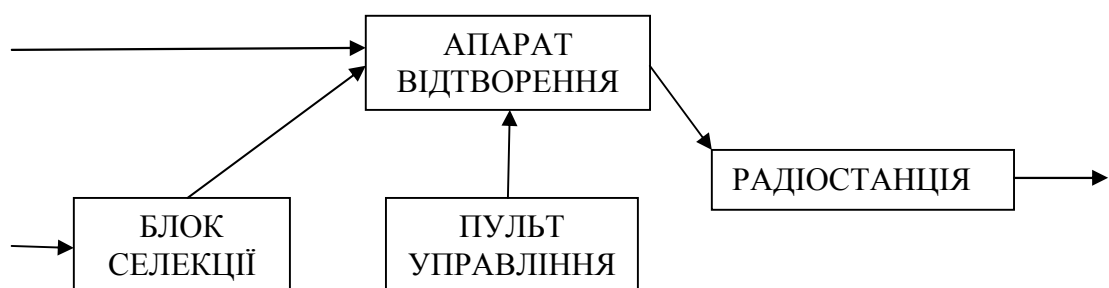


Рис. 6. Структурна схема апаратури відтворення мовних повідомлень

До складу апаратури відтворення входять три блоки: апарат відтворення, блок селекції сигналів, пульт управління. До технічних характеристик входять: вага апаратури не перевищує 6 кг; кількість повідомлень, що відтворюються дорівнюють 48; призначений ресурс апаратури складає 20 років. Аналіз періодичних донесень надійності апаратури відтворення мовних повідомлень показав, що наявність механічних вузлів апарата відтворення має низьку надійність. Тому було запропонована модернізація апаратури відтворення мовних повідомлень з використанням сучасної елементної бази.

Задача розпізнавання мови полягає в точному і ефективному, в контексті алгоритму класифікації, відтворенні вимовленого мовленнєвого сигналу. В підходах, що використовуються сьогодні, її рішення полягає в послідовному порівнянні з еталонами, що задані словником системи розпізнавання мови. Звісно словником можуть виступати різноманітні фонемні природної мови, що робить можливим побудову системи розпізнавання мови навіть без словника у прямому розумінні цього слова. Словник може лише допомагати виправити помилки розпізнавання.

2.2. Призначення вузлів у структурній схемі мікроконтролера

Шини мікропроцесорної системи, як було представлено раніше, складаються з ліній, підключених до кожної частини системи, завдяки чому сигнали одночасно доступні на багатьох мікросхемах і можуть передаватися між будь-якою парою мікросхем.

Три основні шини - це шина адреси, шина даних та шина управління. Оскільки розуміння дії шини є життєво важливим для розуміння дії будь-якої мікропроцесорної системи, ми зосередимося на кожній шині по черзі, починаючи з адресної шини. Адресна шина складається з ліній, які

з'єднуються між мікропроцесорними адресними контактами та адресними контактами кожного з мікросхем пам'яті в мікропроцесорній системі. У будь-якій, крім дуже простої системи, адресна шина також буде підключатися до інших блоків, але на даний момент ми будемо ігнорувати ці інші з'єднання. Для сучасних комп'ютерів пам'ять не встановлюється в окремі мікросхеми. Мікросхеми збираються в блоки, які називаються подвійними вбудованими модулями пам'яті (DIMM), які використовують стандартне плагінне з'єднання. Таким чином, надання адресної шини, шини даних та ліній читання / запису буде достатнім, щоб дозволити 8-бітовому мікропроцесору старішого типу працювати з 64 Кбайт пам'яті в цьому прикладі. Для менших обсягів пам'яті єдиною зміною цієї схеми є те, що деякі адресні рядки адресної шини не використовуються. Ці невикористані рядки повинні бути лініями вищого порядку, починаючи з найбільш значущого рядка. Для 16-рядкової адресної шини найбільш значущий рядок позначається як A15, найменший - як A0. Система пам'яті для 8-розрядного процесора, яка складалася суто з 64 КБ оперативної пам'яті, не була б корисною, оскільки при вмиканні не була присутня програма для роботи мікропроцесора. Має бути присутнім ПЗУ, навіть якщо це порівняно невелика кількість. Для деяких програм управління все програмування може використовувати лише ПЗУ, і система буде складатися з одного мікросхеми ПЗУ, підключеного до всіх ліній шини даних, і стільки адресних рядків, скільки було потрібно для повного звернення до мікросхеми.

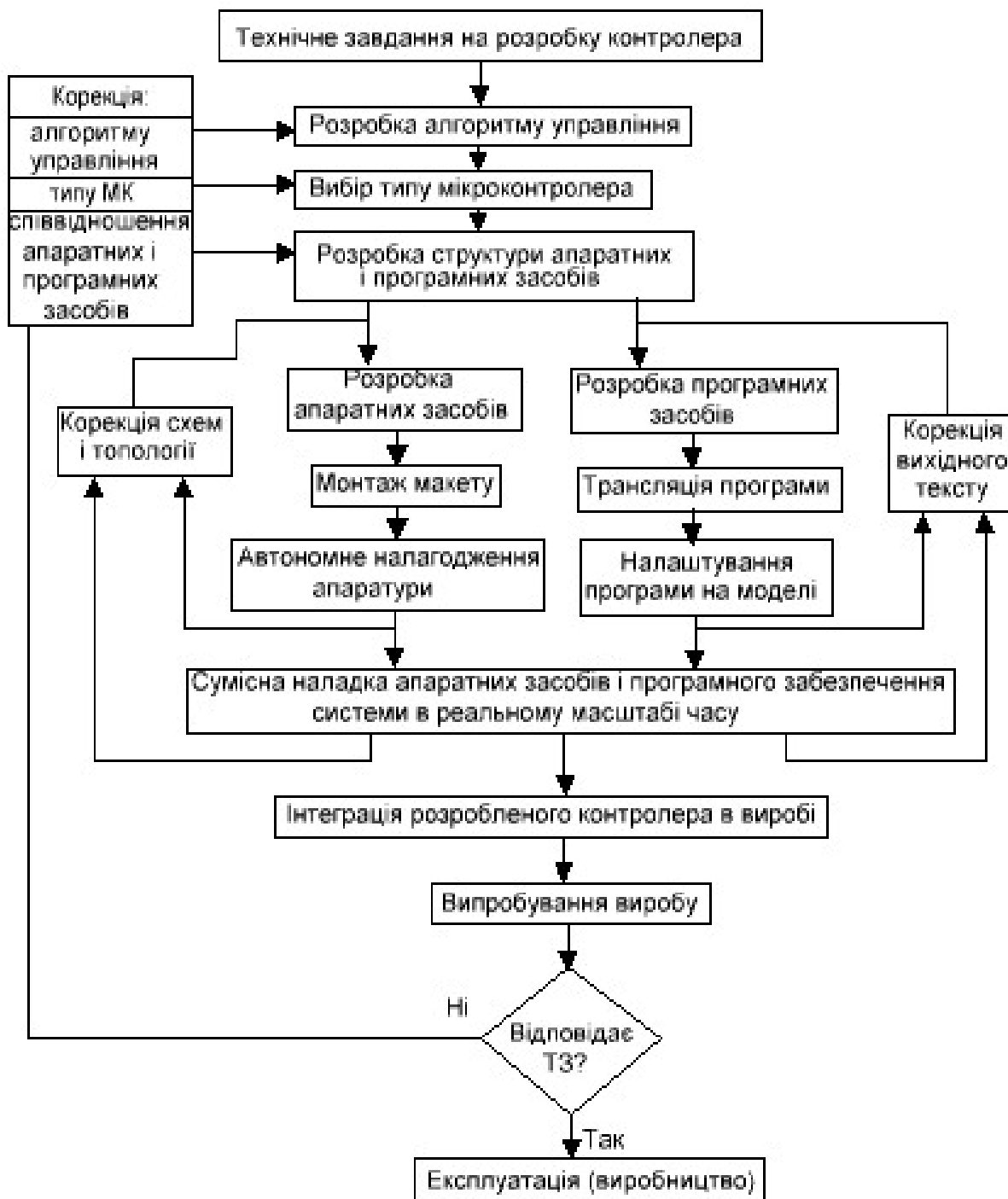


Рис.7 Основні етапи розробки [26]

При цьому необхідно виходити з того, що максимальне використання апаратних засобів спрощує розробку і забезпечує високу швидкодію

контролера в цілому, але супроводжується, як правило, збільшенням вартості і споживаної потужності. [27]

При виборі типу МК враховуються такі основні характеристики :

- розрядність;
- швидкодія;
- набір команд і способів адресації;
- вимоги до джерела живлення і споживана потужність в різних режимах;
- обсяг ПЗП (постійно запам'ятовуючий пристрій) програм і ОЗУ (оперативно запам'ятовуючий пристрій) даних; [27]
- можливості розширення пам'яті програм і даних;
- наявність і можливості периферійних пристроїв, включаючи засоби підтримки роботи в реальному часі (таймери, процесори подій і т.п.);
- можливість перепрограмування в складі пристрою;
- наявність і надійність засобів захисту внутрішньої інформації;
- вартість;
- наявність і доступність ефективних засобів програмування і налагодження МК;
- доступність можливості заміни виробами інших фірм. [27]

Список цей не є вичерпним.

Номенклатура МК, що випускаються в даний час, обчислюється тисячами типів виробів різних фірм.

РОЗДІЛ 3. МОДЕЛЬ АПАРАТУРИ ВІДТВОРЕННЯ МОВНИХ ПОВІДОМЛЕНЬ, З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНОЇ ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ

3.1 Пропозиції щодо вибору мікроконтролера для обробки основних мовних сигналів

Вибір мікроконтролера є важливою частиною майбутнього проекту, тому що від нього залежить крах або успіх проекту. Для того щоб обрати контролер необхідно врахувати велику кількість факторів.

32-розрядні контролери виробляють багато виробників, та найбільш широке поширення, на даний момент, отримав продукт спільної франко-італійсько-японської фірми STMicroelectronics (STM). Відносно низька вартість, легкість програмування і наявність безкоштовного програмного забезпечення (ПЗ) сприяли його просуванню. Найкращими в сімействі STM32 є мікроконтролери лінійки STM32F4Discovery. Засновані на ARM Cortex-M4 мікроконтролери серії STM32F4 є продовженням провідною лінійки STM32, маючи ще більш високі показники. [29]

В актуальних на сьогодні налагоджувальних плат сьогодні є велике число контактів, що дозволяють отримати доступ майже до всіх портів мікроконтролера, та інтерфейси у вигляді кнопок і світлодіодів. Також в майже у всіх налагоджувальних платах присутній програматор, який може програмувати зовнішні мікросхеми. [30]

Пропонується структурна схема апаратури відтворення мовних повідомлень. Принцип дії буде полягає у наступному. Сигнали від датчиків надходять до мікроконтролера або за наявності багатьох датчиків через мультиплексори. Відповідно кожному сигналу від датчика відповідає своя адреса у пам'яті мікроконтролера, де зберігаються мовні повідомлення. Мікроконтролер відправляє мовне повідомлення до підсилювача, який виконаний на інтегральній мікросхемі (операційному підсилювачі), потім підсилене мовне повідомлення надходить до екранів. В майбутній моделі,

апаратури відтворення мовних повідомлень, контролер поєднує в собі функції елементів апаратури таких як: блок селекції сигналів та апарат відтворення.

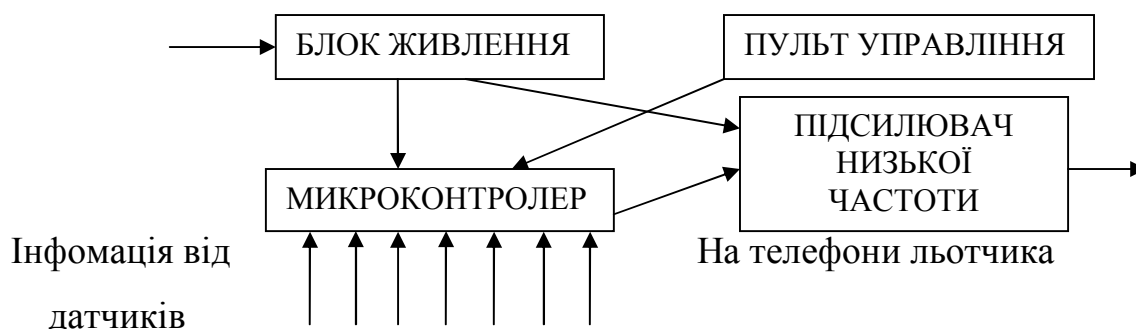


Рис. 8. Структурна схема апаратури відтворення мовних повідомлень з використанням сучасної елементної бази: БЖ – блок живлення; ПУ – пульт управління; ПНЧ – підсилювач низької частоти.

Таким чином дослідження структурної схеми показало, що модернізація апаратури відтворення мовних повідомлень буде складатися з одного блоку та пульта управління, що зменшить вагу апаратури до 2 кг., а також звільнить місце для іншого обладнання або корисного навантаження. Ресурс мікроконтролера, що має 30 років, значно підвищує надійність апаратури надійність апаратури. Мікроконтроллер має високу швидкодію, до 20 мільйонів операцій за секунду, за рахунок цього можна не тільки зменшити розмір але також значно збільшити кількість мовних повідомлень. Дана модель також може виконувати функції літакового пристрою реєстрації польотних даних, завдяки тому що у мікроконтролера є наявність енергонезалежного запам'ятовуючого пристрою виконаного за технологією Flash.

Отже, у ході дослідження даного варіанта структурної схеми модернізації обладнання відтворення мовних повідомлень були виявлені наступні переваги:

- зменшення ваги апаратури приблизно у 3 рази ніж використована апаратура на даний час;
- зменшення об'єму займаної площі на літаку, необхідного для розміщення обладнання відтворення мовних повідомлень, за рахунок заміни блоків;
- підвищення працездатності апаратури відтворення мовних повідомлень, за рахунок виключення з схеми механічних вузлів;
- значне підвищення швидкодії селекції сигналів повідомлень;
- завдяки застосуванню контролера можна збільшити кількість мовних повідомлень[5].

3.2 Застосування систем цифрової обробки сигналів

Жодна технічна система не може працювати без отримання, обміну та обробки інформації. В інформаційних системах, системах автоматичного управління інформація передається у вигляді сигналів. Сигналом може виступати будь-який матеріальний носій, у якого можна змінити один або кілька інформативних параметрів. У технічних системах інформація найчастіше передається за допомогою постійного або змінного струму, радіохвиль, світла. Наприклад, у змінного струму інформативними є: амплітуда, частота, фаза. Бурхливий прогрес обчислювальної техніки в останні десятиліття призвів до широкого впровадження методів цифрової обробки інформації практично у всіх галузях наукових досліджень і народно-господарської діяльності. При цьому серед різних застосувань засобів обчислювальної техніки одне з найважливіших місць займають системи цифрової обробки сигналів (ЦОС), які знайшли використання при обробці даних дистанційного зондування, медикобіологічних досліджень, вирішенні завдань навігації аерокосмічних і морських об'єктів, зв'язку, радіофізики, цифрової оптики і в ряді інших додатків.

Значення цифрової обробки сигналів Ті, хто не часто бере участь у світі засобів захисту слуху, можуть бути не знайомі з терміном "Цифрова обробка сигналів". Цифрова обробка сигналів, також відома як DSP, використовується лише елітними компаніями, що працюють над гарнітурами, для створення безпечного досвіду в неприродно гучних робочих середовищах. Ті, хто розглядає можливість придбання гарнітури, можуть розглянути важливість цифрової обробки сигналів і те, як це впливає на ефективність загальної продуктивності обладнання гарнітури. DSP часто плутають із справжніми цифровими системами. Ці два терміни натякають на різні поняття. Цифрова обробка сигналів має трохи більш абстрактний характер, ніж справжні цифрові системи. Цифрова система - це апаратне забезпечення, двійковий код або цифровий домен. Загальна плутанина між цими двома термінами може бути через те, що вони обидва переплетені між собою. DSP можна зробити практично на будь-якій цифровій платформі, але деякі системи спеціально розроблені для DSP.

Цифрову обробку сигналу, на якій тут зосереджено увагу, можна визначити досить просто як обробку сигналу в цифровій області для аналізу, вимірювання та маніпулювання цим сигналом за допомогою математичних розрахунків. Цифрова обробка сигналів передбачає обмін інформацією, щоб згадану інформацію можна було спостерігати, аналізувати або перетворювати в окрему форму сигналу. Як ви можете собі уявити, це відбувається дуже швидко - весь процес навіть не помічається користувачем. Однак цифрова обробка сигналу є найважливішим елементом гарної гарнітури.

Цифрова обробка сигналів використовується всюди. DSP використовується переважно на аренах аудіосигналу, обробки мовлення, РАДАРУ, сейсмології, аудіо, SONAR, розпізнавання голосу та деяких фінансових сигналів. Наприклад, цифрова обробка сигналів використовується для стиснення мови для мобільних телефонів, а також

передачі мови для мобільних телефонів. DSP також використовується в елітному гарнітурному обладнанні для захисту користувачів від пошкодження слуху; однаково важлива тут однакова концепція придушення та вдосконалення.

Провідні галузі в галузі захисту слуху та спілкування на робочому місці, такі як Sensear, використовують цифрову обробку сигналів, щоб створити безпечний та якісний досвід спілкування. Серед інших програм - маніпулювання файлами MP3, сканування САТ, комп'ютерна графіка, МРТ і навіть підсилювачі для певних електрогітар. Метою цифрової обробки сигналів є, як уже згадувалося раніше, фільтрація аналогових сигналів від поточного часу та простору. Він використовується в широкому спектрі технологічного обладнання, але є особливо критичним аспектом обладнання для придушення шуму та посилення голосу.

Комп'ютерні засоби ЦОС, в порівнянні з аналоговими, мають наступні переваги:

- характеристики комп'ютерних засобів абсолютно стабільні і не змінюються при зміні зовнішніх умов;
- дозволяють реалізацію ряду операцій і алгоритмів, що принципово не реалізуються з допомогою аналогових елементів;
- мають високу надійність, малі габарити і просто повторюються.

Для обробки аналогових сигналів цифровими засобами необхідні допоміжні перетворення на вході та виході системи. [30]

Сигнальні контролери - це гібридні процесори, в яких або контролер і сигнальний процесор розміщені на одному кристалі, або набір команд контролера розширено, з тим щоб виконувати функції сигнального процесора (або навпаки). Правда, баланс оптимальних ресурсів об'єднуються пристроїв залежить від області застосування гібридної мікросхеми. Об'єднання сигнальних процесорів і мікроконтролерів дозволяє отримувати при мінімальних витратах прийнятне рішення для багатьох побутових і

промислових систем. І сьогодні, аналогічно тому, як з класу мікропроцесорів виділилися мікроконтролери, сформувався новий клас цифрових мікросхем - сигнальні контролери.

Цифровий фільтр — поняття в електроніці, будь-який фільтр, що обробляє цифровий сигнал з метою відокремлення або придушення певних частотних складових цього сигналу. На відміну від цифрового, аналоговий фільтр має справу з аналоговим сигналом, його властивості недискретні, відповідно, передаточна функція залежить від внутрішніх властивостей його складових елементів.

Сьогодні цифрові фільтри застосовуються практично всюди, де потрібна обробка сигналів, зокрема у спектральному аналізі, обробці зображень, обробці відео, обробці мови та звуку і багатьох інших додатках.

Перевагами цифрових фільтрів перед аналоговими є:

- висока точність (точність аналогових фільтрів обмежена допусками на елементи).

- на відміну від аналогового фільтру передавальна функція не залежить від дрейфу характеристик елементів.

- гнучкість налаштування, легкість зміни.

- компактність — аналоговий фільтр на дуже низьку частоту (долі герца, наприклад)

Недоліками цифрових фільтрів у порівнянні з аналоговими є:

- важкість роботи з високочастотними сигналами. Смуга частот обмежена частотою Найквіста, рівною половині частоти дискретизації сигналу. Тому для високочастотних сигналів застосовують аналогові фільтри, або, якщо на високих частотах немає корисного сигналу, спочатку придушують високочастотні складові за допомогою аналогового фільтру, потім обробляють сигнал цифровим фільтром.

- важкість роботи в реальному часі — обчислення мають бути завершені протягом періоду дискретизації.

-для більшої точності та високої швидкості обробки сигналів потрібен не тільки потужний процесор, але і додаткове, можливо високовартісне, апаратне забезпечення у вигляді високоточних та швидких ЦАП і АЦП.

Фільтр зі скінченною імпульсною характеристикою (нерекурсивний фільтр, СІХ-фільтр) — один з видів електронних фільтрів, характерною особливістю якого є обмеженість по часу його імпульсної характеристики (з якогось моменту часу вона стає точно рівною нулеві). Такий фільтр називають ще нерекурсивним через відсутність зворотного зв'язку. Знаменник передавальної функції такого фільтру — певна константа.

Фільтр з нескінченною імпульсною характеристикою (рекурсивний фільтр, НІХ-фільтр) — електронний фільтр, що використовує один або більше своїх виходів як вхід, тобто утворює зворотний зв'язок. Основною властивістю таких фільтрів є те, що їх імпульсна перехідна характеристика має нескінченну довжину у часовій області, а передавальна функція має дробово-раціональний вигляд. Такі фільтри можуть бути як аналоговими так і цифровими.

Спектр електричного сигналу – частотний розподіл потужності, амплітуди струму або напруги сигналу. Спектр будь-якого сигналу знаходять розкладом функції, що виражає сигнал, у ряд Фур'є (для періодичних функцій), інтеграл Фур'є (для неперіодичних функцій) або спостерігають за допомогою аналізатора спектра.

Фазо-частотна характеристика (ФЧХ) — це зсув фази вихідного сигналу по відношенню до вхідного синусоїдного сигналу як функція частоти. На кожній досліджуваній частоті зсув фази можна визначити за синусоїдними сигналами на вході та виході чотириполюсника.

Амплітудно-частотна характеристика (АЧХ) — залежність амплітуди вихідного сигналу пристрою або системи передачі,

підсилення або обробки сигналу від частоти вхідного сигналу сталої амплітуди.

Швидке перетворення Фур'є (ШПФ, *FFT*) - це алгоритм швидкого обчислення дискретного перетворення Фур'є (ДПФ). Тобто, алгоритм обчислення за кількість дій, менше ніж $O(N^2)$, Необхідних для прямого (за формулою) обчислення ДПФ. Іноді під БПФ розуміється один із швидких алгоритмів, званий алгоритмом проріджування по частоті / часу або алгоритмом по підставі 2, що має складність $O(N \log(N))$.

Покажемо як виконати дискретне перетворення Фур'є за $O(N(p_1 + \dots + p_n))$ дій при $N = p_1 p_2 \dots p_n$. Зокрема, при $N = 2^n$ знадобиться $O(N \log(N))$ дій.

Дискретне перетворення Фур'є перетворює набір чисел a_0, \dots, a_{n-1} в набір чисел b_0, \dots, b_{n-1} , Такий, що

$$b_i = \sum_{j=0}^{n-1} a_j \varepsilon^{ij}$$

Де $\varepsilon^n = 1$ і $\varepsilon^k \neq 1$ при $0 < k < n$. Алгоритм швидкого перетворення Фур'є застосуємо до будь-яких комутативних асоціативним кільцям з одиницею.

Найчастіше цей алгоритм застосовують до поля комплексних чисел ($\varepsilon = e^{2\pi i/n}$) і до кільцям відрахувань.

Основний крок алгоритму полягає у зведенні задачі для N чисел до задачі для $p = N/q$ числах, де q - Дільник N . Нехай ми вже вміємо вирішувати задачу для N/q чисел. Застосуємо перетворення Фур'є до наборів $a_i, a_{q+i}, \dots, a_{q(p-1)+i}$ для $i = 0, 1, \dots, q-1$. Покажемо тепер, як за $O(Np)$ дій вирішити вихідну завдання.

Зауважимо, що

$$b_i = \sum_{j=0}^{q-1} \varepsilon^{ij} \left(\sum_{k=0}^{p-1} a_{kq+j} \varepsilon^{kjq} \right)$$

Вирази в дужках нам уже відомі - це $i \pmod p$ -Те число після перетворення Фур'є j -Тої групи. Таким чином, для обчислення кожного b_i потрібно $O(q)$ дій, а для обчислення всіх b_i - $O(Nq)$ дій, що потрібно було отримати.

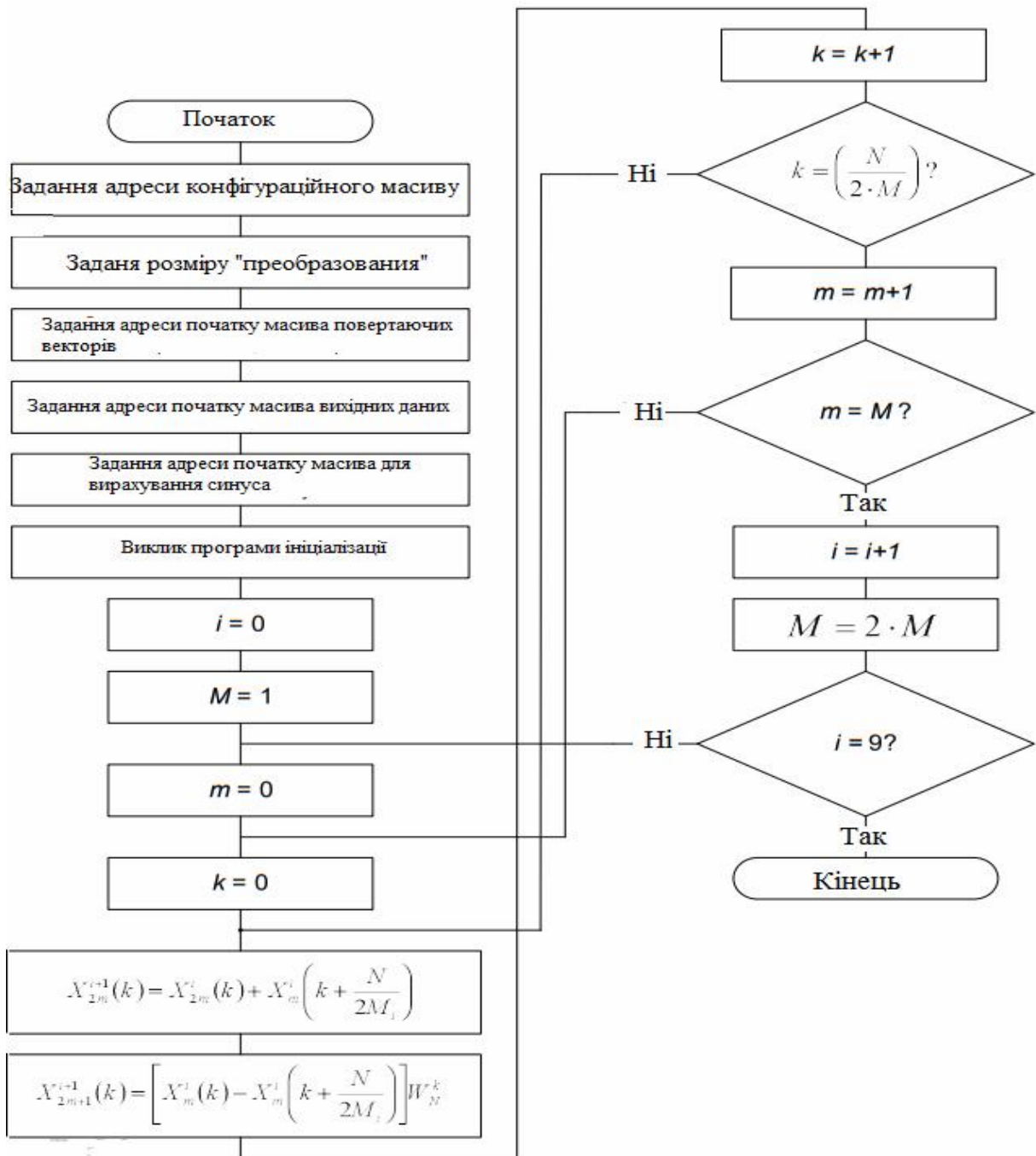


Рис.9 Структурна схема програми вирахування швидкого перетворення Фур'є.

Обробка суттєво знижає рівень бічних пелюсток амплітудно-частотної характеристики спектрального каналу тобто пропускання сигналу одного каналу в з'єднання, виконується по алгоритму.

Реалізація: Розглянемо просту рекурсивную реалізацію ШПФ і зворотного ШПФ, реалізуємо їх у вигляді однієї функції, оскільки відмінності між прямим і зворотним ШПФ мінімальні.

Для зберігання комплексних чисел скористаємося стандартним в C ++ STL типом `complex` (певним в заголовки `<complex>`).

```
typedef complex<double> base;

void fft (vector<base> & a, bool invert) {

    int n = (int) a.size();

    if (n == 1) return;

    vector<base> a0 (n/2), a1 (n/2);

    for (int i=0, j=0; i<n; i+=2, ++j) {

        a0[j] = a[i];

        a1[j] = a[i+1];
    }

    fft (a0, invert);
    fft (a1, invert);

    double ang = 2*PI/n * (invert ? -1 : 1);
```

```
base w (1), wn (cos(ang), sin(ang));
```

```
for (int i=0; i<n/2; ++i) {
```

```
    a[i] = a0[i] + w * a1[i];
```

```
    a[i+n/2] = a0[i] - w * a1[i];
```

```
    if (invert)
```

```
        a[i] /= 2, a[i+n/2] /= 2;
```

```
        w *= wn;
```

```
    }
```

```
}
```

В аргумент функції *a* передається вхідний вектор коефіцієнтів, в ньому і буде міститися результат. Аргумент *invert* показує, пряме або зворотне дискретне преобразування Фур'є потрібно вчислити. У функції спочатку перевіряється, що якщо довжина вектора дорівнює одиниці, то нічого робити не потрібно він сам і буде відповіддю. Інакше вектор *a* розділиться на два вектора *a0* та *a1*, для яких рекурсивно вираховується дискретне преобразування Фур'є. А потім величина *wn* і заводиться часова *w*, що містить поточну ступінь *wn*. Потім вираховуються елементи результуючого дискретного преобразування Фур'є по вищеописаним формулам. Код написаний в програмному середовищі Microsoft Visual C++ .

Перетворення Фур'є функції $f(t)$ математично визначається як комплексна функція $F(\omega)$, яка задається інтегралом

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt.$$

Обернене перетворення Фур'є задається виразом

$$\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega) e^{-i\omega t} d\omega = f(t).$$

Серед властивостей перетворення Фур'є можна відмітити такі.

Якщо задані інтегровані функції $f(x)$, $g(x)$ та $h(x)$ і їх відповідні перетворення Фур'є $\hat{f}(\xi)$, $\hat{g}(\xi)$ та $\hat{h}(\xi)$, тоді перетворення має такі властивості:

а) лінійність;

для довільних комплексних чисел a та b , якщо $h(x) = af(x) + bg(x)$, тоді

$$\hat{h}(\xi) = a \hat{f}(\xi) + b \hat{g}(\xi).$$

б) трансляція;

Для довільного дійсного числа x_0 , якщо $h(x) = f(x - x_0)$, тоді

$$\hat{h}(\xi) = e^{-2\pi i x_0 \xi} \hat{f}(\xi).$$

в) модуляція;

Для довільного дійсного числа ξ_0 , якщо $h(x) = e^{2\pi i x \xi_0} f(x)$, тоді

$$\hat{h}(\xi) = \hat{f}(\xi - \xi_0).$$

г) масштабування;

Для нерівного нулю дійсного числа a , якщо $h(x) = f(ax)$, тоді

$$\hat{h}(\xi) = \frac{1}{|a|} \hat{f}\left(\frac{\xi}{a}\right).$$

Випадок $a = -1$ приводить до властивості обернення часу, згідно з якою:

якщо $h(x) = f(-x)$, тоді $\hat{h}(\xi) = \hat{f}(-\xi)$.

д) спряження;

Якщо $h(x) = \overline{f(-x)}$, тоді $\hat{h}(\xi) = \overline{\hat{f}(-\xi)}$.

Зокрема, якщо f дійсне, тоді має місце умова дійсності $\hat{f}(-\xi) = \overline{\hat{f}(\xi)}$.

е) згортка.

Якщо $h(x) = (fg)(x)$, тоді $\hat{h}(\xi) = \hat{f}(\xi) \cdot \hat{g}(\xi)$.

Перетворення Фур'є застосовуються для отримання частотного спектру неперіодичної функції, наприклад, електричного сигналу, тобто для подання сигналу у вигляді суми гармонічних коливань. При цьому використовується властивість згортки.

Нехай відгук системи на подразнення у вигляді сигналу $f(t)$ буде

$$g(t) = \int_0^{\infty} \alpha(\tau) f(t - \tau) d\tau,$$

де $\alpha(\tau)$ – певна функція.

Такий запис означає, що відгук системи залежить не тільки від моментального значення збурення, а також від того подразнення, яке було певний час тому, і яке змінило стан системи.

Застосовуючи перетворення Фур'є до обох частин рівняння, отримуємо

$$G(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-i\omega t} \int_0^{\infty} \alpha(\tau) f(t - \tau) d\tau dt = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-i\omega t} \int_0^{\infty} \alpha(\tau) \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega') e^{i\omega'(t-\tau)} d\omega' d\tau dt.$$

Оскільки

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{i(\omega' - \omega)t} dt = 2\pi \delta(\omega' - \omega),$$

де $\delta(x)$ – дельта-функція Дірака, інтегрування дає $G(\omega) = A(\omega)F(\omega)$,

$$A(\omega) = \int_0^{\infty} \alpha(\tau) e^{i\omega\tau} d\tau.$$

де

Важливим висновком з цього перетворення є те, що вихідний спектр отримується з вхідного простим множенням на функцію відклику системи $A(\omega)$.

Спектри періодичних та не періодичних сигналів

Відомо, що будь-яка періодична функція, яка задовольняє умови Діріхле, може бути подана у вигляді нескінченної у загальному випадку суми гармонічних складових – рядом Фур'є. Умова Діріхле полягає у тому, що: функція $x(t)$ повинна бути обмеженою, кусочно-неперервною та мати протягом періоду скінченне число екстремумів.

Відомо дві форми розкладання в ряд Фур'є: тригонометрична й комплексна. Тригонометрична форма розкладання виражається у вигляді

$$x(t) = \frac{1}{2}A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cos(K\omega_0 t - \varphi_k),$$

де $\frac{1}{2}A_0$ – постійна складова функції $x(t)$;

$A_k \cos(K\omega_0 t - \varphi_k)$ – k -та гармонічна складова;

$A_k, K\omega_0, \varphi_k$ – амплітуда, частота та початкова фаза k -тої гармонічної складової;

$\omega_0 = \frac{2\pi}{T}$ – частота основної (першої) гармоніки;

T – період зміни функції $x(t)$.

В математичному відношенні зручніше оперувати комплексною формою ряду Фур'є, поданою у вигляді

$$x(t) = \frac{1}{2} \sum_{k=-\infty}^{\infty} A_k \exp\{jK\omega_0 t\}$$

де $A_k = A_k \exp\{-j\varphi_k\}$ – комплексна амплітуда гармонічної складової частоти $\omega_k = K\omega_0$.

Комплексна амплітуда визначається через тимчасову функцію $x(t)$ за допомогою формули

$$A_k = \frac{2}{T} \int_{t_1}^{t_1+T} x(t) \exp\{-jK\omega_0 t\} dt$$

Сукупність амплітуд і відповідних частот гармонік прийнято називати спектром амплітуд.

Сукупність початкових фаз і відповідних частот гармонік називають спектром фаз.

На подані графічні зображення спектра амплітуд і спектра фаз періодичного сигналу.

Окремі спектральні складові у графічному зображенні спектра амплітуд називають спектральними лініями.

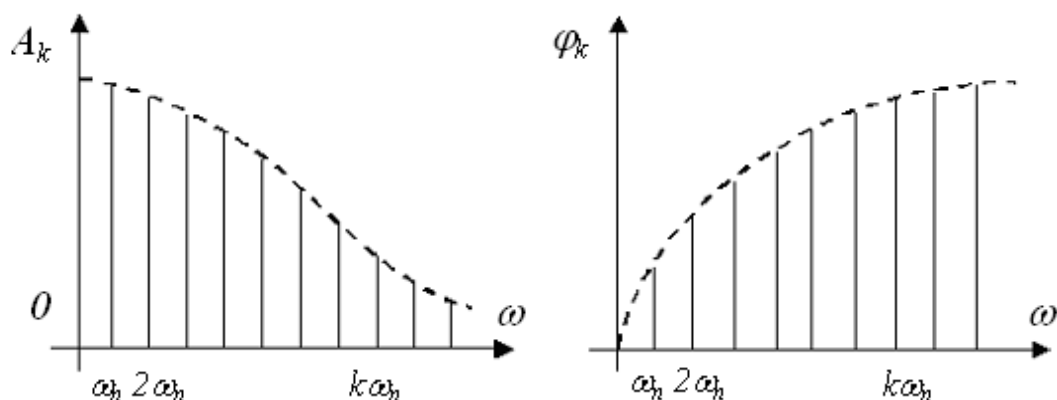


Рисунок 10 – Графічні зображення спектра амплітуд і спектра фаз періодичного сигналу

Будь-який неперіодичний сигнал можна розглядати як періодичний, період зміни якого дорівнює нескінченності. У зв'язку з цим розглянутий

раніше спектральний аналіз періодичних процесів може бути узагальнений і на неперіодичний сигнал.

Розглянемо як буде змінюватись спектр неперіодичного сигналу при необмеженому збільшенні періоду зміни сигналу. При збільшенні періоду T інтервали між суміжними частотами в спектрі сигналу і амплітуди спектральних складових зменшується і в границі при $T \rightarrow \infty$ стають нескінченно малими величинами. При цьому спектральний розклад неперіодичного сигналу відображається рядом Фур'є.

Комплексна форма неперіодичного сигналу має вигляд

$$x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S(j\omega)^* \exp(j\omega t) d\omega$$

де $S(j\omega) = S(\omega) \exp(j\phi(\omega))$ – спектральна щільність сигналу;

$S(\omega) = |S(j\omega)|$ – амплітудно-частотна характеристика сигналу;

$\phi(\omega)$ – фазочастотна характеристика сигналу.

Попередній вираз називається формулою оберненого перетворення Фур'є.

Подання неперіодичної функції інтегралом Фур'є можливе при виконанні таких умов:

- 1) функція $x(t)$ задовольняє умову Діріхле;
- 2) функція $x(t)$ абсолютно інтегрована

$$\int_{-\infty}^{\infty} |x(t)| dt < \infty$$

Таким чином, спектр неперіодичного сигналу, на відміну від спектра періодичного сигналу, є суцільним і являє собою суму нескінченної кількості гармонічних складових із нескінченно малими складовими.

Амплітуди гармонічних складових можуть бути подані у такому вигляді

$$dA = \frac{1}{2\pi} S(j\omega) d\omega$$

звідки спектральна щільність визначається виразом

$$S(j\omega) = 2\pi \frac{dA}{d\omega}$$

Спектральна щільність пов'язана з функцією часу через пряме перетворення Фур'є

$$S(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)^* \exp(-j\omega t) dt$$

Спектральна щільність однозначно відображає неперіодичний сигнал і

$$\lim_{\omega \rightarrow \infty} S(\omega) = 0$$

задовольняє умову:

Модуль спектральної щільності є парною, а аргумент непарною функцією частоти

$$S(\omega) = S(-\omega); \quad \varphi(\omega) = -\varphi(-\omega)$$

Залежність початкової фази від частоти $\varphi(K\Omega)$ зображають у вигляді фазочастотного спектра. Для складної періодичної ЕРС, спектр є лінійчатим чи дискретним. Тут лінії розміщені по шкалі частот так, що відділені на відстань Ω , яка дорівнює частоті повторення ЕРС. Зберігаючи незмінним амплітудно-частотний спектр, але змінюючи вигляд фазочастотного спектра, ми тим самим змінюємо форму складної періодичної ЕРС, яка зображена цими спектрами. При розгляді спектра складної ЕРС часто обмежуються одним графіком, на якому зображено амплітудно-частотний спектр з вказуванням фаз гармонічних складових.

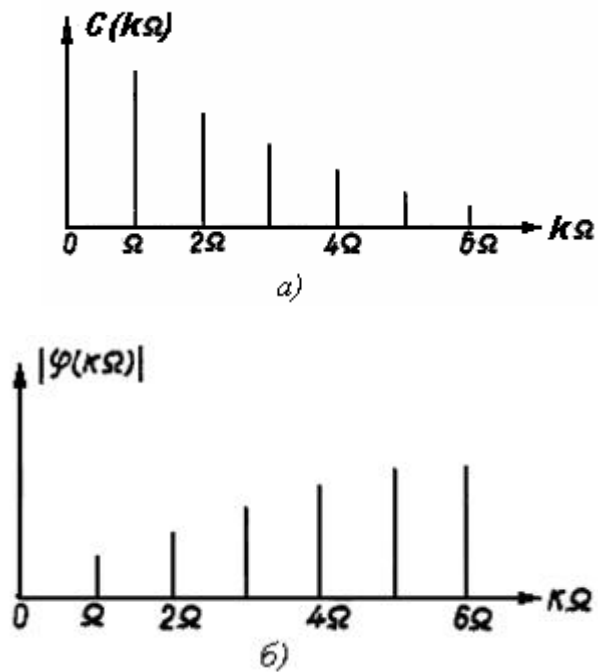


Рисунок 11 – Амплітудно-частотний та фазочастотний спектри

Теорема про суму спектрів і теорема запізнення дозволяють обчислити спектр групи однакових рівновідстаючих імпульсів. Нехай є два однакових імпульси $f_1(t)$ і $f_2(t) = f_1(t - \tau)$, розділених інтервалом часу τ . Можна записати спектральну функцію другого імпульсу через спектральну функцію першого:

$$\bar{S}_2(\omega) = \bar{S}_1(\omega)e^{-j\omega\tau}$$

Тоді на основі виразу для спектральної функції суми двох імпульсів отримаємо:

$$\begin{aligned} \bar{S}(\omega) &= \bar{S}_2(\omega) + \bar{S}_1(\omega) = \bar{S}_1(\omega)(1 + e^{-j\omega\tau}) = \\ &= \bar{S}_1(\omega)[1 + \cos \omega\tau - j \sin \omega\tau] = \\ &= \bar{S}_1(\omega)\sqrt{(1 + \cos \omega\tau)^2 + \sin^2 \omega\tau} e^{-j\psi(\omega)} = \\ &= \bar{S}_1(\omega)2 \cos \frac{\omega\tau}{2} e^{-j\psi(\omega)}, \end{aligned}$$

$$\text{де } \psi(\omega) = \text{arctg} \frac{\sin \omega\tau}{1 + \cos \omega\tau}.$$

Зі збільшенням кількості імпульсів спектр групи імпульсів наближається за структурою до лінійчатого спектра періодичної послідовності імпульсів.

Практично всі канали зв'язку мають обмежену смугу пропускання. Отже, при передачі сигналу через реальний канал зв'язку може бути передана лише частина його частотного спектра.

За практичну ширину спектра сигналу приймають діапазон частот, в межах якого знаходиться найбільш вагома частина спектра сигналу. Вибір практичної ширини спектра сигналу визначається двома критеріями: енергетичним критерієм та критерієм допустимих спотворень форми сигналу.

Розглянемо для прикладу послідовність прямокутних імпульсів тривалістю τ , амплітудою h , із періодом проходження T .

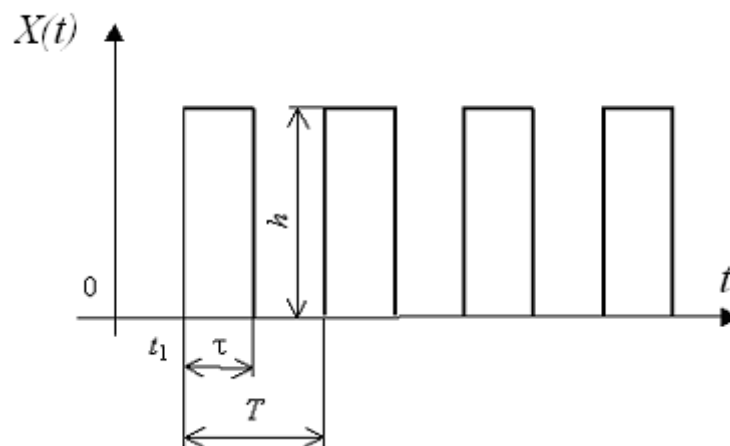


Рисунок 12 – Прямокутні імпульси

Розклад в ряд Фур'є періодичної послідовності прямокутних імпульсів подається у вигляді

$$x(t) = \frac{\tau h}{T} \left[1 + 2 \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin \frac{K \omega_0 \tau}{2}}{\frac{K \omega_0 \tau}{2}} \cos K \omega_0 \tau \right]$$

Спектр амплітуд такого сигналу показаний на рисунку 13.

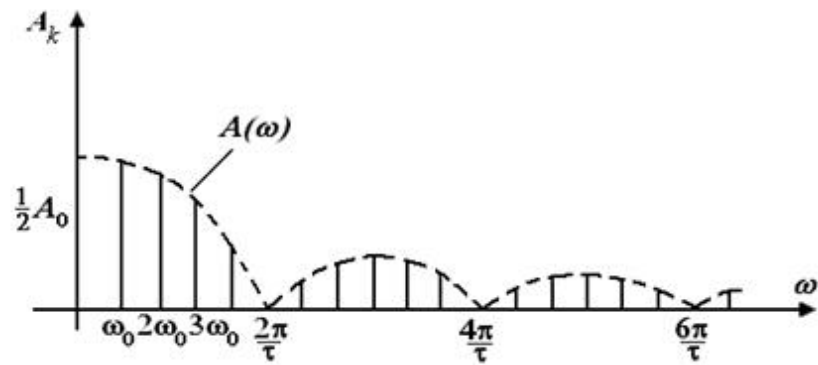


Рисунок 13 – Спектр амплітуд

Обвідна його визначається рівнянням

$$A(\omega) = 2 \frac{\tau h}{T} \left[\frac{\sin \frac{\omega \tau}{2}}{\frac{\omega \tau}{2}} \right],$$

де $\omega = K\omega_0$ – для K -ої гармоніки.

Можна показати, що для періодичної послідовності імпульсів

прямокутної форми тривалістю $\tau = \frac{T}{2}$ достатньо практичну ширину спектра

вибрати рівною $3\omega_0 = \frac{6\pi}{T} = \frac{3\pi}{\tau}$. В цій області частот зосереджено 95% всієї потужності сигналу. Розглянемо одиничний прямокутний імпульс тривалістю T та величиною h , спектральна щільність такого сигналу визначається виразом

$$S(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \exp\{-j\omega t\} dt = \int_{-\frac{\tau}{2}}^{\frac{\tau}{2}} h \exp\{-j\omega t\} dt = \tau h \frac{\sin \frac{\omega \tau}{2}}{\frac{\omega \tau}{2}}$$

Енергія сигналу, зосереджена в смузі частот від 0 до ω_0 ,

$$W_1 = \frac{1}{\pi} \int_0^{\omega_0} [S(\omega)]^2 d\omega = \frac{\tau^2 h^2 \omega_1}{\pi} \int_0^{\omega_1} \left[\frac{\sin \frac{\omega\tau}{2}}{\frac{\omega\tau}{2}} \right]^2 d\omega$$

Для оцінювання впливу ширини смуги пропускання каналу зв'язку на викривлення форми сигналів розглянемо проходження прямокутного імпульсу тривалістю T та величиною U через канал зв'язку, що являє собою ідеальний фільтр низьких частот. Коефіцієнт передачі цього фільтра виражається залежністю: $K(j\omega) = K \exp\{-j\omega T_0\}$, при цьому в діапазоні частот $0 \leq \omega \leq \omega_b$ модуль коефіцієнта передачі $K(\omega) = K = const$ і аргументу $\varphi(\omega) = \omega T_0$; поза цим діапазоном $K(\omega) = 0$.

В теорії кіл показано, що вихідний сигнал в цьому випадку може бути поданий в аналітичному вигляді

$$a_{\text{вих}}(t) = UK \left\{ \int_0^{\omega_b} \frac{\sin \omega(t - T_0)}{\omega} d\omega - \int_0^{\omega_b} \frac{\sin \omega[t - (T_0 - \tau)]}{\omega} d\omega \right\}$$

Форми переднього й заднього фронтів імпульсу спотворюються однаково. На рис. 14 показана форма переднього фронту вихідного сигналу.

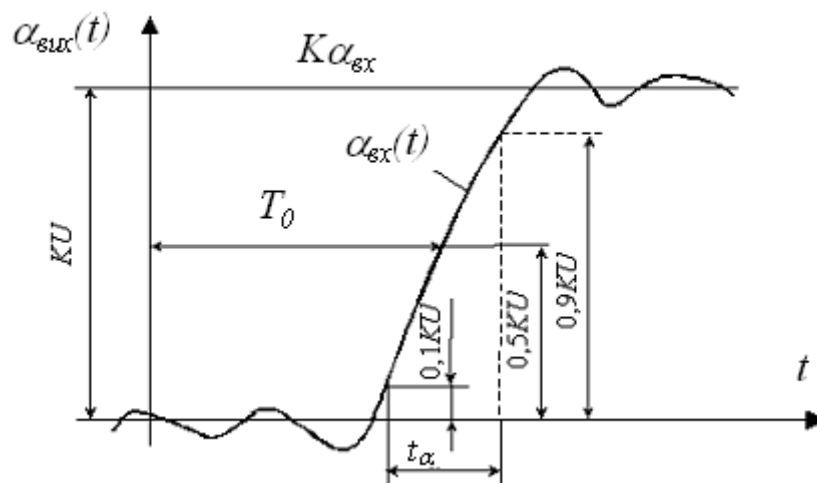


Рисунок 14 – Форма переднього фронту вихідного сигналу

Щоб вихідний сигнал зміг досягнути найбільшого значення, активна тривалість переднього фронту $t_{\phi a}$ повинна бути не більша тривалості вхідного імпульсу τ . При цьому, як показав аналіз, повинна бути справедлива

$$\text{умова } \tau \approx \frac{0,4}{f_b} \text{ або } f_b \approx \frac{0,4}{\tau}.$$

Дискретне перетворення Фур'є

Припустимо, що замість функції неперервної змінної $f(x)$ задано функцію дискретної змінної на рівномірній ґратці (рис. 15), тобто задано значення функції f_k для скінченної послідовності значень аргументу $x_k = kh$ – таблиця функції $\{f_k, kh, k = 0..N\}$. Тут за

допомогою $h = \frac{L}{N}$ позначено крок ґратки – відстань між сусідніми вузлами.

Перетворення Фур'є такої функції можна означити як суму

$$f_k = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{n=0}^{N-1} f_n e^{-2\pi \frac{kn}{N}}.$$

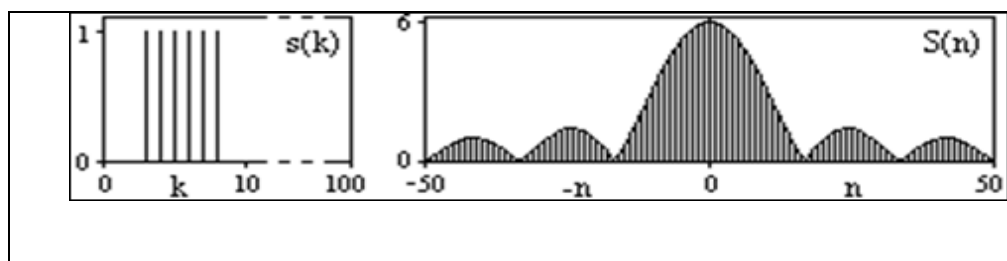


Рисунок 15 – Дискретний сигнал та модуль його спектра

Варто зазначити, що недоцільно використовувати суму з кількістю членів, більшою за кількість вузлів ґратки.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

У зв'язку з тим, що тема дипломного проекту цифрова обробка сигналів за допомогою сигнальних мікроконтролерів, суб'єктом охорони праці обрано техніка-оператора електронного устаткування відділу інформаційних технологій, до якого входять: начальник відділу, старший адміністратор системи, адміністратори системи, техник-оператор електронного устаткування, електрик з ремонту і обслуговування електроустаткування. Оскільки робота техніка-оператора електронного устаткування проводиться на робочому місці як в адмінбудівлі ПСП «АВАНГАРД» так і по структурних та виробничих підрозділах, а саме відділ головного інженера, тракторна бригада, автотранспортний відділ, агрономічний відділ, центральний склад, на якому знаходиться зерносушильний комплекс із зерносушаркою У13-СШ-50 (пальники якої працюють на природному газі), відділ тваринництва (молочно-товарна ферма і свино-товарна ферма), ковбасний цех, цех по виробництву молочної продукції та їдальня, де проводиться нагляд за технологічним устаткуванням, при потребі проводиться ремонт спільно із електриком з ремонту і обслуговування електроустаткування.

4.1 Небезпечні фактори на робочому місці

Під час виконання посадових обов'язків та при виконанні ремонтних робіт на техніка-оператора електронного устаткування можуть впливати один, або низка небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що заважають і можуть становити загрозу йому та якості його праці, постає необхідність розробки заходів з охорони праці для даного суб'єкта.

Техник-оператор електронного устаткування під час прийняття на роботу і в процесі роботи проходять на підприємстві за рахунок роботодавця навчання та перевірку знань з питань охорони праці, надання домедичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також правил поведінки у разі

виникнення аварії, навчання з електробезпеки та мати відповідну групу з електробезпеки, яку підтверджує щорічно.

Працівники, які суміщують професії, проходять навчання, інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці як з їхніх основних професій, так і за професіями, що суміщуються.

На суб'єкта охорони праці (техніка-оператор електронного устаткування під час виконання посадових обов'язків та при виконанні ремонтних робіт можуть впливати наступні небезпечні і шкідливі виробничі фактори:

1. Небезпечне значення напруги в електричному ланцюзі, замкнення якого може здійснюватися крізь тіло людини;

2. Токсична і подразнююча дія шкідливих речовин, які використовуються в технологічних процесах, що може спричинити подразнення слизових оболонок очей, носа, верхніх дихальних шляхів;

3. Підвищена або знижена температура повітря робочої зони;

4. Недостатня освітленість робочої зони;

5. Підвищений рівень шуму або вібрації на робочому місці;

Безпека того чи іншого технологічного процесу може бути визначена за їх кількістю і за ступенем небезпеки кожного з них зокрема.

Безпека праці на виробництві визначається ступенем безпеки окремих технологічних процесів.

Небезпечні й шкідливі виробничі фактори Міждержавного стандарту ГОСТ 12.0.003-74 (1999) ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» поділяються на фізичні, хімічні, біологічні й психофізіологічні. Останні за характером впливу на людину підрозділяються на фізичні й нервово-психічні перевантаження, а інші - на конкретні небезпечні й шкідливі виробничі фактори. Розглянемо карту умов праці електромонтера з ремонту та обслуговування електроустаткування:

Карта умов праці

Підприємство (організація, установа)
 ПСП «АВАНГАРД»
 вул. Миру, 36, с.Курінь,
 Бахмацького району, Чернігівська обл.
 Виробництво:
 Номер робочого місця: 3.1

Професія (посада): електромонтер з
 ремонту та обслуговування
 електроустаткування
 код 7241
 (код по ЄТКД, КД, повне найменування)
 Номери аналогічних робочих місць: 3.2

Оцінка факторів виробничого і трудового процесу

№ п/п	Фактори виробничого середовища і трудового процесу	Дата Дослідження	Норматив не значення (ГДР, ГДК)	Фактичне значення	III клас: шкідливі і небезпечні умови і характер праці			Тривалість дії фактора, % за зміну	При-мітка
					I ступінь	II ступінь	III ступінь		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Шкідливі хімічні речовини:								
	1 клас безпеки								
	2 клас безпеки								
	3-4 клас безпеки(ксилол)								
	Пил переважно фіброгенної дії								
2	Біологічні чинники:								
3	Вібрація (загальна і локальна)								
4	Шум								
	Інфразвук								
	Ультразвук								
5	Неіонізуючі випромінювання:								
	- радіочастотний діапазон								
	- діапазон промислової частоти								
	- оптичний діапазон (лазерне випромінювання)								
6	іонізуючі випромінювання:								
7	Мікроклімат у приміщенні:								
	- температура повітря, °С								
	- швидкість руху повітря, м/сек								
	- відносна вологість повітря, %								
	- інфрачервоне випромінювання, Вт/м кв.								
	-ультрафіолетове випромінювання								
	Температура зовнішнього повітря (під час роботи на відкритому повітрі), °С:								
	- влітку								
	- взимку								
8	Освітленість, КПО, %								
9	Важкість праці: Інтегральна оцінка (бали)	09.01.19	До 1,0	0,28	-	-	-	75,0	

10	Напруженість праці Інтегральна оцінка (бали)	09.01.19	До 1,0	2,0	+	-	-	75,0	
11	Загальна кількість факторів на шкідливому факторі				1	0	0		

Отже ми бачимо, що робоче місце в основному відповідає необхідному технічному та організаційному рівню, умови та характер праці відносяться до III класу 1 ст., має в наявності 1 фактор III класу 1 ст., по показникам робоче місце слід вважати із напруженими умовами праці, що дає право робітнику на пільги та компенсацію, а також необхідно використовувати засоби індивідуального захисту.

4.2. Організаційні заходи для зниження впливу шкідливих факторів

На виконання постанови Кабінету Міністрів України «Про Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці» від 01.08.1992 № 442 та Методичних рекомендацій для проведення атестації робочих місць за умовами праці, затверджених постановою Міністерства праці України від 01.09.1992 № 41, на підприємстві проведена атестація робочих місць за умовами праці з метою регулювання відносин між підприємством і працівниками щодо реалізації прав на здорові та безпечні умови праці, пільгове пенсійне забезпечення, інші пільги й компенсації за роботу в несприятливих умовах праці.

1. Для того щоб уникнути ураження електричним струмом потрібно мінімізувати ризики тобто потрібно щоб приміщення було без підвищеної небезпеки, а саме:

- високої відносної вологості повітря (перевищує 75 % протягом тривалого часу);
- високої температури (перевищує 35 °С протягом тривалого часу);
- струмопровідного пилу;
- струмопровідної підлоги (металевої, земляної, залізобетонної, цегляної і т. п.);

-можливості одночасного доторкання до металевих елементів технологічного устаткування чи металоконструкцій будівлі, що з'єднані із землею та металевих частин електроустаткування, які можуть опинитися під напругою. Особливо небезпечні приміщення характеризуються наявністю однієї із умов, що створюють особливу небезпеку:

-дуже високої відносної вологості повітря (близько 100 %);

-хімічно активного середовища;

-одночасною наявністю двох чи більше умов, що створюють підвищену небезпеку

2. Для того щоб уникнути потрапляння токсичних і подразнюючих речовин потрібно дотримуватись правил безпеки. При роботі з паяльним обладнанням виконати всі вимоги технічного регламенту знаків безпеки і захисту здоров'я працівників, а саме:

1.1. Матеріали, які використовуються під час паяння, повинні мати паспорт безпеки речовини (матеріалу) відповідно до вимог ДСТУ ГОСТ 30333:2009 «Паспорт безпечності хімічної продукції. Загальні вимоги».

1.2. Хімічні речовини необхідно зберігати в спеціально обладнаному приміщенні залежно від їхньої здатності до хімічної взаємодії відповідно до вимог ГОСТ 3885-73 «Реактивы и особо чистые вещества. Правила приемки, отбор проб, фасовка, упаковка, маркировка, транспортирование и хранение».

1.3. Флюс повинен мати температуру плавлення нижче температури припою і не повинен хімічно взаємодіяти з припоєм.

1.4. Тара для транспортування деталей і заготовок повинна відповідати вимогам ГОСТ 12.3.010-82 «Система стандартов безопасности труда. Тара производственная. Требования безопасности при эксплуатации» та ГОСТ 19822-88 «Тара производственная. Технические условия».

1.5. Припої для з'єднання заготовок повинні рівномірно розтікатися по поверхні спалюваних деталей, мати температуру плавлення нижче ніж

метали, які з'єднуються, та високу електропровідність під час паяння токопровідних виробів.

1.6. Виробниче обладнання для технологічних процесів паяння повинно бути в справному стані, відповідати вимогам ДСТУ ГОСТ 12.2.061:2009 «Система стандартів безпеки труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам» та мати огороження відповідно до вимог ГОСТ 12.2.062-81 «Система стандартів безпеки труда. Оборудование производственное. Ограждения защитные».

1.7. Устаткування, яке встановлене в одному технологічному потоці, повинно бути обладнане світловою та звуковою сигналізаціями одночасно, зблокованими із загальним пусковим пристроєм.

Пускові пристрої устаткування повинні бути зблоковані з пусковими пристроями витяжних вентиляційних систем.

1.8. Устаткування для виконання паяльних робіт повинно бути обладнане контрольно-вимірною апаратурою та приладами для регулювання рівня технологічних параметрів та відключення устаткування у разі виходу параметрів за межі встановлених норм.

3. В умовах підвищеної температури робочої зони потрібно за можливості встановити обладнання (кондиціонер) для зниження температури для комфортного перебування. Якщо температура в приміщенні де знаходиться робоче місце низька то доречним буде встановити додатковий обігрівач.

4. Недостатня освітленість робочих місць може бути непрямою причиною нещасних випадків на виробництві. Освітлення буває природне, штучне і суміщене (одночасно використовується природне і штучне світло). Найсприятливіше для людини природне освітлення.

Штучне освітлення повинно виконувати наступні вимоги:

- достатнім, щоб очі без напруги могли розрізняти деталі, що розглядаються;
- стабільним - для цього напруга в електричній мережі не повинна коливатися більше ніж на 4 %;
- рівномірно розподіленим на робочих поверхнях, щоб очам не доводилося потрапляти з дуже темного місця у світле і навпаки;
- безпечним - не призводити до вибуху, пожежі у виробничих приміщеннях.

5. Для того щоб мінімізувати вплив шуму та вібрації на організм людини потрібно дотримуватися наступних заходів:

- раціональне розміщення будівель і споруд на території підприємства (здійснюється при проектуванні, реконструкції та експлуатації підприємств, цехів, дільниць);

- раціональне розміщення технологічного устаткування та робочих місць; раціональне акустичне розміщення зон і режимів руху транспортних засобів і потоків;

- створення шумозахисних зон.

Акустичні засоби передбачають застосування засобів звукоізоляції, звукопоглинання, віброізоляції, демпфірування (гасіння коливань механічних систем нелінійними динамічними пристроями) та застосування глушників шуму.

4.2.1. Розрахунок освітлення

Відповідно до вимог Міждержавного стандарту ГОСТ 12.0.003-74 (1999) ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы».

Для штучного освітлення у приміщенні використовуються люмінесцентні лампи.

Розрахунок штучного освітлення проведемо для кімнати площею 20 м², ширина якої складає 5м, довжина – 4м, висота – 3м.

Скористаємося методом використання світлового потоку. Для визначення потрібної кількості світильників, які повинні забезпечити

нормований рівень освітленості, визначимо світловий потік, що падає на робочу поверхню за формулою:

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{\eta}, \text{ де}$$

- F – світловий потік, що розраховується, Лм;
 E – нормована мінімальна освітленість, Лк; $E = 300$ Лк;
 S – площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку $S=20\text{м}^2$);
 Z – відношення середньої освітленості до мінімальної (зазвичай приймається рівним 1,1... 1,2, в нашому випадку $Z = 1,1$);
 K – коефіцієнт запасу, що враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників в процесі експлуатації (його значення залежить від типу приміщення і характеру робіт, що проводяться в ньому, в нашому випадку $K = 1,5$);
 η – коефіцієнт використання світлового потоку, (виражається відношенням світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп, і обчислюється в долях одиниці; залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, забарвлення стін і стелі, що характеризуються коефіцієнтами відбиття від стін ($\rho_{\text{стн}}$) і стелі ($\rho_{\text{стелі}}$)), значення коефіцієнтів дорівнюють $\rho_{\text{стн}} = 40\%$ і $\rho_{\text{стелі}} = 60\%$.

Обчислимо індекс приміщення за формулою:

$$I = \frac{S}{h(A+B)}, \text{ де}$$

S – площа приміщення, $S = 20\text{м}^2$; h – розрахункова висота підвісу, $h = 2,9$ м; A – ширина приміщення, $A = 4$ м; B – довжина приміщення, $B = 5$ м.

Підставивши значення отримаємо:

$$I = \frac{20}{2,9 \cdot (4+5)} = 0,77$$

Знаючи індекс приміщення I , за таблицею 4 [ДБН В.2.5-28-2006] знаходимо $\eta = 0,22$.

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку F :

$$F = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 20 \cdot 1,1}{0,22} = 45000 \text{ Лм}$$

Для освітлення використані люмінесцентні лампи типу ЛБ 40-1, світловий потік яких $F = 4320$ Лм. Розрахуємо необхідну кількість ламп у світильниках за формулою:

$$N = \frac{F}{F_{\text{л}}}, \text{ де}$$

N – кількість ламп, що визначається; F - світловий потік, $F = 45000$ Лм; $F_{л}$ - світловий потік лампи, $F_{л} = 4320$ Лм

$$N = \frac{45000}{4320} = 11.$$

В приміщенні використовуються світильники типу ОД. Кожен світильник комплектується двома лампами. Тобто необхідно використовувати 6 світильників із 12 працюючими лампами в них

4.3. Пожежна безпека

У відповідності до Кодексу цивільного захисту України та вимог «Правила пожежної безпеки в Україні», наказ № 1417 від 30.12.2014, який зареєстровано в Міністерстві юстиції України 05 березня 2015 р. за № 252/26697 по запобіганню пожежі та пожежного захисту розглянемо необхідні заходи для забезпечення пожежної та вибухової безпеки.

До аварійних ситуацій відносяться:

- коротке замикання електрокомунікацій, електрообладнання;
- аварійне пошкодження ізоляції струмовідних частин;
- замикання фази мережі на землю;
- падіння проводів, що знаходяться під напругою, на конструктивні частини устаткування;
- поява напруги на відімкнених струмоведучих частинах;
- іскріння, спалахування струмовідних частин електрообладнання;
- розряд блискавки в електроустановку і ін.

Гасіння електротехнічних пристроїв, які перебувають під напругою, виконувати після їх попереднього від'єднання від електромережі. Гасити за допомогою вуглекислотних або порошкових вогнегасників, а в окремих випадках - сухим піском.

Основними причинами пожеж та вибухів на підприємстві під час використання технологічного обладнання є:

- несправність виробничого обладнання;
- несправність та перенавантаження електричного обладнання;

- необережне ставлення до вогню (паління, використання відкритого вогню в недозволених місцях, залишення без нагляду електрообладнання);
- порушення правил пожежної безпеки.

Пожежна та вибухова безпека - це стан об'єкту, при якому виключається виникнення пожежі і вибуху, а у випадку появи мінімізується чи ліквідується дія на людей небезпечних факторів пожежі і вибуху, а також забезпечується захист і збереження матеріальних цінностей. Під час обслуговування технологічного устаткування, пожежа може виникнути у випадку перевантаження електричного обладнання при обслуговуванні технологічного устаткування, внаслідок пошкодження ізоляції, неякісного з'єднання електричної проводки чи короткого замикання. Для уникнення таких ситуацій електричне обладнання обладнане автоматом захисту у випадку перевантаження та короткого замикання. Крім того періодично проводять перевірку стану ізоляції проводів. Також приміщення де розташовані технологічні устаткування та інші робочі місця, обладнуються засобами сповіщення у випадку виникнення пожежі. Для цього на стелі встановлюються датчики пожежної сигналізації.

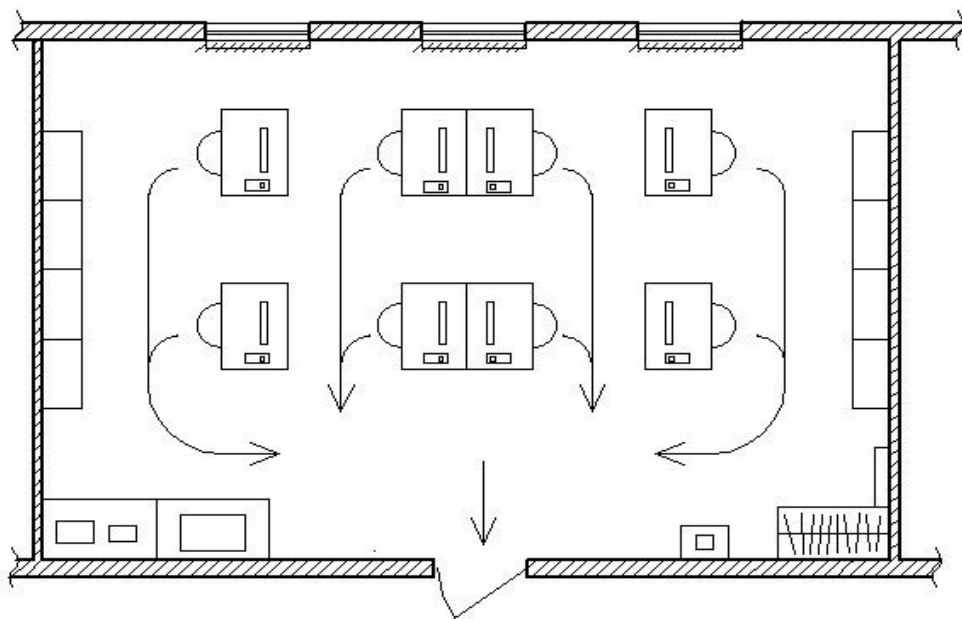


Рисунок 16 - План евакуації з приміщення цеху

Згідно з НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», дане приміщення належить до категорії «Д». В ньому повинна бути встановлена система пожежної сигналізації типу «ППКП Тирас-4П» (система стикується з пультом пожежної охорони) з димовими пожежними сповіщувачами СПД-3.4, переносні порошкові вогнегасники ВП-5, в кількості 2 штуки та вуглекислотний вогнегасник ВВК-3,5.

4.4. Інструкція з охорони праці при обслуговуванні при виконанні робіт із ремонту і обслуговування електроустаткування

Згідно з вимогами НПАОП 0.00-4.15-98 «Положення про розробку інструкцій з охорони праці» (Наказ Держнаглядохоронпраці від 29.01.1998 р. №9 та змін, внесених згідно з Наказом Міністерства соціальної політики №526 від 30.03.2017}) є інструкція з охорони праці при обслуговуванні при виконанні робіт із ремонту і обслуговування електроустаткування, яка затверджена наказом по підприємству (кожній інструкції присвоюються назва і скорочене позначення (код, порядковий номер), у назві інструкції стисло вказується, для якої професії або виду робіт вона призначена.

1.1. Інструкція з охорони праці при виконанні робіт із ремонту і обслуговування електроустаткування є інструкцією за видом робіт, що встановлює вимоги до працівників при виконанні робіт із ремонту і обслуговування електроустаткування.

1.2. Дія інструкції поширюється на всі підрозділи підприємства.

1.3. Інструкцію розроблено згідно з вимогами Закону України "Про охорону праці" Положення про розробку інструкцій з охорони праці, Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, ДНАОП 0.00-1.21-98 "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів", "Правилами устроювання електроустановок",

ДСТУ 12.1.013-78 “Строительство. Электробезопасность. Общие требования”, ДНАОП 1.1.10-1.04-01 “Правила безпечної роботи з інструментом та пристроями”, Правила експлуатації електрозахисних засобів, Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів, Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві, Правил пожежної безпеки в Україні.

1.4. Робоче місце - закріплена зона обслуговування електроустаткування.

1.5. Працівник зобов'язаний:

- виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку;
- не з'являтися на роботі в стані алкогольного або наркотичного сп'яніння;
- вміти користуватися засобами індивідуального та колективного захисту, первинними засобами пожежогасіння;
- користуватися спецодягом та іншими засобами індивідуального захисту за їх призначенням;
- дотримуватися зобов'язань з охорони праці, передбачених колективним договором (угодою, трудовим договором).

1.6. В процесі роботи можливий вплив наступних небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- небезпечне значення напруги в електричному ланцюзі, замкнення якого може здійснюватися крізь тіло людини;
- наявність напруги на устаткуванні, що обслуговується;
- падіння при роботі на висоті та падіння предметів з висоти;
- токсична і подразнююча дія шкідливих речовин, які використовуються в технологічних процесах, що може спричинити подразнення слизових оболонок очей, носа, верхніх дихальних шляхів, тяжкі хімічні опіки шкіри, губ, слизових оболонок ротової порожнини, стравоходу, шлунку, можливі спазми і набряк гортані;

- уражаюча дія внаслідок утворення займистих і вибухонебезпечних сумішей;

- рухомі частини виробничого устаткування;
- підвищена або знижена температура поверхні устаткування;
- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- підвищена рухомість повітря;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищений рівень шуму або вібрації на робочому місці;
- нервово-психічні і фізичні перенавантаження.

1.7. Працівник зобов'язаний дотримуватися вимог санітарних норм і правил особистої гігієни, а саме:

- приступати до роботи тільки у засобах індивідуального захисту;
- дбайливо і за призначенням користуватися санітарно-побутовими приміщеннями, спецодягом і іншими засобами індивідуального захисту, утримувати їх у справному стані і чистому вигляді;
- мити руки з милом теплою водою перед кожним прийманням їжі;
- дотримуватися питного режиму з урахуванням особливостей умов праці;
- палити у спеціально відведених для цього місцях;
- приймати їжу у відведених для цього місцях.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Характеристика електромагнітного випромінювання та його вплив на навколишнє середовище

Електромагнітне випромінювання – електромагнітні хвилі, випромінювані зарядженими частинками, атомами, молекулами, антенами та іншими випромінювальними системами. Залежно від довжини хвилі (частоти коливань) і джерел випромінювання розрізняють: гальмівне, гамма-випромінювання, рентгенівське, ультрафіолетове, видиме світло, інфрачервоне, мікрохвильове, надвисокочастотне і радіовипромінювання.

Випромінювання - це характеристика загасання поля в міру віддалення від джерела виникнення. Залежить від довжини хвилі. Воно практично без загасання поширюється на величезні відстані, навіть в просторі, заповненим речовиною.

Навколо Землі існують електричне та магнітне поля, інтенсивність яких не залишається постійною. Спостерігаються річні, добові коливання цих полів під дією грозових розрядів, опадів, вітрів, а також під дією сонячної активності (магнітні бурі).

У процесі науково-технічного розвитку людство додало до фонового випромінювання цілий ряд факторів, які підсилили це випромінювання в декілька разів (антропогенні ЕМП). У побуті та промисловості набули масового застосування обладнання та прилади, робота яких пов'язана з утворенням електромагнітних випромінювань широкого діапазону частот. Зростання рівня ЕМП різко підсилювалось з початку 30-х років ХХ століття. В

окремих районах їх рівень в сотні разів перевищує рівень полів природного походження. Джерелами випромінювань електромагнітної енергії є потужні радіо та телевізійні станції, ретранслятори, засоби радіозв'язку різного призначення, в тому числі і супутникового, промислові установки високочастотного нагрівання металів, високовольтні лінії електропередач, електротранспорт, вимірювальні прилади, персональні комп'ютери (ПК).

Точний механізм впливу цього випромінювання на живий організм невідомий. В першу чергу його впливу схильна мембранна структура клітин.

Електромагнітне забруднення навколишнього середовища починається з загального для всього живого компонента - води. Вплив на неї має визначальне значення. Під впливом поля змінюються властивість води, що позначається на швидкості реакцій, що проходять в організмі.

На клітинному рівні, найбільш чутливою до різних фізичних і хімічних подразників і впливів є мембрана. Навіть незначне електромагнітне опромінення тягне за собою морфологічні та функціональні порушення в ній. Енергія поля клітини в результаті цього перетворюється в інші види, а клітина може збільшитися в розмірах.

Слабкі поля, до теплового порога, змінюють живу тканину і погіршують її регенерацію. Під дією змінного електричного поля вона нагрівається. Чим довше і під великою напругою знаходиться, тим її нагрівання більше. Будова тканини також впливає на ступінь її нагрівання. Особливо чутливі до нагрівання такі органи тварин: мозок, нирки, сечовий і жовчний міхур і органи зору.

Мікроорганізми дуже чутливі до навіть слабких електромагнітних полів. При впливі на них полем, це проявляється в зниженні рухової активності, здатності до виживання і, відповідно, підвищеної смертністю. Більш того, опромінення може викликати мутації.

Рослини реагують на вплив слабких і сильних полів. Як правило, ця реакція відбивається на зростанні і функції розмноження. Зазначені зміни в формі і розмірах листя, квіток і стебел рослин, які ростуть під лініями електропередач, а також на приріст дерев, які ростуть поблизу. Надвисокочастотне випромінювання на картоплю і пшеницю втрат врожаю у них не викликало. Різний вплив на рослинний світ, як на основне джерело кисню і харчування на Землі, це вже сильний аргумент, щоб почати більш багатосторонні дослідження.

Вплив на різні види тварин не носить однакового характеру і може позначитися на співвідношенні видів в рамках однієї екосистеми. А це обов'язково призведе до дисбалансу і порушення її стійкості, а потім, можливо, її зміни і зникнення.

Електромагнітні випромінювання негативно впливають на організм людини, яка безпосередньо працює з джерелом випромінювання, а також на населення, яке мешкає поблизу джерел випромінювання.

Встановлено, що переважна частина населення знаходиться в умовах підвищеної активності ЕМП. Можна вважати, що в діапазоні промислових частот (у тому числі 50 Гц) допустимо розглядати вплив на біологічний об'єкт електричної і магнітної складових поля роздільно (нарізно). В будь-якій точці ЕМП промислової частоти енергія магнітної складової поля, яка поглинається тілом людини, майже в 50 разів менша від енергії електричної складової цього поля, що поглинається тілом. Це дає змогу зробити висновок, що в діапазоні промислових частот дією магнітної складової поля на біологічний об'єкт можна знехтувати, а негативний вплив на організм обумовлений електричною складовою поля.

Ступінь впливу електромагнітних випромінювань на організм людини взагалі залежить від діапазону частот, тривалості опромінення, характеру опромінення, режиму опромінення, розмірів поверхні тіла, яке опромінюється, та індивідуальних особливостей організму.

У результаті дії ЕМП на людину можливі гострі та хронічні форми порушення фізіологічних функцій організму. Ці порушення виникають в результаті дії електричної складової ЕМП на нервову систему, а також на структуру кори головного та спинного мозку, серцево-судинної системи.

У більшості випадків такі зміни в діяльності нервової та серцево-судинної системи мають зворотній характер, але в результаті тривалої дії вони накопичуються, підсилюються з плином часу, але, як правило, зменшуються та зникають при виключенні впливу та поліпшенні умов праці. Тривалий та інтенсивний вплив ЕМП призводить до стійких порушень та захворювань [46].

На початку 60-х років у науково-технічній літературі з'явилися перші відомості про те, що люди, опромінені імпульсом НВЧ коливань, можуть постійно чути якийсь звук. Залежно від тривалості та частоти повторень імпульсів цей звук сприймається як щебет, цвірінчання чи дзюркіт у деякій точці всередині чи ззаду голови. Це явище викликало інтерес вчених, які розпочали систематичні дослідження на людях та тваринах. Під час дослідів люди повідомляли про свої відчуття.

Отже, електромагнітне випромінювання як хвороботворний чинник слід розглядати на підставі клінічних та експериментальних матеріалів. Сумісну дію цих випромінювань широкого діапазону можна класифікувати як окрему радіохвильову хворобу. Тяжкість її наслідків знаходиться у прямій залежності від напруженості ЕМП, тривалості впливу, фізичних особливостей різних діапазонів частот, умов зовнішнього середовища, а також від функціонального стану організму, його стійкості до впливу різних чинників можливостей адаптації.

Поряд із радіохвильовою хворобою (як специфічним результатом дії ЕМП) зростає ризик виникнення загальних захворювань, захворювань органів дихання, травлення тощо. Це відбувається також і за дуже малої інтенсивності ЕМП, яка незначно перевищує гігієнічні нормативи. Ймовірно,

що причиною тут є порушення нервово-психічної діяльності як головної у керуванні всіма функціями організму.

У результаті дії на організм людини електромагнітних випромінювань в діапазоні 30 кГц - 300 МГц спостерігається: загальна слабкість, підвищена втома, сонливість, порушення сну, головний біль та біль в ділянці серця. З'являється роздратованість, втрачається увага, сповільнюються рухомі реакції. Виникає ряд симптомів, які свідчать про порушення роботи окремих органів - шлунку, печінки, підшлункової залози. Погіршуються харчові та статеві рефлексії, діяльність серцево-судинної системи, фіксуються зміни показників білкового та вуглеводного обміну, змінюється склад крові, зафіксовані зміни на рівні клітин.

При систематичній дії ЕМП високої та надвисокої частоти на організм людини спостерігається підвищення кров'яного тиску, трофічні явища (випадіння волосся, ламкість нігтів). ЕМП викликають зміну поляризації молекул та атомів, які є складовою частиною клітин, в результаті чого виникає небезпечний нагрів. Надмірне тепло може нанести шкоду як окремим органам, так і всьому організму людини.

Вплив випромінювань надвисокої частоти (НВЧ) на організм людини привертає увагу великої кількості дослідників і відображається у численних наукових доповідях і публікаціях. В одній із них наведені відомості про клінічні прояви дії НВЧ залежно від інтенсивності опромінення. При інтенсивності близько 20 мкВт/см² спостерігається зменшення частоти пульсу, зниження артеріального тиску, тобто явна реакція на опромінення. Вона сильніша й може навіть виражатися у підвищенні температури шкіри в осіб, які раніше потрапляли під дію опромінення.

Із ростом інтенсивності відбуваються електрокардіографічні зміни, при хронічному впливі - тенденція до гіпотонії, до змін у нервовій системі. Потім спостерігається прискорення пульсу, коливання об'єму крові.

При інтенсивності 6 мВт/см² помічені зміни у статевих залозах, у складі крові, помутніння кришталика. Далі - зміни у здатності крові зсідатися, умовно-рефлекторній діяльності, вплив на клітини печінки, зміни у корі головного мозку. Потім - підвищення кров'яного тиску, розрив капілярів і крововиливи у легені та печінку.

Випромінювання інтенсивністю до 100 мВт/см² викликають стійку гіпотонію, стійкі зміни серцево-судинної системи, двосторонню катаракту. Подальше опромінення помітно впливає на тканини, викликає больові почуття. Якщо інтенсивність перевищує 1 Вт/см², це спричинює дуже швидко втрату зору, що є одним із серйозних ефектів дії НВЧ на організм людини. На більш низьких частотах такі ефекти не відбуваються, і тому їх треба вважати специфічними для НВЧ діапазону. Ступінь пошкодження залежить, в основному, від інтенсивності та тривалості опромінення.

Інтенсивне НВЧ опромінення відразу викликає сльозотечу, подразнення, звуження зіниці ока. Після короткого (1-2 доби) прихованого періоду спостерігається погіршення зору, що посилюється під час повторного опромінення і свідчить про кумулятивний характер пошкоджень. Спостереження за людьми доводять існування механізму відбудови пошкоджених клітин, який вимагає тривалого часу (10-20 діб). Зі зростанням часу та інтенсивності впливу пошкодження набувають незворотного характеру.

У разі прямого впливу на око випромінювання відбувається пошкодження рогівки. Але серед усіх тканин ока найбільшу чутливість в діапазоні 1...10 ГГц має кришталик. Сильні пошкодження кришталика зумовлені тепловим впливом НВЧ (при щільності потоку енергії понад 100 мВт/см²). За малої інтенсивності помутніння спостерігаються тільки у задній ділянці, за великої - по всьому об'єму кришталика.

Катароутворення пояснюється не тільки тепловою дією, воно залежить також від ряду інших не повністю встановлених чинників. Значну роль

можуть відігравати концентрація поля у середовищах з окремими діелектричними властивостями та об'ємні резонансні ефекти. Для попередження професійних захворювань, які виникають у результаті тривалої дії ЕМ-випромінювань, встановлені гранично допустимі рівні електромагнітних випромінювань. Відповідно до ГОСТ 12.1.006-84 "ССБТ. Электромагнитное поле радиочастот рівні ЕМП необхідно контролювати не рідше 1 разу на рік. Якщо вводиться в дію новий об'єкт або здійснюється реконструкція старих об'єктів, то заміри рівня електромагнітних випромінювань проводяться перед введенням їх в експлуатацію.

Вплив електромагнітного випромінювання на водні і ґрунтові екосистеми слабо вивчені, а проведені дослідження показали стійкість цих систем і слабкий на них вплив випромінювання.

5.2 Розрахунок електромагнітного випромінювання у робочій зоні

Коли Ви впевнені, що рівень електромагнітного випромінювання внутрішніх джерел не перевищує допустимих норм, переходьте до зовнішніх. З'ясувати ці питання самостійно буде складно, оскільки організм людини не відчуває ЕМП. Зарадити тут можна лише провівши вимірювання електромагнітного випромінювання за допомогою спеціальних приладів або розрахунків

При ремонті або налагоджуванні обладнання людина може отримати дозу електромагнітного випромінювання, в зв'язку з цим необхідно здійснювати попередній розрахунок інтенсивності опромінення електромагнітного випромінювання та передбачати використання засобів захисту від випромінювань.

При ізотропному випромінюванні напруженість електричної E та магнітної H складових поля у ближній зоні:

$$E = \frac{I l}{2\pi\omega\epsilon r^2}; \quad (8.1)$$

$$(8.2)$$

де: I - сила струму в провіднику (антені), А; l - довжина провідника (антени), м; ω - кругова частота поля; ϵ - діелектрична проникність середовища; r - відстань від джерела випромінювання до робочого місця, м.

В дальній зоні напруженість електричної та магнітної складових [45]:

$$E = \frac{\sqrt{30P\sigma}}{r}; \quad (8.3)$$

$$H = \frac{\sqrt{P\sigma/30}}{4\pi r}; \quad (8.4)$$

де: P - потужність випромінювання, Вт; σ - коефіцієнт підсилення антени.

При напрямленому випромінюванні щільність потоку енергії в ближній зоні по осі діаграми направленості випромінювання:

$$(8.5)$$

де: $P_{\text{ср}}$ - середня потужність випромінювання, Вт; S - площа випромінювальної системи, м².

Для установок, котрі працюють в імпульсному режимі, середня потужність:

$$(8.6)$$

де: $P_{\text{имп}}$ - потужність випромінювання в імпульсному режимі; τ - тривалість імпульсу; T - період чергування імпульсів.

У проміжній зоні щільність потоку енергії [45]:

(8.7)

де r - відстань від центра розкриття антени до даної точки, розташованої в проміжній зоні.

В дальній точці щільність потоку енергії по осі випромінювання:

(8.8)

Визначаємо допустиму величину магнітної складової поля з врахуванням, що допустима напруженість поля $E_{\text{п.д.}} = 5 \text{ В/м}$ (за санітарними нормами):.

Напруженість на робочому місці при відсутності екрана:

Необхідна ефективність екранування на робочому місці:

Дійсна ефективність екранування на робочому місці:

де: d - товщина екрана, мм; δ - глибина проникнення поля в екран, м; μ_e^1 -

відносна магнітна проникність екрана $\left(\mu_e^1 = \frac{\mu_e}{\mu_0}\right)$.

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\mu_e \gamma_e \omega f}} = \frac{1}{\sqrt{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 3,55 \cdot 10^7 \cdot 314 \cdot 6 \cdot 10^4}} = 0,32 \text{ мм.}$$

З конструктивних міркувань приймаємо $d = 1$ мм.

Таким чином, вибраний екран забезпечує необхідний захист на місці, оскільки $E_{x.d} > E_{x.n}$ ($10,5 > 1,57$).

5.3. Способи захисту від електромагнітного випромінювання

Серед засобів захисту від електромагнітного випромінювання – спеціальна пов'язка на голову, що захищає від електромагнітного випромінювання. Такий винахід захистить перш за все тих, хто тривалий час розмовляє по мобільному телефону.

Утім, захисту лише від електромагнітного випромінювання мобільних телефонів – не достатньо. У кожному багатоповерховому будинку та офісному центрі є щонайменше 5-10 Wi-Fi мереж. До цього випромінювання слід також додати випромінювання від вишок стільникового зв'язку, випромінювання від мікрохвильових печей, ліній електропередач, комп'ютерів, тощо.

Все більше людей стверджують, що потерпають від електромагнітних полів, що їх оточують. За підрахунками медиків, у Швеції близько 200

тисяч людей стверджують, що вони страждають на алергію від «електросмогу».

Щоправда, єдиної думки щодо впливу електромагнітного випромінювання на організм людини досі немає. Частина медиків вважає, що фізичний вплив електромагнітного випромінювання та засоби захисту від нього – не що інше як самонавіювання, відтак, людям, які стверджують про свою «гіперчутливість до електросмогу» – слід звернутися до психіатра.

На противагу їм, значна частина медиків, на основі численних досліджень побоюються, що незабаром хворобливі стани, пов'язані із впливом на людину електромагнітного випромінювання стануть більш масовими, оскільки ЕМП стають все більш сильними та їх число росте.

Вибір того чи іншого способу захисту від дії електромагнітних випромінювань залежить від робочого діапазону частот, характеру виконуваних робіт, напруженості та щільності потоку енергії ЕМП, необхідного ступеня захисту.

До заходів щодо зменшення впливу на працівників ЕМП належать: організаційні, інженерно-технічні та лікарсько-профілактичні.

Організаційні заходи здійснюють органи санітарного нагляду. Вони проводять санітарний нагляд за об'єктами, в яких використовуються джерела електромагнітних випромінювань.

Інженерно-технічні заходи передбачають таке розташування джерел ЕМП, яке б зводило до мінімуму їх вплив на працюючих, використання в умовах виробництва дистанційного керування апаратурою, що є джерелом випромінювання, екранування джерел випромінювання, застосування засобів індивідуального захисту (халатів, комбінезонів із металізованої тканини, з виводом на заземлюючий пристрій). Для захисту очей доцільно використовувати захисні окуляри ЗП5-90. Скло окулярів вкрито

напівпровідниковим оловом, що послаблює інтенсивність електромагнітної енергії при світлопропусканні не нижче 75%.

Взагалі, засоби індивідуального захисту необхідно використовувати лише тоді, коли інші захисні засоби неможливі чи недостатньо ефективні: при проходженні через зони опромінення підвищеної інтенсивності, при ремонтних і налагоджувальних роботах в аварійних ситуаціях, під час короткочасного контролю та при зміні інтенсивності опромінення. Такі засоби незручні в експлуатації, обмежують можливість виконання трудових операцій, погіршують гігієнічні умови.

У радіочастотному діапазоні засоби індивідуального захисту працюють за принципом екранування людини з використанням відбиття і поглинання ЕМП. Для захисту тіла використовується одяг з металізованих тканин і радіопоглинаючих матеріалів. Металізовану тканину роблять із бавовняних ниток з розміщеним всередині них тонким проводом, або з бавовняних чи капронових ниток, спірально обвитих металевим дротом. Така тканина, наче металева сітка, при відстані між нитками до 0,5 мм значно послаблює дію випромінювання. При зшиванні деталей захисного одягу треба забезпечити контакт ізольованих проводів. Тому електрогерметизацію швів здійснюють електропровідними масами чи клеями, які забезпечують гальванічний контакт або збільшують ємнісний зв'язок неконтактуючих проводів.

Найбільш ефективним способом захисту є екранування. Електромагнітне поле послаблюється екраном внаслідок створення в його товщі поля протилежного напрямку. Ступінь ослаблення електромагнітного поля залежить від глибини проникнення височастотного струму в товщу екрану. Чим більша магнітна проникність екрана і вище частота екрануючого поля, тим менша глибина проникнення і необхідна товщина екрана. Екранують або джерело випромінювань, або робоче місце.

Крім виконання своєї прямої функції, екранування значно знижує шкідливий вплив електромагнітних випромінювань на організм людини. Воно дозволяє також зменшити вплив електромагнітних шумів на роботу пристроїв.

Таким чином, усвідомлення небезпеки дії електромагнітних полів та обізнаність у методах захисту від них є необхідною умовою для людини, що здійснює виявлення наявності електромагнітних полів у приміщенні.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі було проаналізовано застосування сигнальних контролерів для цифрової обробки сигналів.

Проведено детальний аналіз основних функцій мікроконтролерів та зроблено огляд їх архітектури. Також зроблено огляд основних підходів програмування мікроконтролерів та середовищ розробки програмного забезпечення для них.

Основними перевагами використання мікроконтролерів у цифрових системах керування електротехнічними комплексами є виключення дрейфу і необхідності регулярного настроювання, оскільки більшість функцій виконується в цифровій формі.

Простота оновлення системи за рахунок зміни тільки лише програмного забезпечення, скорочення кількості компонентів системи за рахунок ряду реалізованих на кристалі самого мікроконтролера функцій. Хоча традиційні мікроконтролери містять необхідні периферійні пристрої підтримки цифрового керування, ефективність їхньої архітектури недостатньо

відповідає вимогам виконання просунутих математичноінтенсивних оптимальних алгоритмів керування в широкій смузі і реальному часі. Мікроконтролери гарні для систем, до яких не висуваються високі вимоги щодо швидкодії або точності.

Використання сигнальних мікроконтролерів забезпечує ті ж переваги, що і мікроконтролери однак можливе одержання більш високої швидкості, точності, а також виконання математично-інтенсивних алгоритмів за низької вартості.

Дана коротка характеристика апаратного і програмного забезпечення, розробленого для дослідження можливості реалізації пристроїв, які здійснюють цифрову обробку мовних сигналів на базі мікроконтролера ADuC7020

Список використаних джерел

1. Гребнев В. В. Микроконтроллеры семейства AVR фирмы Atmel. / В. В. Гребнев - Издательство: РадиоСофт. – 2002. - 174 с.
2. Мортон Дж. Микроконтроллеры AVR. Вводный курс / Джон Мортон - Издательство: Издательский дом Додэка-XXI. – 2006. - 272 с.
3. Голубцов М. С., Кириченкова А. В. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному. / М. С. Голубцов – М.: Солон – Пресс, 2004. – 304 с.
4. Коффон Д. Технические средства микропроцессорных систем; Практический курс. Пер. с англ. / Д. Коффон - М.; Мир, 1983. – 178с.
5. Лазарев Н. А. Применение микроконтроллеров AVR. / Н. А. Лазарев –

- М.:Додэка-XXI. - 2004. – 288 с.
6. Пархоменко Д. А. Розробка радіоелектронних схем на основі мікроконтролерів (на прикладі AVR мікроконтролерів фірми Atmel): методичний посібник до курсу "Проектування радіоелектронних схем" для студентів радіофізичного факультету / Уклад. Д. А. Пархоменко, Є. М. Смирнов – Київ: Радіофізичний факультет КНУ ім. Тараса Шевченка, 2013. – 74 с.
 7. Баранов В.Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы. / В. Н. Баранов - Издательство: Додэка. – 2004. - 289 с.
 8. Atmel Flash Microcontrollers. Product Portfolio - Atmel corporation. – 2012. - 28 р.
 9. Kristian Saether, Ingar Fredriksen, Introducing a New Breed of Microcontrollers for 8/16-bit Applications [Електронний ресурс]. – Режим доступу :
<http://www.atmel.com/images/doc7926.pdf>
 10. Павельчак А. Г. Програмування мікроконтролерів систем автоматики: конспект лекцій для студентів базового напрямку 050201 —Системна інженерія || / Укл.: А.Г. Павельчак, В.В. Самотий, Ю.В. Яцук – Львів: Львівська політехніка. – 2012. – 143 с.
 11. Программирование микроконтроллеров AVR [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.myrobot.ru/stepbystep/mc_programming.php
 12. Абраш Р. О. Книга по работе с WinAVR и AVR Studio. – Підбірка статей у журналі «Радиолюбитель» за період 01/2010–05/2011. – 88 стр.

13. AVR Libc Development Pages [Электронный ресурс]. – Режим доступа : – <http://www.nongnu.org/avr-libc>.
14. Плахтеев А. П. Сравнительная оценка сред разработки устройств на AVR микроконтроллерах / А. П. Плахтеев, Н. С. Шанталова – Вестник ХНАДУ, выпуск – 2011. - 53 с.
15. Code Vision AVR High Performance C Compiler for Atmel AVR [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.x-graph.be/codevision.html>
16. AVR Studio 4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://atmel.com/dyn/products/>
17. Анализ сред программирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://entropiya-blog.ru/analiz-sred-programmirovaniya-dlya-mk.html>
18. ATmega64 Datasheet – Atmel Corporation [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/166872/ATMEL/ATMEGA64.html>
19. DHT11 Datasheet – Atmel Corporation [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/152366/DHT11.html>
20. BMP085 Datasheet – Atmel Corporation [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/155872/BMP085.html>
21. DS1307 Datasheet – Atmel Corporation [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/1258875/DS1307.html>
22. LCD Datasheet [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/1358370/LCD.html>

23. FT232RL Datasheet [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/1268972/FT232RL.html>
24. Моделирование устройств на микроконтроллерах с помощью программы ISIS из пакета PROTEUS VSM. - Радио, №4 – 2005. – 6 с.
25. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Основи охорони праці» для студентів інституту інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ivanzayukov.at.ua>.
26. Національний класифікатор професій ДК 003:2010 (від 28.07.2010 року № 327 [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://www.kadrovik01.com.ua>.
27. Довідник кваліфікаційних характеристик професій працівників [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://www.jobs.ua>.
28. Административные и бытовые здания СНиП 2.09.04-87(2000) [Електронний ресурс].- Режим доступу: <http://www.document.ua/docs/tdoc429.php>.
29. НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://www.library.univ.kiev.ua>.
30. ПУЕ:2009 Правила улаштування електроустановок [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://www.normativ.ua/types/tdoc825.php>.
31. Правила експлуатації вогнегасників. НАПБ Б.01.008-2004 [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://www.dnaop.com/html/1724.html>.

32. Типові норми належності вогнегасників. НАПБ
Б.03.001-2004 [Електронний ресурс]. - Режим доступу :
<http://www.dnaop.com>.
33. Пожежна автоматика будинків і споруд. ДБН В.2.5-13-98
[Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://www.dnaop.com>.
34. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. ДСН
3.3.6.042-99 [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://www.dnaop.com>.
35. Природне і штучне освітлення. ДБН В.2.5-28-2006 [Електронний
ресурс]. - Режим доступу : <http://www.dnaop.com>.
36. Практикум із охорони праці : навчальний посібник / [Жидецький
В. Ц., Джигирей В. С., Сторожук В. М. та ін.] під ред. В. Ц.
Жидецького. - Львів:
37. [Електронний ресурс]-
<https://www.allaboutcircuits.com/news/resources-for-prototyping-basics-new-languages-programming-microcontrollers/>
38. [Електронний ресурс]-<https://ijsst.info/Vol-17/No-25/paper18.pdf>
39. [Електронний ресурс]-<https://www.sensear.com/blog/the-value-of-digital-signal-processing>
40. [Електронний ресурс]-https://e-maxx.ru/algo/fft_multiply
41. [Електронний ресурс]-
https://ru.wikipedia.org/wiki/Дискретное_преобразование_Фурье
42. [Електронний ресурс]-
https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/firen/6bilynskyj_elektronni_systemy/3.htm