


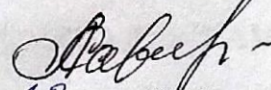
Вінницький національний технічний університет  
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії  
Кафедра обчислювальної техніки

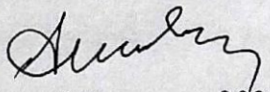
**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему:

**МЕТОД ТА КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ  
РЕГІОНАЛЬНОГО РАДІОМОВЛЕННЯ**

Виконав студент 2 курсу, групи 2КІ-22м  
спеціальності 123 — Комп'ютерна інженерія  
 Танадайчук В.А.

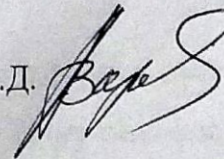
Керівник к.т.н., доц. каф. ОТ  
 Савицька Л. А.  
"15" 12 2023р

Опонент к.ф.-м.н., доц. каф. МБІС  
 Шиян А. А.  
"18" 12 2023р

Допущено до захисту

зав. кафедрою ОТ, д.т.н., проф. Азаров О.Д.

"18" 12 2023р



ВНТУ 2023

# ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії

Кафедра обчислювальної техніки

Галузь знань — Інформаційні технології

Освітній рівень — магістр

Спеціальність 123 — Комп'ютерна інженерія

Освітня програма — Комп'ютерна інженерія

## ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри обчислювальної техніки

Азаров О. Д.

29 "09" 2023 р

## ЗАВДАННЯ

### НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студенту Танадайчуку Віталію Андрійовичу

1 Тема роботи: «Методи та комп'ютерні засоби контролю регіонального радіомовлення»; керівник роботи: к.т.н., доцент кафедри ОТ Савицька Л. А., затверджено наказом вищого навчального закладу від 18.09.2023 року № 247.

2 Строк подання студентом роботи: 10.12.2023

3 Вихідні дані до роботи: системи моніторингу від світових виробників, їх технічні пристрої та їх програмні складові, відомі методи порівняння (кореляції) сигналів.

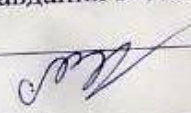

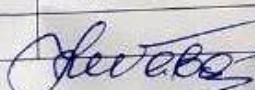
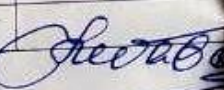
4 Міст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): вступ, аналіз технологій програмно-апаратного забезпечення регіонального і центрального пунктів контролю регіонального радіомовлення,

метод порівняння аудіосигналів, аудіокорелятор, апаратні та програмні складові комп'ютерної системи, економічна частина.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язків креслень): схема електрична принципова смугового фільтра, корелятор аудіосигналів, перелік елементів, характеристики, блок-схема алгоритму лістинги скетчів розроблених пристроїв.

6 Консультанти розділів роботи приведені в таблиці 1.



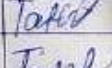
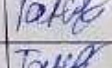
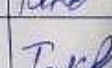
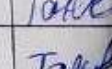
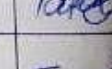

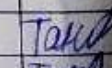
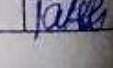
Таблиця 1 — Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2,3,4	Крупельницький Леонід Віталійович, к.т.н., доцент		
5	Небава Микола Іванович В. В., проф., к.е.н.		

7 Дата видачі завдання: 24.09.2023р.

8 Календарний план виконання МКР приведений в таблиці 2.

Таблиця 2 — Календарний план

№ з/п	Назва етапів МКР	Строк виконання	Підпис
1	Аналіз проблеми, обґрунтування актуальності розробки методів та постановка задачі	04.10.2023	
2	Розробка архітектури методів порівняння поточного та основних сигналів радіомовлення	29.10.2023	
3	Розробка схеми аудіокорелятора	15.11.2023	
4	Розробка схем взаємодії пристроїв для роботи регіональних систем моніторингу	26.11.2023	
5	Розрахунок економічної частини	28.11.2023	
6	Оформлення пояснювальної записки та ілюстративного матеріалу	30.11.2023	
7	Перевірка якості виконання магістерської кваліфікаційної роботи та усунення недоліків	12.12.2023	
8	Підписи супроводжувальних документів у керівника, опонента, нормоконтролера	14.12.2023	
9	Перевірка «анті плагіат»	15.12.2023	
10	Попередній захист	10.12.2023	

Студент  
Керівник




Танадайчук Віталій Андрійович  
к.т.н., доцент кафедри ОТ Савицька Л. А.

## АНОТАЦІЯ

УДК 004

Танадайчук В.А. Комп'ютерна система моніторингу регіонального радіомовлення. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 123— Комп'ютерна інженерія, Вінниця: ВНТУ, 2023 – 93 с. На укр. мові. Бібліогр.:33 назв., рис.: 13 , табл.:8.

У магістерській кваліфікаційній роботі розглянуто систему моніторингу радіопрограм, призначена для прийому, запису і зберігання ефірних та супутникових програм радіомовлення з метою планового і оперативного контролю відповідності змісту програм угодам між мережевим мовником і регіональним ретранслятором.

З розвитком систем телерадіомовлення, впровадженням комп'ютерної техніки і інформаційних технологій виникає питання не тільки в обробці та передачі інформації у вигляді зображень чи голосу, але і у постійному її контролі. Для виконання цієї задачі і призначена система моніторингу за регіональним радіомовленням. Основне призначення даної системи – вести постійний контроль за найважливішими параметрами передачі звуку та голосу, безперервно обробляючи та складаючи отриману інформацію в зручному вигляді, архівування та відправка за допомогою електронної пошти цієї інформації в центр обробки інформації. Отут і виникає питання створення апаратно-програмного комплексу моніторингу для даного кола споживачів.

Ключові слова: аудіосигнал, моніторинг, кореляція, корелометр, активний фільтр, смуговий фільтр, мікроконтролер.

## ABSTRACT

UDK 004

Tanadaichuk V.A. Computer monitoring system regional radio broadcasting. Master's thesis on specialty 123 - Computer engineering, Vinnytsia: VNTU, 2023 — 98 pp., in Ukrainian. language., bibliography 33 titles, figure 13, table 8.

In the master's qualification thesis, the radio program monitoring system is considered, designed for reception, recording and storage of broadcast and satellite radio programs for the purpose of planned and operational control of compliance of program content with agreements between the network broadcaster and the regional repeater. With the development of broadcasting systems, the introduction of computer equipment and information technologies, the issue arises not only of processing and transmitting information in the form of images or voice, but also of its constant control. To fulfill this task, a monitoring system for regional radio broadcasting is also intended. The main purpose of this system is to maintain constant control over the most important parameters of sound and voice transmission, continuously processing and compiling the received information in a convenient form, archiving and sending this information via e-mail to the information processing center. This is where the issue of creating a hardware and software monitoring complex for this range of consumers arises.

Key words: audio signal, monitoring, correlation, correlometer, active filter, bandpass filter, microcontroller.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	9
<b>1 ОГЛЯД І АНАЛІЗ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ РАДІОМОВЛЕННЯ</b>	12
1.1 Огляд сучасних систем технічного та інформаційного моніторингу радіомовлення	12
1.2 Особливості системи комплексного моніторингу “Telepad”	14
1.3 Аналіз системи інформаційного моніторингу “Actus Digital”	15
1.4 Порівняльний аналіз методів комп'ютерного радіомоніторингу	19
<b>2 ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПОДІБНОСТІ АНАЛОГОВИХ СИГНАЛІВ</b>	20
2.1 Методи визначення подібності сигналів радіомовлення	22
2.2 Оцінювання подібності аудіосигналів на основі кореляції	24
2.3 Визначення вимог до системи моніторингу регіонального радіомовлення	32
<b>3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ РЕГІОНАЛЬНОГО РАДІОМОВЛЕННЯ</b>	34
3.1 Принцип дії системи моніторингу	35
3.2 Розробка структурної та функціональної схем моніторингового блоку	37
3.3 Корелометр	38
3.4 Розрахунок та моделювання смугового фільтра	39
3.5 Моніторинговий тюнер	44
<b>4. ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРЕВІРКА РОБОТИ ПРОГРАМНОЇ ЧАСТИНИ СИСТЕМИ</b>	46
4.1 Аналіз даних корелятора	46
4.2 Оцінювання рівня потужності передавача	48

					<i>08-54.МКР.043.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>		Метод та комп'ютерні засоби контролю регіонального радіомовлення	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>		<i>Ганадайчук В.А.</i>					6	82
<i>Перевірів</i>		<i>Савицька Л.А.</i>				<i>ВНТУ, гр. 2КІ-22м</i>		
<i>Реценз.</i>		<i>Шиян А.А.</i>						
<i>Н. контр.</i>		<i>Швець С.І.</i>						
<i>Затвердж.</i>		<i>Азаров О.Д.</i>						

4.3 Реєстрування часу регіонального мовлення	49
4.4 Контроль за електроживленням	51
<b>5.ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ</b>	<b>54</b>
5.1Розрахунок кошторису витрат на розробку обладнання	54
5.2Розрахунок експлуатаційних витрат для нової розробки	60
5.3Розрахунок експлуатаційних витрат для аналогу	62
5.4Розрахунок економічного ефекту від розробки виробу	64
<b>ВИСНОВКИ</b>	<b>66</b>
<b>ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ</b>	<b>67</b>
<b>ДОДАТОК А</b> Технічне завдання	70
<b>ДОДАТОК Б</b> Таблиця відповідності позначення елементів на схемах	74
<b>ДОДАТОК В</b> Лістинг програми мікроконтролера	75
<b>ДОДАТОК Г</b> Корелятор.Схема електрична принципова	79
<b>ДОДАТОК Д</b> Перелік елементів	80
<b>ДОДАТОК Е</b> Моніторинговий тюнер,Схема електрична принципова	82

						08-54.МКР.043.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			

## ВСТУП

В умовах інтенсивного розвитку телерадіомовлення та впровадження комп'ютерних пристроїв та інформаційних технологій **актуальним стає питання** ефективного контролю за процесами обробки та передачі інформації в різних форматах, наприклад зображення та мови. Однією з відповідей на це питання є регіональна система моніторингу мовлення. **Основним завданням** даної системи є постійний контроль основних параметрів передачі звуку та голосу. Ця система здатна безперервно обробляти та аналізувати отриману інформацію, а також узагальнювати її в зручному форматі для подальшого архівування та відправки електронною поштою в центральний центр обробки.

Серед інших проблем, пов'язаних із зростанням учасників медіаринку, таких як інформаційні та рекламні агентства, оператори телекомунікацій та регулятори, є постійний моніторинг теле- та радіостанцій. При цьому постійно розширюється коло завдань, які вирішуються. До завдань системи тепер також входить перевірка актуальності матеріалів, що транслюються, і виявлення несанкціонованих змін вмісту, що робить важливий внесок у забезпечення якості медіа-повідомлень.

Крім того, радіомоніторинг у традиційному розумінні є галуззю радіоелектроніки, яка вивчає та спостерігає електромагнітний стан як у науковому, так і в практичному плані. Цей комплекс заходів включає збір, обробку, аналіз та зберігання даних про параметри та властивості радіосигналів та джерел радіовипромінювання. Ці інформаційні дані є основою для прийняття обґрунтованих рішень у сфері ефективного використання радіочастотного ресурсу [1,2].

Моніторинг мовлення можна розділити на технічний та інформаційний. Основну частину інформації технічного моніторингу складають технічні дані: результати вимірювань та оцінювання технічних параметрів, визначення характеристик радіочастотного сигналу та дані про завантаженість радіочастотного спектру.



Інформаційний моніторинг радіопередач дає можливість здійснювати контент-аналіз радіопередач конкретної радіостанції чи мережі радіостанцій з метою контролю наявності помилок у трансляції, її якості та відповідності вимогам до трансляції. Ці завдання можуть бути вирішені шляхом порівняння сигналів еталонного ефіру з сигналом передачі регіонального ефіру та виявлення періодів часу, в яких наповнення ефіру не збігається. Різниця може мати різні причини:

- доступність регіонального мовлення – узгоджені періоди, протягом яких регіональна радіостанція транслює місцевий контент (місцеві новини, рекламу тощо);
- відсутність передач регіонального мовлення внаслідок профілактичних робіт або перешкоди в мовленні;
- неприпустимі рівні спотворень регіональної трансляції внаслідок зовнішніх перешкод або несправності каналів передавання;
- необґрунтовані зміни через несанкціоновану рекламу чи введення додаткової інформації.

Розроблений програмний та апаратний склад комп'ютерного комплексу моніторингу дозволяє контролювати інтервали та тривалість зафіксованих відхилень та здійснювати постійний контрольний та облік регіонального радіомовлення.

**Об'єктом** дослідження є процеси моніторингу регіонального радіомовлення.

**Предметом** дослідження є апаратно-програмні методи побудови комп'ютерного комплексу моніторингу мовлення.

**Метою** дослідження є розширення функціональних можливостей і підвищення достовірності системи контролю регіональної реклами.

**Основні завдання** дослідження:

- проаналізувати сучасний стан та тенденції розвитку закордонних і вітчизняних систем моніторингу радіо та телемовлення;

- на основі проведених досліджень запропонувати метод порівняння центрального та регіонального сигналів;
- розробити програмно-апаратний комп'ютерний комплекс моніторингу регіональних радіоканалів з розвинутою системою обміну інформацією.

Досліджувана система повинна контролювати трансляцію регіональних програм і рекламних блоків шляхом порівняння сигналу супутникової системи передавання з сигналом від місцевого тюнера, налаштованого на частоту регіональної радіостанції. Апаратний аналізатор повинен порівнювати два сигнали і, при виявленні відхилень, робити висновок про початок регіонального радіомовлення, фіксувати час початку і закінчення мовлення та здійснювати запис такого мовлення. У зазначений час зібрані регіональні дані передаються через мережу Інтернет на центральний пункт контролю.

Регіональні диспетчерські пункти повинні бути стаціонарними і розміщуватися в апаратній передавального центру або являти собою мобільну систему. У центральному офісі повинна функціонувати відповідна комп'ютерна база даних по об'єктам контролю

Регіональна система контролю радіомовлення повинна вирішувати такі задачі:

- здійснювати контроль наявності програми в регіональному ефірі;
- здійснювати контроль часу виходу місцевої реклами й передач;
- здійснювати контроль рівня місцевого радіосигналу;
- записувати регіональні радіопередачі з фіксацією інтервалів часу їх виходу в радіоефір.

Для досягнення поставленої мети в роботі використовуються такі **методи дослідження:**

- системний аналіз;
- структурно-функціональні методи проектування;
- методи та програмні засоби макетування та комп'ютерного моделювання.

**Новизна одержаних результатів** дослідження полягає в удосконаленні методу порівняння регіонального та еталонного звукових сигналів мовлення з використанням спеціалізованого аудіокорелятора, що дало можливість спростити будову системи моніторингу і розширити її функціональні можливості.

**Практичне значення одержаних результатів** в апаратному забезпеченні запропоновано оригінальний аналоговий корелятор, який разом із використанням мікроконтролера дозволив зменшити кількість помилок аналізу та вдосконалити апаратну частину комп'ютерної системи. Застосовані науково-технічні рішення реалізовані в системі радіомоніторингу української мережі «Наше радіо».

**Апробація та публікація результатів роботи**[1], за темою роботи – доповідь за тезами конференції: Танадайчук В.А.; Танадайчук А.Г.; Крупельницький Л.В. «Комп'ютерна система моніторингу регіонального радіомовлення» НТКП ВНТУ. Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Ukraine, nov. 2023. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2024/paper/view/19124>.

# 1 ОГЛЯД І АНАЛІЗ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ РАДІОМОВЛЕННЯ

Моніторинг радіомовлення, в його класичному вигляді, представляє собою розділ радіоелектроніки, який займається вивченням та спостереженням за електромагнітним станом як в науковому, так і в практичному плані. Ця галузь включає в себе організаційно-технічні заходи зі збору, обробки, аналізу та зберігання інформації про параметри та властивості радіосигналів і джерел радіовипромінювання з метою прийняття рішень у сфері використання радіочастотного ресурсу.

Моніторинг мовлення розділяється на технічний та інформаційний. Технічний моніторинг надає технічні дані, такі як результати вимірювань та оцінки технічних параметрів радіосигналів, визначення характеристик радіовипромінювань та дані про зайнятість радіочастотного спектру. Завдання інформаційного моніторингу включає аналіз мовлення конкретної радіостанції чи мережі з метою виявлення помилок, оцінки якості та відповідності стандартам мовлення.

Досліджуваний програмно-технічний комплекс дозволяє вирішувати завдання технічного моніторингу, такі як визначення зайнятості радіочастотного спектру, ідентифікація джерел радіовипромінювання, вимірювання параметрів та виявлення незареєстрованих джерел. Також він забезпечує контроль за якістю мовлення, виявленням відхилень та обліком результатів радіомоніторингу.

## 1.1 Огляд сучасних систем технічного та інформаційного моніторингу радіомовлення

З високим рівнем розвитку систем мовлення, впровадженням комп'ютерних пристроїв та інформаційних технологій виникає необхідність в постійному контролі за обробкою та передачею інформації, яка може бути в формі зображення чи мовлення. У зв'язку з цим виникає ідея створення

системи моніторингу регіонального мовлення. Основна мета цієї системи полягає в постійному контролі основних параметрів передачі звуку та голосу, безперервній обробці отриманої інформації, конвертації її в практичну форму, а також збереженні цієї інформації в архіві та відправленні її електронною поштою до центру обробки інформації. Постає питання щодо створення апаратно-програмного комплексу для моніторингу цього процесу серед споживачів.

На сьогоднішній день на ринку існують різноманітні апаратно-програмні комплекси, серед яких можна виділити такі продукти, як "Telepad" від AGB NielsenMediaResearch, "ActusDigital" від Actus, "Compact RIO" від NationalInstruments та інші.

## 1.2 Особливості системи комплексного моніторингу "Telepad"

Під час моніторингу радіоефіру застосовується програмне забезпечення ARIANNA, яке відрізняється ключовою особливістю – модульною структурою. Програма складається з різних модулів, таких як запис, аналіз та база даних моніторингу. Модуль запису відповідає за фіксацію аудіосигналу та його поділ на похвилинні відрізки.

Під час аналізу інформація проходить кілька етапів:

- обробка звукового запису операторами, включаючи поетапний аналіз ефіру, ідентифікацію блоків, розпізнавання повідомлень, створення цифрових записів для повідомлень та автоматичне розпізнавання існуючих роликів;
- централізована реєстрація нових виробників, рекламодавців, марок, продуктів, рекламних роликів та телепередач;
- внесення бюджетів реклами редакторами цін;
- централізована перевірка даних ефірної доби службою контролю, включаючи механічну перевірку відділом контролю, централізовану перевірку нових повідомлень, подання даних під час процедури "чистки",

відсутність не повністю "розписаних" блоків та перевірку "прив'язки" блоків та повідомлень;

— підготовка та відправлення даних клієнтам.

База даних моніторингу, представлена модулем «ADEX», містить інформацію про всі рекламні блоки, ролики, рекламодавців, виробників, марки, товари та інші рекламні об'єкти. Ця інформація систематизована та використовується для аналізу за допомогою програмного забезпечення «ARIANNA».

Система відрізняється неперервним процесом реєстрації передач та систематизації ресурсів у базі даних для подальшого сортування. Аналіз записів здійснюється за запитом оператора за допомогою алгоритмів, що забезпечують унікальний підхід. Спектральний аналіз базується на унікальних методах, що гарантують високу точність.

Особливість системи полягає в можливості автономної роботи, використовуючи ефективні алгоритми обробки сигналів, що робить її більш доступною та незалежною від великих обчислювальних потужностей.

### 1.3 Аналіз системи інформаційного моніторингу “ActusDigital”

ActusView є програмно-технічним комплексом, який виступає ядром системи та забезпечує роботу всієї платформи. В основі системи лежить серверний додаток, а користувачі отримують доступ до необхідних інструментів через веб-інтерфейс, що спрощує використання та скасовує вимоги до спеціального програмного забезпечення.

Основні характеристики та функціональні можливості ActusView наступні:

— запис та зберігання контенту, система цілодобово записує та зберігає контент, що надходить з ефіру, адміністратор може встановлювати якість запису, включаючи розмір зображення та ступінь стиснення;

- підтримка різних інтерфейсів, платформа підтримує як аналогові (CV), так і цифрові входні інтерфейси (SDI, DVB або IP);
- доступ через веб-інтерфейс, користувачі отримують легкий та зручний доступ до записаних матеріалів через будь-який веб-браузер;
- контроль цілісності вмісту, система забезпечує безперервний контроль цілісності вмісту, виявляючи втрату зображення, звуку, "зависання" зображення, відхилення рівня звуку та інші аномалії;
- моніторинг параметрів передачі, у версії, яка підтримує прийом мовлення DVB-T/T2, реалізований контроль параметрів, таких як рівень сигналу, MER, BER, а також виявлення помилок потоку трафіку відповідно до ETR101.290;
- завантаження розкладу трансляцій (EPG) та звіту As-Run-Log, для полегшення пошуку контенту підтримується завантаження розкладу трансляцій або звіту про публікацію матеріалів в ефірі.

ActusView застосовується в різних сферах, таких як контрольні записи мовлення, моніторинг теле- та радіомовлення, корпоративні архіви та інші.

Розподілена система моніторингу ActusView призначена для дистанційного моніторингу трансляції передач на великій території. Система має дворівневу структуру з віддаленими серверами аналізу відео та центральним сервером для агрегації інформації та керування системою. Ця структура дозволяє підтримувати систему навіть при втраті зв'язку між центральним та віддаленим серверами, а отримана інформація передається на центральний сервер після відновлення з'єднання.

На Рисунку 1.3 представлена структура розподіленої системи моніторингу, яка розглядається в контексті використання рішення ActusDigital

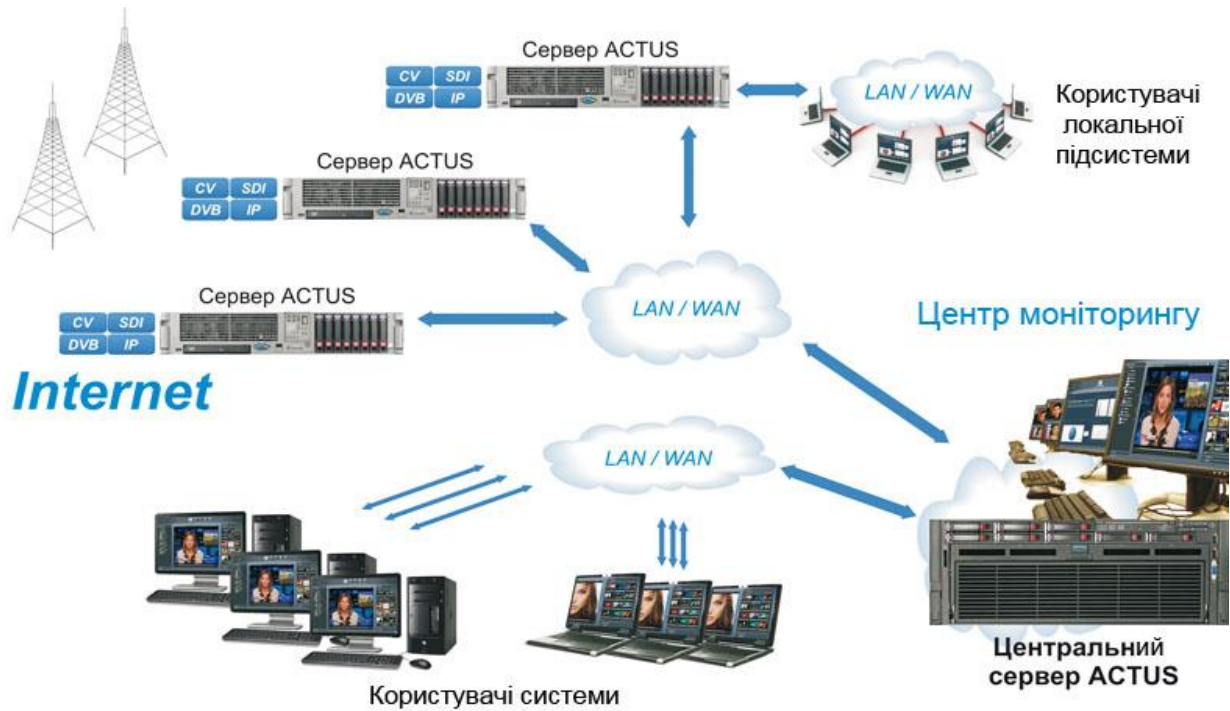


Рисунок 1.3— Структура розподіленої системи моніторингу

Особливості розподіленої системи моніторингу Actus 4:

— в розподілених системах може існувати група користувачів, яка має доступ лише до одного сервера аналізу відео, це може бути корисно для користувачів локальної підсистеми, які відповідають за конкретні завдання чи область відповідальності;

— використання рішень ActusDigital: Рішення ActusDigital використовуються для вирішення різноманітних завдань, включаючи створення корпоративних відео-архів, захист авторських прав і аналіз рекламних кампаній.

Переваги платформи Actus 4:

- широкі функціональні можливості;
- платформа Actus 4 надає розширені можливості для виконання різноманітних завдань в сфері моніторингу та аналізу контенту;
- простота використання та нарощування;
- система легка в управлінні та може бути розширена для врахування зростання обсягів роботи;



- відсутність жорстких вимог до зв'язку і невисокий трафік, платформа працює ефективно навіть при обмежених ресурсах зв'язку;
- масштабованість — можливість включення в систему великої кількості користувачів, незалежно від їх фізичного розташування;
- висока достовірність — забезпечується висока достовірність отриманих результатів.

Ці переваги роблять платформу Actus 4 потужним і універсальним інструментом для вирішення завдань у сфері медіамоніторингу та аналізу контенту.

Комп'ютерний радіомоніторинг — комп'ютерний радіомоніторинг використовує спектральні панорами як початкову інформацію для виділення радіосигналів. Описана програма автоматично розпізнає та ідентифікує сигнали, забезпечуючи одночасне вимірювання їхніх параметрів, таких як інтенсивність, ширина спектру та частота. Отримана інформація зберігається в базі даних для подальшого аналізу та обробки.

Класифікація сигналів — програма вирішує проблему класифікації сигналів за допомогою спеціальних спектральних панорам. Кожен сигнал отримує унікальний ідентифікатор, що спрощує виявлення дублікатів та відстеження їхнього джерела. Класифікація відбувається на основі апріорної інформації, введеної оператором, або даних, зібраних під час роботи системи.

Узагальнені спектральні панорами для класифікації "невідомих" радіосигналів використовуються узагальнені спектральні панорами, в яких зберігаються всі результати спостережень з початку роботи системи. Це дозволяє орієнтуватися в поточних змінах електромагнітного середовища.

#### 1.4 Порівняльний аналіз методів комп'ютерного радіомоніторингу

Для об'єктивного порівняльного аналізу методів комп'ютерного радіомоніторингу необхідно зважити переваги і недоліки кожної системи.

Використовуючи метод експертної оцінки, експертна комісія обговорює проблему та обмінюється інформацією для прийняття обґрунтованих рішень.

Оцінка проведена науковим керівником та автором на основі аналізу існуючих комп'ютерних систем моніторингу мовлення. Методи оцінки включають якісні та кількісні аспекти, і можуть використовувати ізольовані чи об'єднані методи експертної оцінки.

Такий підхід дозволяє отримати об'єктивну інформацію для прийняття інформованих рішень щодо вибору найбільш ефективної системи комп'ютерного радіомоніторингу для конкретних завдань.

Аналіз порівняльної характеристики комп'ютерних систем моніторингу радіомовлення:

1) оцінка якості сигналу (ваговий коефіцієнт: 0,2);

- "Telepad": 1;
- "Compact RIO": 3;
- "Actus Digital": 2;
- розроблювана система: 3.

2) вимірювання параметрів радіосигналу (ваговий коефіцієнт: 0,2);

- "Telepad": 1;
- "Compact RIO": 3;
- "Actus Digital": 2;
- розроблювана система: 3;

3) контрольний запис мовлення (ваговий коефіцієнт: 0,2);

- "Telepad": 3;
- "Compact RIO": 2;
- "Actus Digital": 3;
- розроблювана система: 3;

4) порівняння прийнятого сигналу з опорним (ваговий коефіцієнт: 0,2);

- "Telepad": 1;
- "Compact RIO": 1;
- "Actus Digital": 3;

- розроблювана система: 3;
  - 5)можливість оперативного реагування (ваговий коефіцієнт: 0,1);
  - "Telepad": 1;
  - "Compact RIO": 1;
  - "Actus Digital": 3;
  - розроблювана система: 3;
  - б)наявність WEB-інтерфейсу (ваговий коефіцієнт: 0,1);
  - "Telepad": 2;
  - "Compact RIO": 1;
  - "Actus Digital": 3;
  - розроблювана система: 1.
- Сума вагових коефіцієнтів:
- "Telepad": 1,1
  - "Compact RIO": 2,0
  - "Actus Digital": 2,6
  - розроблювана система: 2,8

Розроблювана система має найвищу оцінку серед розглянутих систем, з ваговою сумою 2,8."Actus Digital" має великий потенціал для моніторингу великих телерадіоцентрів."Compact RIO" відповідає завданням технічного моніторингу радіостанцій."Telepad" спеціалізується на моніторингу реклами.

Враховуючи складність моніторингу та обробки інформації, можливості інтеграції та оперативного реагування, розробка нової системи видається обґрунтованою для ефективного вирішення поставлених завдань. Система повинна об'єднувати технічний моніторинг мовлення, електромагнітного спектра та інших важливих параметрів з можливістю подальшої обробки та відправлення результатів через Інтернет.

## 2 ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПОДІБНОСТІ АНАЛОГОВИХ СИГНАЛІВ

### 2.1 Методи визначення подібності сигналів радіомовлення

В процесі обробки сигналів одним із завдань є розрізнення різних компонентів або елементів сигналів. Розглянемо випадок розрізнення детермінованих сигналів із однаковою енергією (рис. 2.1). На вході пристрою розрізнення сигналів діє сигнал  $s_k(t)$  з ансамблю детермінованих сигналів  $\{s_i(t)\}_{i=0}^{N-1}$  з однаковими енергіями

$$E = E_i = \int_{-\infty}^{+\infty} s_i(t)s_i^*(t)dt, \quad I = 0, \dots, N-1 \quad (2.1)$$

Сигнали дорівнюють нулю поза інтервалом  $[0, T_c]$ .

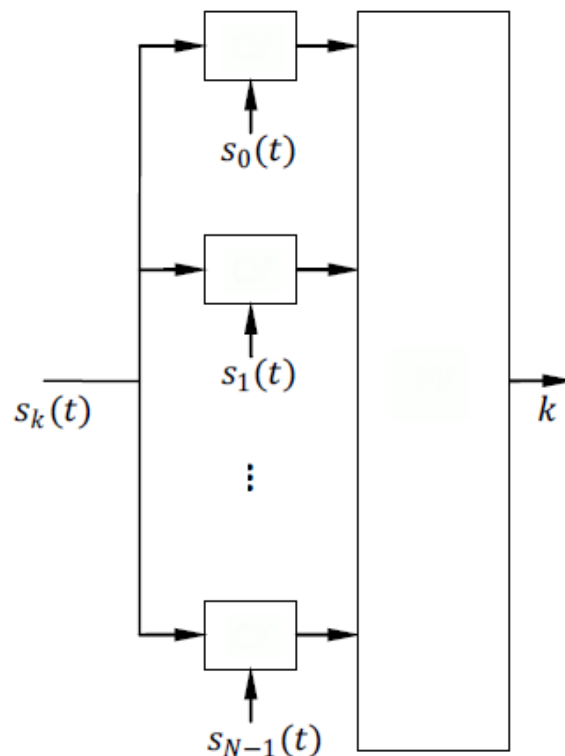


Рисунок 2.1 — Структурна схема корелятора сигналів з однаковою енергією

В основі розпізнання сигналів, таким чином, покладено їх порівняння. При порівнянні сигналів встановлюється ступінь їх взаємної відповідності за формою. Для дійсних сигналів порівняння означає виявлення рівномасштабної подібності часових діаграм порівнюваних сигналів. Мірою ступеня подібності сигналів є енергія різницевого сигналу.

$$\varepsilon_{12} = \int_{-\infty}^{+\infty} \Delta_{12}(t) \Delta_{12}^*(t) dt, \quad (2.2)$$

де  $\Delta_{12}(t) = s_1(t) - s_2(t)$ .

У разі, коли сигнали збігаються, різницевий сигнал дорівнює нулю й дорівнює нулю також введена величина. Чим менше значення енергії різницевого сигналу, тим більше сигнали подібні один на одного. Розглянемо докладніше вираз:

$$\varepsilon_{12} = \int_{-\infty}^{+\infty} (s_1(t) - s_2(t))(s_1(t) - s_2(t))^* dt = E_1 + E_2 - R_{12} - R_{21} \quad (2.3)$$

де  $E_1, E_2$  — енергії сигналів;

$\varepsilon_{12} = \int_{-\infty}^{+\infty} s_1(t) s_2^*(t) dt$  — коефіцієнт кореляції між сигналами.

Тут визначається коефіцієнт кореляції називається кореляційним інтегралом. Коефіцієнт кореляції має симетрію своїх індексів, а при  $s_1(t) = s_2(t)$  збігається з енергією сигналу:

$$\varepsilon_{12} = \int_{-\infty}^{+\infty} s_1(t) s_2^*(t) dt = \left( \int_{-\infty}^{+\infty} s_1^*(t) s_2(t) dt \right)^* = R_{21}^*, \quad (2.4)$$

$$R_{11} = \int_{-\infty}^{+\infty} s_1(t) s_1^*(t) dt = E_1. \quad (2.5)$$

Чим більша дійсна частини коефіцієнта кореляції, тим менша енергія різницевого сигналу і тим більше сигнали подібні один до одного за формою. При збігу порівнюваних сигналів коефіцієнт кореляції максимальний і дорівнює їх енергії (2.5). Таким чином, порівняння сигналів може здійснюватися і на основі аналізу значення коефіцієнта кореляції. Гарантується, що максимальне значення дійсної частини коефіцієнта кореляції буде отримано тільки в тому каналі корелятора сигналів (рисунок 2.1), де стався збіг за формою оброблюваного і еталонного сигналів. Номер цього каналу буде встановлений аналізатором по максимальному відгуку [12].

Використовуючи рівність Парсеваля, коефіцієнт кореляції можна описати спектральною щільністю сигналів

$$R_{12} = \int_{-\infty}^{+\infty} s_1(t)s_2^*(t)dt = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} s_1(\omega)s_2^*(\omega)d\omega. \quad (2.6)$$

З урахуванням властивостей коефіцієнта кореляції, енергію різницевого сигналу можна виразити так:

$$\varepsilon_{12} = E_1 + E_2 - R_{12} - R_{21}^* = E_1 + E_2 - 2\operatorname{Re}(R_{12}) \quad (2.7)$$

З наведеного виразу видно — якщо енергія різницевого сигналу є додатною  $\varepsilon_{12} \geq 0$ , то дійсна частина коефіцієнта кореляції не більша півсуми енергії сигналів, які порівнюються:

$$\operatorname{Re}(R_{12}) \leq \frac{E_1 + E_2}{2} \quad (2.8)$$

Чим більша дійсна частина коефіцієнта кореляції, тим менша енергія різницевого сигналу і тим більше сигнали подібні один до одного за формою.

При збігу порівнюваних сигналів коефіцієнт кореляції максимальний і дорівнює їх енергії (2.5). Таким чином, порівняння сигналів може здійснюватися і на основі аналізу значення коефіцієнта кореляції. Гарантується, що максимальне значення дійсної частини коефіцієнта кореляції буде отримано тільки в тому каналі корелятора сигналів (рисунок 2.1), де стався збіг за формою оброблюваного і еталонного сигналів. Номер цього каналу буде встановлений аналізатором по максимальному відгуку [12].

Як випливає з (2.4) і (2.5), модуль коефіцієнта кореляції є симетричним щодо індексів, а при їх збігу дорівнює енергії сигналу.  $|R_{12}| = |R_{21}|$ ,

(2.9)

$$|R_{11}| = E_1. \quad (2.10)$$

Використовуючи нерівність Буняковського-Шварца, запишемо:

$$|R_{12}| = \left| \int_{-\infty}^{+\infty} s_1(t)s_2^*(t)dt \right| \leq \sqrt{\int_{-\infty}^{+\infty} s_1(t)s_1^*(t)dt \int_{-\infty}^{+\infty} s_2(t)s_2^*(t)dt} = \sqrt{E_1 E_2}, \quad (2.11)$$

Тут рівність досягається, якщо сигналів однакові.

В разі, коли енергії сигналів рівні, встановлені залежності (2.11) коефіцієнта кореляції подамо як:

$$\operatorname{Re}(R_{12}) \leq E, \quad (2.12)$$

$$|R_{12}| \leq E, \quad (2.13)$$

де рівність виконується при  $s_1(t) = s_2(t)$ .

Властивості модуля коефіцієнта кореляції аналогічні властивостям його дійсної частини, тому при порівнянні сигналів може використовуватися і модуль коефіцієнта кореляції. Структурна схема пристрою для отримання

кореляційного інтеграла (корелятора) у разі дійсних сигналів показана на рисунку 2.2. В момент  $t=0$ , коли починають діяти сигнали, здійснюється скидання інтегратора.

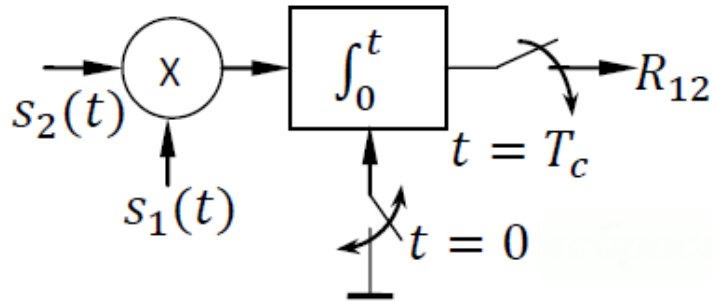


Рисунок 2.2 — Структурна схема корелятора

Значення коефіцієнта момент часу  $t=T_c$ . Один із входів корелятора можна умовно вважати опорним. На другий вхід надходить тестований сигнал. При формуванні відгуку корелятора розраховується добуток еталонного та тестового сигналів, і інтегратор визначає площу під діаграмою цього добутку. У інтервалах часу, в яких сигнали мають однакову полярність, результат інтегрування зростає. У проміжках часу, в яких один із сигналів набуває малих значень, результат інтегрування змінюється незначно. У проміжки часу, коли еталонний і тестовий сигнали мають різну полярність, результат їх перемноження є негативним, а результат інтегрування зменшується. Отже, якщо графіки сигналів відрізняються, наприклад, один сигнал приймає великі значення, а другий сигнал близький до нуля, або можуть бути інтервали, де сигнали мають різну полярність, відгук корелятора буде малим або негативний. Якщо графіки сигналів подібні, їх полярність і інтервали великих значень збігаються і в результаті інтегрування їх добуток дає більші значення[13].



## 2.2 Оцінювання подібності аудіосигналів на основі кореляції

Прилади для вимірювання кореляційних функцій називаються корелометрами або корелографами. Класифікують корелометри за:

- принципом дії;
- схемотехнічними і конструктивними особливостями;
- формою подання сигналів при визначенні кореляційної функції;
- видом відтворюючого або реєстраційного пристрою;
- діапазоном граничних частот спектра випадкового процесу, який

може бути досліджений даним приладом.

За принципом дії розрізняють корелометри, в основі яких лежать такі методи:

- множення, підсумовування (віднімання) і зведення в квадрат;
- апроксимація кореляційної функції сумою доданків її розкладання в ряд ортогональних функцій;
- знакова кореляція;
- умовна середня;
- відображення точкової діаграми та ін.

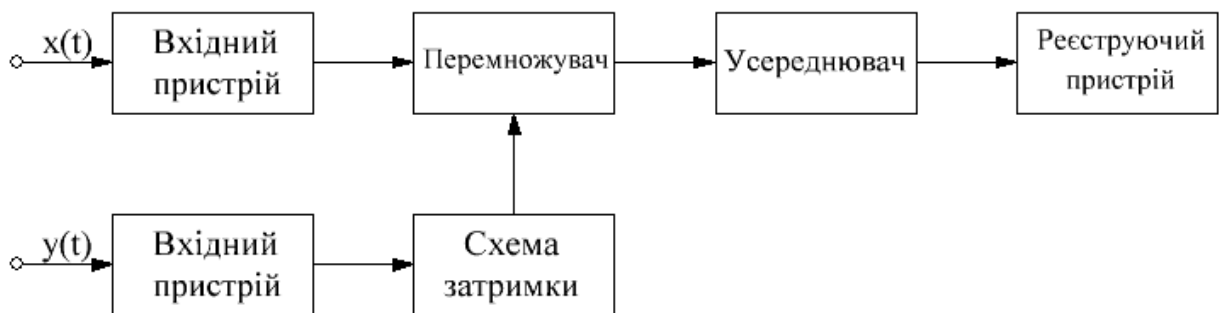
Залежно від форми представлення досліджуваних сигналів і типів елементів, що входять до складу корелометра, їх поділяють на:

- аналогові;
- цифрові;
- аналогово-цифрові.

Домінуюче місце в дослідженнях займають корелометри, які характеризуються використанням широкого спектру елементів цифрової техніки, доповнених аналоговими компонентами. Цей підхід створює та оптимізує системи, у яких цифрові та аналогові елементи взаємодіють для отримання ефективнішого результату. Це розширює спектр методів вимірювання, дає можливість раціональних апаратних рішень і дозволяє використовувати інтегральні схеми. Корелометри також розрізняються за

способом відображення даних, що вводяться в прилад: пряма подача напруги, запис на паперову стрічку, фотоплівку, магнітну стрічку і т. д. За дальністю дії корелометри поділяються на низькочастотні і високочастотні, залежно від граничних частот досліджуваних процесів[14].

Метод множення дозволяє вимірювати кореляційні та взаємні кореляційні функції відповідно до їх математичних визначень. Здійснюється



за допомогою аналогових, аналого-цифрових і цифрових пристроїв. Структурна схема аналогового корелометра наведена на рис. 2.3.

Рисунок 2.3 — Структурна схема аналогового корелометра

Схема корелометра, який працює на основі методу множення, виконує необхідні дії для отримання оцінок кореляційних і взаємних кореляційних функцій стаціонарних ергодичних (та стаціонарно зв'язаних) випадкових процесів. Цей процес відповідає виразам, які визначають зв'язки цих функцій і дозволяють аналізувати взаємодію між різними елементами цих процесів.

Такий підхід дає змогу ефективно досліджувати властивості та взаємодію стаціонарних випадкових процесів у вигляді кореляційних функцій:

$$K_x^*(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) x(t + \tau) dt \quad (2.14)$$

$$K_{XY}^*(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) y(t + \tau) dt \quad (2.15)$$

Корелометр, використовуючи метод множення, здійснює відносний зсув однієї з центрованих напруг на інтервал  $\tau$ , перемножує дві напруги та усереднює добуток протягом тривалого інтервалу часу  $T$ . При певному інтервалі зсуву  $\tau$  обчислюється одна ордината  $KX(\tau)$  кореляційної функції. Повторюючи цю операцію багаторазово при різних зсувах, отримують всю криву кореляційної функції [15]

Щоб прискорити вимірювання, використовують паралельні корелометри, які одночасно вимірюють  $n$ -ординати кореляційної функції. Зазвичай для цього застосовують аналого-цифрові пристрої, реалізуючи метод множення. Прикладом таких пристроїв є корелометри Стілтєса (рис. 2.4), які вимірюють кореляційні функції випадкових процесів, використовуючи квантування напруги реалізації одного процесу в аналоговій формі.

Їх особливістю є те, що при визначенні взаємної кореляційної функції двох випадкових процесів  $X(t)$  і  $Y(t)$  квантується напруга реалізації тільки одного процесу, наприклад  $x(t)$ , а напруга реалізації другий процес виражається в аналоговій формі.

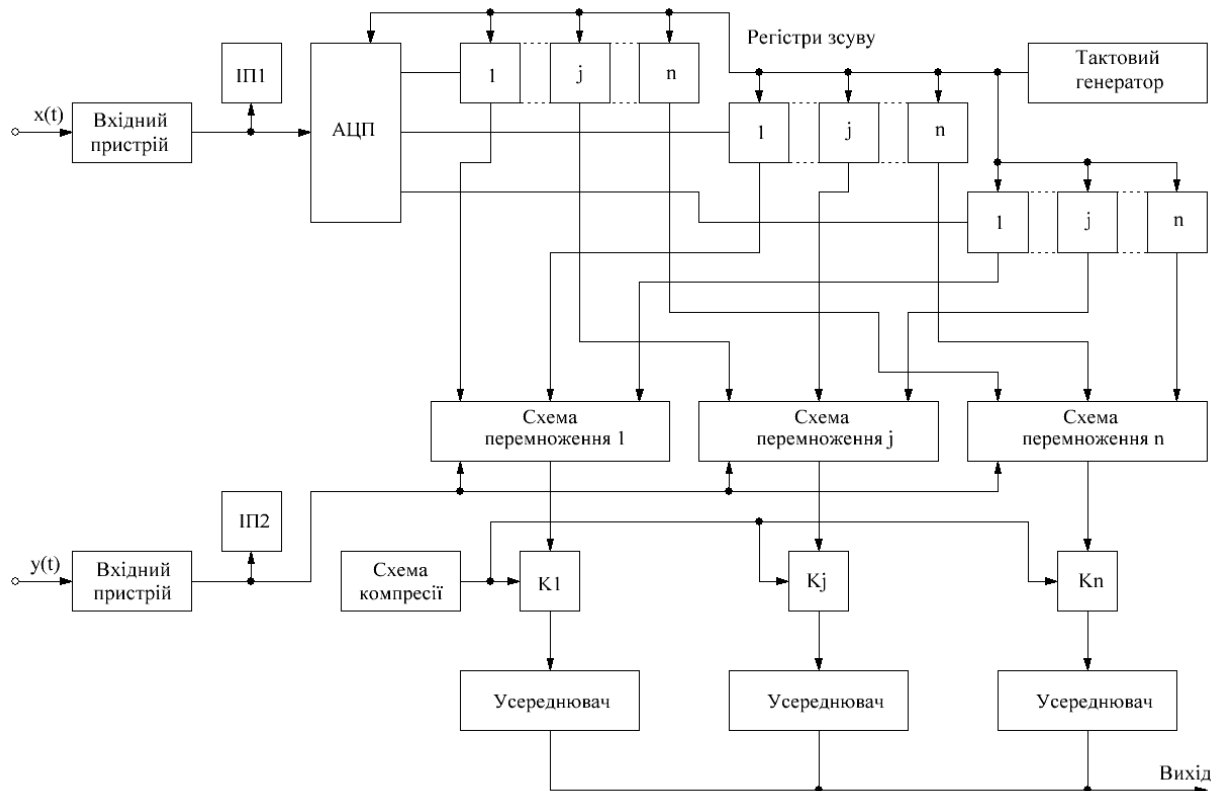


Рисунок 2.4 — Аналого-цифровий корелометр Стілтєса

Алгоритми апаратурного визначення функції взаємної кореляції:

$$K_{XY}^*(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^T x_{KB}^\circ(t - \tau) y^\circ(t) dt, \quad (2.16)$$

або

$$K_{XY}^*(kT_0) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{KB}^\circ(iT_0 - kT_0) y^\circ(iT_0) \quad (2.17)$$

Квантування можливе на різній кількості рівнів, наприклад, використання трьох двійкових бітів (8 рівнів квантування) дозволяє проводити вимірювання з невеликими похибками при достатньо великому часі вимірювання. Такі пристрої мають просту структуру, оскільки використовують ряд простих пристроїв, таких як зсувні регістри та гібридні помножувачі. Корелометр, при визначенні функції взаємної кореляції  $K_{XY}(\tau)$ , працює так: напруга реалізації  $x(t)$  підсилюється до рівня перевантаження підсилювача, що вказується індикатором перевантаження

ІІІ. Підсилений сигнал конвертується в аналогово-цифровому перетворювачі. Кожен код подається на три регістри зсуву, які використовуються для затримки сигналу. Це дозволяє отримати тривалість затримки в широких межах, регулюючи період зсуву. Імпульси, що представляють число в двійковому коді, подаються на схему перемноження та на вхід аналогової напруги реалізації  $y_0(t)$ , попередньо посиленої до рівня перевантаження за допомогою вхідного пристрою ІІ.

На виході  $j$ -ї схеми перемноження сигнал пропорційний добутку  $x_{KB}^{\circ}(t - jT_0)y^{\circ}(t)$ . Цей сигнал передається через схему  $K_j$  на  $j$ -й усереднювач з великою постійною часу. Накопичена  $j$ -м усереднювачем напруга зчитується через вентиль  $B_j$  за допомогою кільцевого декадного лічильника, який керується імпульсами зчитування.

Вихідні сигнали всіх вентилів, що відкриваються послідовно, подаються на загальну шину зчитування, підсилюються та передаються на вхід каналу вертикального відхилення осцилографа. Напруга горизонтальної розгортки надходить зі схеми керування, що з'єднана з кільцевими лічильниками. Частота зчитування обирається за зручністю реєстрації, а при згладжування вихідного сигналу отримати безперервну криву на осцилографі, замість 100 дискретних точок.

Існує різноманіття варіантів побудови корелометра Стільтьєса. У деяких приладах напруга реалізації  $y(t)$  також піддається квантуванню, але з більшою кількістю рівнів. Цифрові корелометри, що використовують метод перемноження, оперують дискретизацією часу та квантуванням (за декількома рівнями), використовуючи відповідні алгоритми.

$$K_x^*(kT_0) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{KB}^{\circ}(iT_0 + kT_0)x^{\circ}(iT_0) \quad (2.18)$$

та

$$K_{xy}^*(kT_0) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_{KB}^{\circ}(iT_0 + kT_0)x^{\circ}(iT_0), \quad (2.19)$$

де  $x_{KB}^{\circ}$  та  $y_{KB}^{\circ}$  — квантові значення центрованих реалізацій  $x(t)$  і  $y(t)$  в дискретні моменти часу;

$kT_0$  — інтервал зсуву.

Функції кореляції, які визначаються як середньоарифметичні добутки зсунутих на інтервал затримки пар значень реалізацій, відомі як функції типу "значення - значення". Для вимірювання взаємних кореляційних функцій використовують два канали, обладнані вхідними пристроями та аналого-цифровими перетворювачами.

Непрямі вимірювання, що базуються на функціях знакової кореляції, призводять до виготовлення відносно простих і компактних корелометрів. Такі корелометри відомі як знакові. Функції знакової кореляції (знакові кореляційні функції) поділяються на два види: "Знак - знак" та "Значення - знак". Першим є математичне очікування знакових функцій центрованого випадкового процесу  $X(t)$ .

$$R_x(t_1, t_2) = M \left[ \text{sgn } \dot{X}(t_1) \text{sgn } \dot{X}(t_2) \right] \quad (2.20)$$

де  $\text{sgn } \dot{X}(t)$  — знакова функція, відповідно рівна:  $+1$  при  $X_0(t) > 0$ ;  $0$  при  $X_0(t) = 0$  і  $-1$  при  $X_0(t) < 0$ .

Функція взаємної знакової кореляції виду «знак - знак»:

$$R_{xy}(t_1, t_2) = M \left[ \text{sgn } \dot{X}(t_1) \text{sgn } \dot{Y}(t_2) \right] \quad (2.21)$$

У разі, коли випадкові процеси ергодичні та стаціонарні, зазначені знакові функції знаходять із формул

$$R_x^*(kT_0) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \text{sgn } \dot{x}(iT_0) \text{sgn } \dot{x}(iT_0 + kT_0) \quad (2.22)$$

а також

$$R_{xy}^*(kT_0) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \text{sgn } \dot{x}(iT_0) \text{sgn } \dot{y}(iT_0 + kT_0) \quad (2.23)$$

Для центрованого гаусовського процесу знакова кореляційна функція зв'язана з наступним виразом з нормованою функцією кореляції  $\rho_x(kT_0)$

$$R_x(kT_0) = \frac{2}{\pi} \arcsin \rho_x(kT_0) \quad (2.24)$$

$$\rho_x(kT_0) = \sin \left[ \frac{\pi}{2} R_x kT_0 \right] \quad (2.25)$$

Функції знаковою кореляції типу «значення - знак», також називають релейними функціями і вони характеризуються виразами

$$Q_x(t_1, t_2) = M \left[ \text{sgn } \dot{X}(t_1) \text{sgn } \dot{X}(t_2) \right] \quad (2.26)$$

й

$$Q_{xy}(t_1, t_2) = M \left[ \text{sgn } \dot{X}(t_1) \text{sgn } \dot{Y}(t_2) \right] \quad (2.27)$$

Взаємозв'язок нормованих кореляційних функцій та функцій типу «значення - знак» для стаціонарних випадкових процесів визначається залежностями

$$\rho_x(kT_0) = \frac{1}{\mu_x \sigma_x} Q_x(kT_0) \quad (2.28)$$

та

$$\rho_{xy}(kT_0) = \frac{1}{\mu_y \sigma_x} Q_{xy}(kT_0) \quad (2.29)$$

де  $\mu_x$  і  $\mu_y$ — коефіцієнти, які визначаються законами розподілу ймовірностей процесів  $X(t)$  і  $Y(t)$ .

Для нормального закону розподілу ймовірностей  $\mu = \sqrt{2} / \pi$  формули мають такий вигляд:

$$\rho_x^*(kT_0) = \frac{\sqrt{\pi/2}}{\sigma_x N} \sum_{i=1}^N x(iT_0) \text{sgn } x(iT_0 + kT_0) \quad (2.30)$$

та

$$\rho_{xy}^*(kT_0) = \frac{\sqrt{\pi/2}}{\sigma_x N} \sum_{i=1}^N x(iT_0) \text{sgn } y(iT_0 + kT_0) \quad (2.31)$$

Розширений аналіз випадкових процесів відкриває шлях для нового підходу, який включає використання додаткових сигналів. Цей метод визначає кореляційні функції для будь-яких випадкових процесів з наперед невідомим розподілом ймовірностей. Важливо зауважити, що, навіть якщо цей підхід дозволяє вимірювати кореляції для процесів із невідомим розподілом, статистичні похибки залишаються значними на протязі того ж самого часу вимірювань. Це обмеження слід враховувати при використанні цього методу для більш детального дослідження та аналізу випадкових явищ.

У загальному метод полягає в наступному. При апаратному визначенні кореляційної функції  $K_X(kT_0)$  безпосередньо визначається знакова взаємна кореляційна функція виду «значення -знак». Далі напруга  $z(t)$  є різницею (або сумою) аналізованої  $x_0(t)$  і допоміжної  $u(t)$  напруг. Значення сигналу  $u(t)$  в при опитуванні є взаємозалежними, а тому незалежні і до досліджуваного сигналу  $x(t)$ . Отже, функція розподілу ймовірностей значень напруги  $u(t)$  є рівномірною в границях від  $-A$  до  $+A$ , де  $A \geq |x(t)|_{\text{макс}}$ .

Кореляційну функція  $K_X(kT_0)$  можна виразити через функцію знакової кореляційної функції такою залежністю:



$$K_X(kT_0) = A Q_{XZ}(kT_0) \quad (2.32)$$

Якщо вимірювати взаємкореляційну функцію  $K_{XY}(kT_0)$  процесів  $X(t)$  і  $Y(t)$ , то напруга  $z(t)$  представляється різницею (або сумою) напруг  $y(t)$  і  $u(t)$ [19].

### 2.3 Визначення вимог до системи моніторингу регіонального радіомовлення

У даній роботі передбачається, що керуючий контролер виконуватиме наступні завдання: контроль наявності регіональної програми в ефірі; фіксація часу виходу місцевої реклами та передач; зберігання результатів моніторингу в енергонезалежній пам'яті; визначення рівня радіосигналу; обробку даних і передавання результатів у центр для подальшого аналізу.

Необхідність створення цього контролера обумовлена, передусім, потребою отримання швидкої та оперативної інформації від регіональної радіостанції. Система включатиме регіональні диспетчерські пункти з тюнерами, налаштованими на частоту радіостанції, апаратний корелятор опорного та антенного сигналів, а також комп'ютер, який буде підключений до мережі Інтернет. У разі обласного представництва планується створення регіональних постів, а у центральному пункті - програми для ведення контрольної бази. Також розглядається можливість використання пересувних мобільних моніторингових постів.

Отже, у цьому розділі було проведено аналіз основних методів порівняння радіосигналів для визначення їх схожості. Визначено основні переваги та недоліки існуючих структурних схем аналогових та аналого-цифрових кореляторів. Визначено основні вимоги до системи моніторингу регіонального мовлення.

### 3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ РЕГІОНАЛЬНОГО ТЕЛЕРАДІОМОВЛЕННЯ

Система моніторингу, описана в даній роботі, контролює трансляцію регіональних програм і рекламних блоків, порівнюючи сигнал супутникової системи зв'язку із сигналом тюнера, налаштованого на частоту місцевої радіостанції. Апаратний корелятор порівнює ці два сигнали і, на основі їхніх відмінностей, визначає початок регіонального мовлення. Після цього система реєструє час початку та закінчення мовлення і надсилає команду на запис радіомовлення. У визначений час зібрані дані передаються через Інтернет на центральний пункт управління.

Регіональні диспетчерські пункти можуть бути розташовані стаціонарно в апаратній частині передавального центру або представляти собою мобільну систему. У центральному офісі повинна функціонувати програма для ведення контрольної бази даних.

Основні функції регіональної системи моніторингу мовлення включають:

- стеження за доступністю програми в регіоні;
- контроль хронометражу місцевих передач і реклами;
- оцінювання рівня радіосигналу;
- здійснення контрольного запису ефіру регіонального радіо та визначення ефірного часу.

В результаті проведених досліджень була розроблена повнофункціональна регіональна система моніторингу мовлення, яка використовує програмно-керований мікроконтролер. Програмне забезпечення регіональних та центральних контролюючих органів дозволяє фіксувати та аналізувати тривалість та, за необхідності - зміст регіональної реклами та передач.

Система інформаційного моніторингу включає кілька регіональних та один центральний апаратно-програмний комплекс (рис. 3.1).

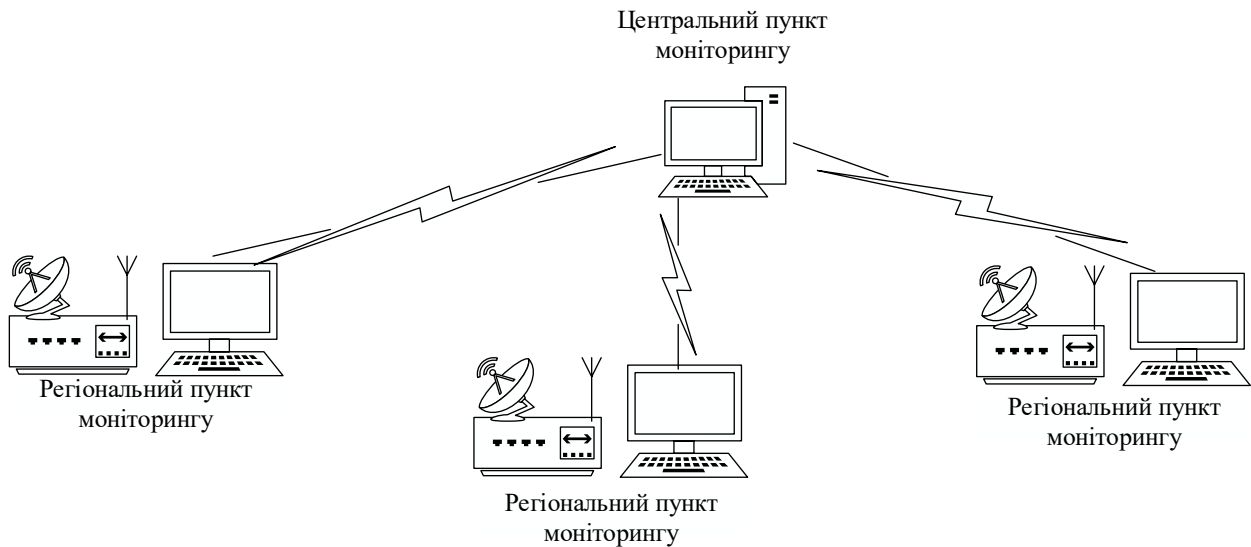


Рисунок 3.1 — Загальна структура системи моніторингу регіонального радіомовлення.

### 3.1 Принцип дії системи моніторингу

Для розуміння роботи системи моніторингу мовлення на регіональному рівні — розглянемо загальну структуру мережевої радіостанції. Поширення радіохвиль в ультракороткому діапазоні відбувається лише в умовах "прямої видимості", яка, на практиці, обмежується відстанню від 40 до 100 км в залежності від рельєфу місцевості, висоти передавальної радіовежі та інших факторів. Для створення радіомережі на великій території необхідно використовувати багато ретрансляторів.

Ретранслятори, що також можуть називатися регіональними радіостанціями, отримують сигнал від центральної радіостанції через супутникову систему зв'язку. Обласна радіостанція, в свою чергу, виробляє радіопередачі різного змісту, включаючи інформаційні новини, музичні програми і, передусім, комерційну рекламу. Структурна схема радіомережі, яка може бути, представлена на рисунку 3.2.

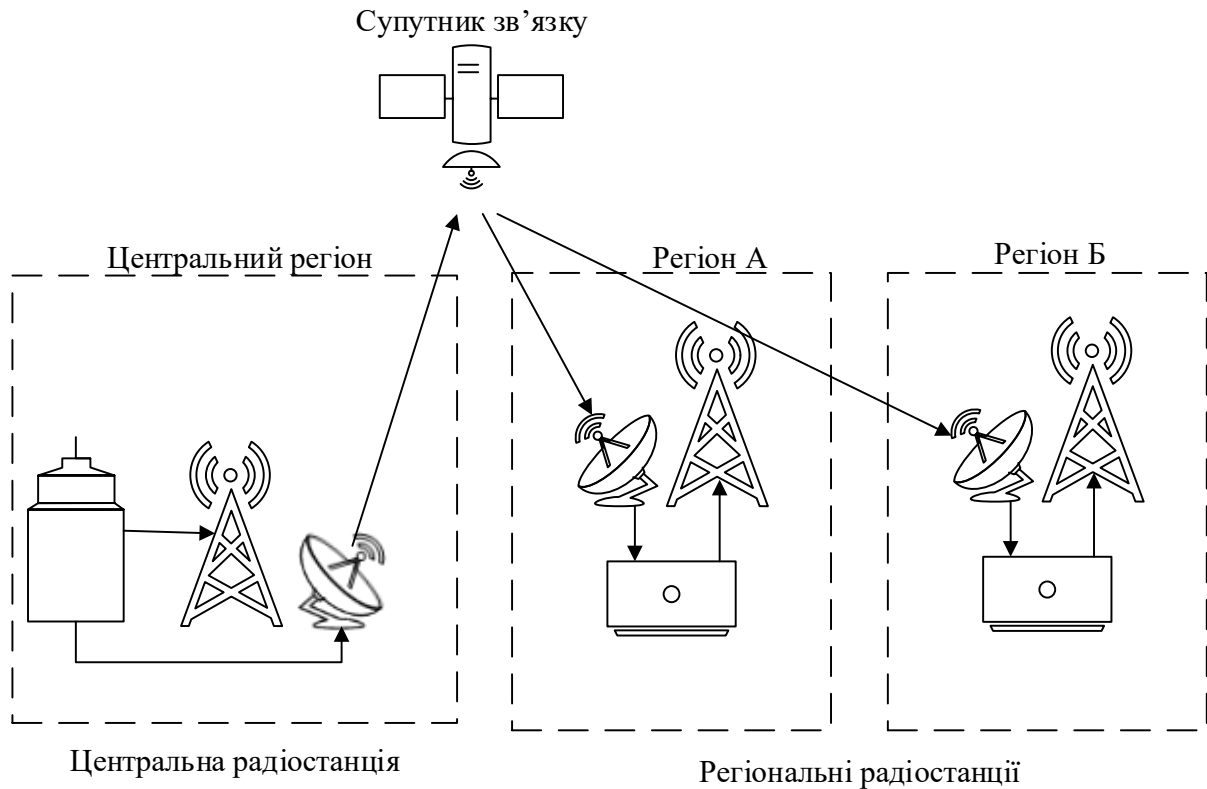


Рисунок 3.2 — Структурна схема мережевої радіостанції.

Комерційна реклама становить основне джерело доходу для функціонування радіостанцій, покриваючи витрати на енергопостачання, обладнання, зарплату персоналу та забезпечуючи прибуток. Зокрема, сигнал радіостанцій часто транслюється через супутник, розширюючи їх охоплення. Ефективність цього процесу безпосередньо впливає на кількість слухачів та потенційних користувачів продукції, яку рекламує радіостанція.

Між місцевими та центральними радіостанціями укладається угода щодо права трансляції центрального радіосигналу. Відповідно до цієї угоди, місцеві телерадіокомпанії у багатьох випадках не сплачують за трансляцію програм центральної станції, але забезпечують безспотворний сигнал і транслюють комерційну рекламу центральної радіостанції. Місцеві станції також мають право на власні комерційні рекламні інтервали відповідно до чітко визначеного графіку. Потужність та якість сигналу мають прямий вплив на оплату електроенергії місцевими радіостанціями. Профілактичний ремонт або заміна обладнання для передачі сигналу також є фактором витрат.

Деякі місцеві радіостанції можуть обмежувати свою потужність для економії електроенергії, що може суперечити угоді з центральною станцією.

Для ефективного контролю над цими параметрами та обробки відповідної інформації для подальшого аналізу пропонується використання регіональної системи моніторингу радіомовлення. Ця система включає радіочастотний тюнер, синтезатор частоти, вимірювач потужності радіосигналу (S-метр), корелометр, мікроконтролер, рідкокристалічний дисплей, енергонезалежну пам'ять та живлення.

### 3.2 Розробка структурної та функціональної схем моніторингового блоку

Система моніторингу радіомовлення у регіоні використовує регіональний апаратний комплект, який складається з ПК, модему та приймача для сигналів регіональної реклами. Цей комплект дозволяє збирати та передавати дані через електронну пошту. Функціонал включає вбудований FM-тюнер з цифровим налаштуванням та вимірювач рівня сигналу в регіоні, дозволяючи визначати відносні зміни рівня високочастотного несучого сигналу від регіонального релейного радіопередавача.

На передній панелі системи моніторингу розташований рідкокристалічний дисплей (LCD) з підсвічуванням, який відображає частоту FM-приймача та відносний рівень у відсотках. Кнопки налаштування частоти також доступні на передній панелі.

Система включає корелятор для обробки звукових сигналів, вирівнюючи їх в аналого-цифровому вигляді відповідно до смугового фільтра 1 кГц. Обробка результатів порівняння та визначення збігу чи не збігу сигналів здійснюється мікропроцесорним управлінням з урахуванням статичних критеріїв.

Світлодіоди на передній панелі вказують на стан каналів та можливі збої. Також є керуючий вихід для навушників і контролер стереосигналу для регулювання гучності опорного та регіонального сигналів.

Додатково, система забезпечує вихід для запису звукового сигналу на комп'ютер, а в разі відключення живлення вона використовує систему моніторингу збою для збереження даних та відображення інформації про вимкнення та увімкнення живлення.

### 3.3 Корелометр

Корелометр виступає в ролі ключового елемента системи, відповідального за отримання та подальшу обробку даних для аналізу. Розробка системи була зосереджена, насамперед, на цьому вузлі.

Корелометр використовує двосигнальну компараторну схему, де в якості вхідних сигналів використовуються центральні та місцеві радіосигнали. Основне призначення корелометра полягає в отриманні та обробці цих сигналів, а також у прийнятті рішень щодо їхнього збігу чи неузгодження. Вимірювання сигналів на входах корелометра проводяться кожні 2,5 секунди. Протягом цього часу корелометр виконує 128 вимірювань для центрального та місцевого сигналів. Цей процес повторюється кожні 2,5 секунди протягом 128 відліків.

Рішення щодо збігу чи неузгодження сигналів приймається кожні 5 секунд. Ключовим фактором для визначення збігу є узгодження центрального та місцевого сигналів на рівні понад 85% протягом періоду вибору, а саме 5 секунд, що відповідає 256 відлікам кожного каналу. Крім того, корелометр враховує сигнали пауз P1 і P2.

Функціональну схему корелометра наведено на рисунку 3.4

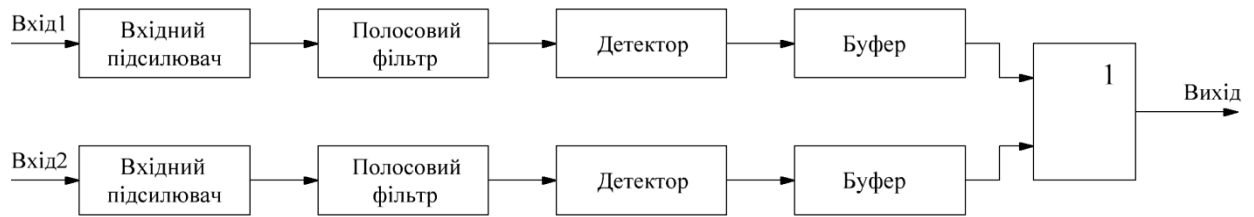


Рисунок 3.4 — Функціональна схема корелометра

У першому розділі розглядалися дві основні схеми корелометрів: одна базується на методі множення, а інша використовує аналого-цифрове перетворення. Обидві схеми виявилися неідеальними з точки зору формату виведення кореляційних функцій. У першому випадку вихідна кореляційна функція відображається у формі аналогового сигналу. У другому випадку графік стає дуже складним і результат відображається на екрані осцилографа. У обох випадках передача сигналу безпосередньо на вхід мікроконтролера неможлива і потрібне використання додаткових пристроїв.

Зважаючи на те, що на вхід корелометра подаються синфазні сигнали, що спрощує завдання, було вирішено обробляти вхідні сигнали аналоговим методом, а потім вирівнювати їх і перетворювати до рівня логічних сигналів. На завершальному етапі сигнали подаються на входи елемента 2І, а з виходу отримується цифровий сигнал, де логічний рівень 0 вказує на збіг, а логічний рівень 1 — на неузгодженість сигналів.

Вхідний підсилювач, детектор і буферний каскад корелометра побудовані згідно з типовими схемами, використовуючи операційні підсилювачі, які описані в науковій літературі [21, 22, 23]. Для розрахунків важливий лише пропускний фільтр.

### 3.4 Розрахунок та моделювання смугового фільтра

За наявністю внутрішніх джерел енергії розрізняють:

- фільтри пасивні (RC або LC фільтри);
- фільтри активні (пасивні RC-кола і активні елементи);

За смугою частот, що пропускаються, розрізняють:

- фільтри високих частот (ФВЧ);
- фільтри низьких частот (ФНЧ);
- фільтри смугові (СФ);
- фільтри режекторні (РФ).

Активні RC-фільтри належать до широкого класу частотно-залежних схем і застосовуються в різних областях, включаючи системи передачі інформації, автоматичне керування, вимірювальні пристрої і функціональні перетворювачі. У таких фільтрах поєднуються пасивні RC-елементи і активні пристрої, такі як транзистори, електронні лампи та операційні підсилювачі, для досягнення потрібної добротності в ланцюгах другого порядку [24].

Активні чотирьохполюсники виступають як фільтри і включають в себе як пасивні RC-елементи, так і активні елементи. Однак, на відміну від активних фільтрів, вони зазвичай обходять використання індуктивностей. Це обумовлено кількома причинами, такими як великі розміри і маса котушок, можливі втрати та велике споживання потужності. Крім того, використання котушок може спричинити нелінійні ефекти через насичення сердечника.

Активні фільтри можна реалізувати з використанням підсилювачів напруги, операційних підсилювачів і підсилювачів з обмеженим посиленням. Вони забезпечують краще розділення смуг пропускання та ослаблення порівняно з пасивними фільтрами, а також легше компенсують нерівномірності характеристик в областях пропускання і загасання. Активні фільтри широко застосовуються завдяки своїм перевагам [25].

Отже, для створення смугового фільтра використовують активний RC-фільтр з паралельним зворотним зв'язком або схему Рауха. Це дозволяє створити ефективний фільтр із мінімальною кількістю компонентів, при цьому забезпечуючи високу добротність і коефіцієнт посилення.

Розрахунок ведеться для резонансної частоти фільтра  $f_{рез} = 1$  кГц, коефіцієнта посилення  $K_p = 10$ , добротності  $Q = 5$ . Щоб уникнути спотворення сигналу, фільтр повинен мати великий динамічний діапазон, тому використовуємо значення в [26] описаного методу. Максимальний



динамічний діапазон досягається за умови, що модуль опору зворотного зв'язку на резонансній частоті  $|Z(j\omega_p)|$  дорівнює мінімально допустимому опору навантаження  $R_{H.MIN}$  операційного підсилювача. Для обраного операційного підсилювача TL084 він становить 2 кОм.

Враховуючи, що для схеми Рауха

$$|Z(j\omega_p)| = 2QR_1, \quad (3.1)$$

отримуємо:

$$2QR_1 = R_{H.MIN} \quad (3.2)$$

звідси:

$$R_1 = \frac{R_{H.MIN}}{2Q} = \frac{20 \cdot 10^3}{2 \cdot 5} = 200 \text{ Ом.}$$

Враховуючи, що

$$Q = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{R_2}{R_1}}, \quad (3.3)$$

отримуємо:

$$R_2 = 4Q^2 R_1 = 4 \cdot 5^2 \cdot 200 = 20 \cdot 10^3 \text{ Ом.}$$

При таких значеннях  $R_1$  та  $R_2$  для даної схеми, отримуємо:

$$|K_{oc}(j\omega_p)| = \frac{1}{2} \frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{2} \frac{20 \cdot 10^3}{200} = 25$$

Отже коефіцієнт підсилення в 2,5 рази більший за потрібний. Щоб зменшити це, введемо подільник напруги на вході. У цьому разі замість резистора  $R_1$  в схему вводиться подільник з резисторів  $R_{11}$  і  $R_{12}$ . Повинна виконуватися така умова:

$$R_1 = \frac{R_{11} R_{12}}{R_{11} + R_{12}}. \quad (3.4)$$

Коефіцієнт підсилення на резонансній частоті:

$$|H(j\omega_p)| = \frac{R_2}{R_{11}} \quad (3.5)$$

звідси:

$$R_{11} = \frac{R_2}{2|H(j\omega_p)|} = \frac{20 \cdot 10^3}{2 \cdot 10} = 1 \cdot 10^3 \text{ Ом.}$$

Для забезпечення необхідного  $R_{11}$  слід обрати  $R_{12}$  за умови (3.4), звідси:

$$R_{12} = 250 \text{ Ом.}$$

Ємність конденсаторів  $C_1 = C_2$  визначається за формулою:

$$C = \frac{1}{2\pi f_p \sqrt{R_1 R_2}} \quad (3.6)$$

звідси:

$$C = \frac{1}{2\pi f_p \sqrt{R_1 R_2}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 1 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{200 \cdot 20 \cdot 10^3}} = 82 \cdot 10^{-9} \text{ Ф} = 82 \text{ нФ.}$$

Для перевірки точності розрахунків важливо створити модель активного смугового фільтра за допомогою програмного забезпечення Micro-Cap. Micro-Cap є потужним інструментом для аналізу та синтезу електронних пристроїв, зокрема активних і пасивних фільтрів. Його функціональність включає можливість моделювання ланцюгів, визначення вузлових потенціалів і струмів, побудову діаграм струмів і напруг, а також виведення АЧХ.

Micro-Cap дозволяє користувачеві малювати принципові схеми за допомогою графічного редактора, використовувати аналогові компоненти, цифрові мікросхеми, АЦП, ЦАП і PLM. Програма також підтримує багатофакторний і статистичний аналізи, що дозволяє враховувати відхилення параметрів компонентів від номінальних значень.

Важливо зазначити, що Micro-Cap не підтримує імітацію мікроконтролерів і відстеження друкованих плат також недоступно. Така програма дозволяє виконувати різноманітні аналізи, такі як гармонійний аналіз сигналів і розрахунок нелінійних спотворень.

Під час моделювання схеми в Micro-Cap можливі багатофакторний і статистичний аналізи, що дозволяє враховувати всі можливі відхилення параметрів компонентів та визначити, як схема веде себе в різних умовах.

Для подальших деталей та іменування елементів у середовищі Micro-Cap, ви можете звертатися до Додатку Б.

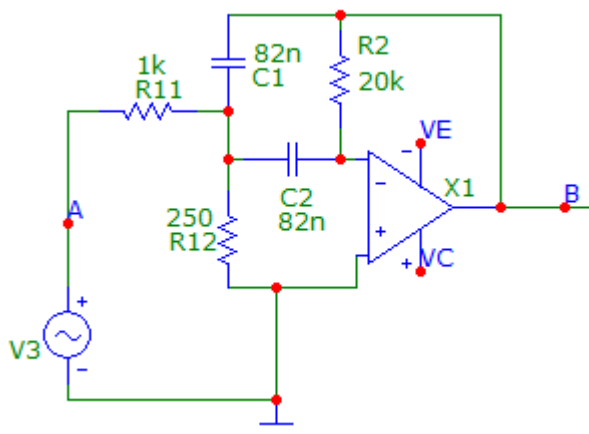


Рисунок 3.6 — Схема смугового фільтра в програмі MicroCap

На першому етапі розробки необхідно створити принципову схему смугового фільтра за допомогою графічного редактора. Після цього важливо задати розрахункові значення елементів схеми, враховуючи необхідні параметри для досягнення бажаного фільтруючого ефекту (див. рис. 3.6).

Далі, для проведення аналізу амплітудно-частотної характеристики фільтра, включаємо вихідну напругу та діапазон частот синусоїдального генератора в параметри моделювання. Проаналізуємо результати моделювання, зокрема діаграму амплітудно-частотної характеристики активного смугового фільтра.

На рисунку 3.7 наведено отриману діаграму амплітудно-частотної характеристики. Ця діаграма відображає, як фільтр реагує на різні частоти вхідного сигналу, надаючи інформацію про його фільтруючі властивості.

Після аналізу цих результатів можна визначити, наскільки успішно ваша схема фільтра відповідає поставленим завданням та вимогам.

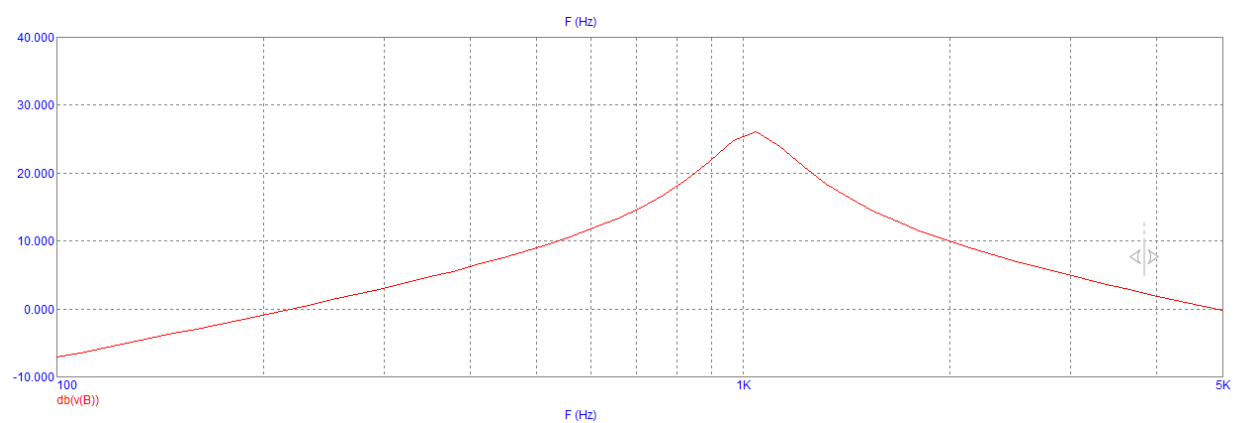


Рисунок 3.7 — Графік АЧХ активного смугового фільтра

Ваш висновок є дуже обнадійливим. Якщо максимум на діаграмі амплітудно-частотної характеристики (АЧХ) фільтра знаходиться на резонансній частоті, яку ви обрали (1 кГц), і ця АЧХ відповідає розрахунковій, то це свідчить про те, що ваша схема фільтра працює так, як очікувалося.

Принципову електричну схему корелометра та перелік елементів наведено в додатках.

### 3.5 Моніторинговий тюнер

FM-тюнер у виконує ключові функції у системі моніторингу. Він призначений для прийому сигналів від локальних джерел та визначення їх потужності. Для цього використовується синтезатор частоти з цифровим синтезом (DDS), керований за допомогою протоколу I2C. Тюнер також здатний генерувати звуковий тон і передавати інформацію мікроконтролеру для подальшого аналізу. Окрім того, він забезпечує систему керування

стабільністю, зокрема, використовуючи ключ в автоматичній фазі. Узагальнено, функції тюнера включають прийом, вимірювання та передачу інформації для ефективного моніторингу радіочастот.

Для стабільної системи велике значення має частота настроювання, який при великій кількості подібних електронних генераторів відіграє набагато більшу роль у переналаштуванні без перемикання та практичному миттєвому перемиканні на  $n$  порти, як і раніше, згідно до заданих параметрів. частота [28].

Синтезатор частоти реалізовано за типовою схемою [29] на мікросхемі Sanyo LM7001J з керуванням по протоколу I2C. Цей же протокол використовується для обміну інформацією між мікроконтролером, енергонезалежною пам'яттю і годинником реального часу. Принципова електрична схема тюнера моніторингу наведена в Додатку D.

Основними функціями радіочастотного тюнера є прийом локального сигналу і визначення його потужності. Значення потужності відображається на дисплеї. Рівень потужності також передається на центральний мікроконтролер для подальшої обробки.

## 4 ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРЕВІРКА РОБОТИ ПРОГРАМНОЇ ЧАСТИНИ СИСТЕМИ

### 4.1 Аналіз даних корелятора

Мікроконтролер є центральним елементом регіональної системи моніторингу мовлення. Він відповідає за обробку сигналів:

- збігу/незбігу, таких як кореляція на основі значень лічильника;
- сигналу від блоку живлення до тюнера;
- попереджувальний сигнал від пожежного сенсора.

Для прийому/передачі інформації з комп'ютера використовується інтерфейс RS-232.

Центральний блок створений на мікроконтролері ATME1, модель АТМ ега8515. Мікроконтролер використовує для роботи близько 512 байт пам'яті, обслуговує 8 кнопок. Пам'ять на 512 байт є EPROM [30].

Апаратну схему мікропроцесорної частини регіонального блоку моніторингу наведено на рисунку 4.1.

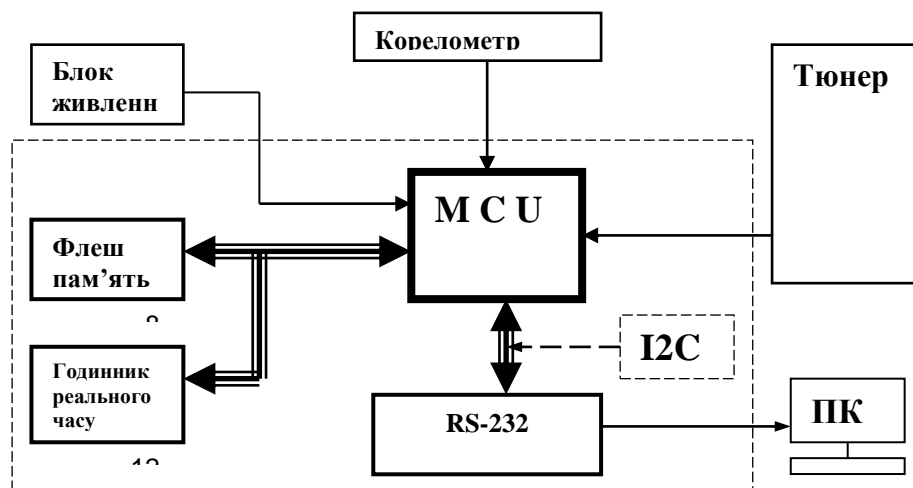


Рисунок 4.1—Мікропроцесорна частина регіонального блоку моніторингу

На схемі прийнято такі позначення:

- MCU — центральний обчислювальний елемент;
- корелометр — порівнювач сигналів;
- тюнер — вбудований радіоприймач;
- блок живлення — блок живлення системи моніторингу;
- флеш пам'ять — енергонезалежна пам'ять для зберігання отриманих результатів;
- годинник реального часу;
- ПУ RS-232 – узгоджений інтерфейс передачі даних на накопичуючий персональний комп'ютер;
- ПК — накопичуючий персональний комп'ютер.

Мікроконтролер в системі корелометра виконує обробку сигналів, отриманих від супутникового тюнера і вбудованого приймача, під час проходження робочого циклу. Протягом 2,5 секунд корелометр виконує 128 вимірювань для кожного сигналу, здійснюючи рішення про збіг або не збіг двічі протягом 5 секунд.

В процесі вимірювань корелометр аналізує відсоткове співвідношення збігу між базовим і локальним сигналами. Якщо це відношення становить 83% або більше, сигнали вважаються однаковими; якщо менше 75%, вони вважаються різними. Це призводить до встановлення конкретного значення 1 або 0 для кожного з вимірюваних сигналів. У випадку, коли відсоткове співвідношення знаходиться між 76% і 82%, робиться рішення про невизначеність, і використовується попереднє значення.

Час, необхідний для корелометра для прийняття рішення, складає 5 секунд, під час яких виконується 256 обчислень для кожного з сигналів. Якщо встановлено збіг сигналів, отримане рішення передається на керуючий мікроконтролер, який реєструє час прийняття та зберігає інформацію в енергонезалежній флеш-пам'яті (Лістинг 4.1).

Лістинг 4.1 — Програма, яка реєструє час прийняття рішення

```

.EQU PrA = 0
.EQU PrB = 1
.EQU Pausa=2
.EQU Sovp =3

Pr_ots:pushtmp
    intmp,sreg
    pushtmp
    clrtmp
    outDDRC,tmp
    sbisPINC,PrA
incCnt_prA

AN_B: sbisPINC,PrB
incCnt_prB
AN_SOVP:sbisPINC,Pausa
rjmpsvp
sbicPINC,Sovp
    rjmpCnt_Inc
svp: incCnt_Sovp
Cnt_Inc:incCntByt
cpi CntByt,128
brne Not128
ori STAT_R,0b00001000
clrtmp
out TCCR1B,tmp
Not128: poptmp
    outsreg,tmp
    poptmp
    reti

```

#### 4.2 Оцінювання рівня потужності передавача

Отриманий вбудованим тюнером сигнал порівнюється з вихідним сигналом для визначення рівня потужності регіональної станції. Якщо отримане значення нижче норми, час зміни та рівень потужності фіксуються і зберігаються в пам'яті (Лістинг 4.2).

Лістинг 4.2 — Програма, яка описує час зміни та рівень потужності сигналу

```

.EQU SRXbyte1=(RAMEND-69)

```



```
.EQU SRXbyte2=(RAMEND-70)
.EQU SRXbyte3=(RAMEND-71)
```

```
Priemnik_RX:clrerror
    rcallSuart_Rx
    sts SRXbyte1,U_byte
    rcallSuart_Rx
    sts SRXbyte2,U_byte
rcallSuart_Rx
    sts SRXbyte3,U_byte
```

```
    lds tmp,SRXbyte1
    tsttmp
    breqRx_error
```

```
    lds tmp,SRXbyte2
    lds tmp2,SRXbyte3
cp tmp,tmp2
    brneRx_error
    rjmpEnd_pr
```

```
Rx_error: sertmp
    moverror,tmp
End_pr: ret
```

### 4.3 Реєстрування часу регіонального мовлення

Коли інформація подається через входи корелометра та вбудованого тюнера, ця інформація реєструється в пам'яті разом із відміткою часу надходження.

Для забезпечення цієї функції на платі контролера встановлено годинник реального часу MAXIM DS1307, який має 128 байт пам'яті та може відображати час у форматах: секунди, хвилини, години, день тижня, число, місяць, рік (Лістинг 4.3)

Лістинг4.3 — Програма зчитування поточного часу.

```
.EQU I2C_RTCA= (RAMEND-83)
.EQU I2C_Addr= (RAMEND-84)
.EQU I2C_SEC= (RAMEND-85)
.EQU I2C_MIN= (RAMEND-86)
```

```

.EQU I2C_HRS= (RAMEND-87)
.EQU I2C_DAYN= (RAMEND-88)
.EQU I2C_DATE= (RAMEND-89)
.EQU I2C_MONTH= (RAMEND-90)
.EQU I2C_YEAR= (RAMEND-91)
.EQU I2C_CTR= (RAMEND-92)

```

```

RTC_WR:  cbi PORTD,SCL
         intmp,DDRD
         ori tmp,0b00110000
         outDDRD,tmp
         clrerror
         clr tmp3
         ldiZL,low(I2C_RTCA)
         ldiZH,high(I2c_RTCA)
         sbi PORTD,SDA
         nop
         sbi PORTD,SCL
         ldi delay,5
         rcall DELAY_P
         cbi PORTD,SDA
         ldi delay,4
         rcall DELAY_P
         ldtmp,Z
         Nextbyt: ldi tmp2,8
         Nextbit: cbi PORTD,SCL
         sbi DDRD,DDD4
         roltmp
         BRCS ONE_TRANS
         cbi PORTD,SDA
         rjmp N1
         ONE_TRANS:sbi PORTD,SDA
         N1:  ldi delay,5
         rcall DELAY_P
         sbi PORTD,SCL
         ldi delay,4
         rcall DELAY_P
         dec tmp2
         brneNextbit
         cbi PORTD,SCL
         cbi DDRD,DDD4
         ldi delay,5
         rcall DELAY_P
         sbi PORTD,SCL

```

```

clr tmp2
ACNOLDG: sbis PIND,PIND4
rjmpOk_RTC
inc tmp2
cpi tmp2,0xff
breqtimeout
rjmp ACNOLDG
timeout: ldi tmp,255
moverror,tmp
sbi PORTD,SCL
sbi PORTD,SDA
ret
Ok_RTC: inc tmp3
cpi tmp3,10
breqEnd_RTC
ldtmp,-Z
rjmpNextbyt
End_RTC: cbi PORTD,SCL
ldi delay,5
rcall DELAY_P
cbi PORTD,SDA
sbi DDRD,DDD4
sbi PORTD,SCL
ldi delay,5
rcall DELAY_P
sbi PORTD,SDA
ret

```

Під час роботи системи внутрішній годинник можна встановити за допомогою комп'ютера через інтерфейс RS-232.

#### 4.4 Контроль за електроживленням

Під час роботи системи моніторингу може статися відключення електроенергії. У такому випадку блок живлення системи включає функцію сигналізації мікроконтролеру про відмову живлення в мережі. Коли відбувається відключення електроенергії, блок живлення миттєво генерує сигнал скидання. Мікроконтролер фіксує останні отримані результати роботи та час відключення живлення, зберігаючи цю інформацію в своїй пам'яті.

Якщо живлення відновлено, інформація, збережена у флеш-пам'яті, підлягає перезапису.

Один раз на добу вся інформація, накопичена у флеш-пам'яті, передається на комп'ютер-накопичувач для подальшого зберігання. Після успішної передачі інформації до флеш-пам'яті комп'ютера, дані стираються, готуючи пам'ять для нових даних.

Для здійснення цього процесу в схемі мікроконтролера використовується послідовний інтерфейс RS-232 для передачі інформації на комп'ютер-накопичувач (Лістинг 4.4).

Лістинг 4.4 — Програма для відправки накопиченої інформації на комп'ютер та інформації про потужність

```

Tx_Power:rcall TX_DLE

PER_K: sbis USR,UDRE
rjmp PER_K
ldi tmp,2
outUDR,tmp

clr ZL
clr ZH
ldi tmp,0b10100010
sts I2C_DEVA,tmp

Sled_B: sts I2C_FAddr,ZH
sts I2C_SAddr,ZL

rcall EE_RD

PR_UDRE: sbis USR,UDRE
rjmp PR_UDRE
lds tmp,I2C_Data
outUDR,tmp

cpitmp,DLE
brneADR_inc

```

```
PR_UDRE2: sbis USR, UDRE  
rjmp PR_UDRE2  
ldi tmp, DLE  
out UDR, tmp
```

```
ADR_inc: adiw ZL, 1  
lds tmp, PowerA1  
cp ZH, tmp  
brlo Sled_B  
brne END_Ptx  
lds tmp, PowerA2  
cp ZL, tmp  
brsh END_Ptx  
rjmp Sled_B
```

```
END_Ptx: rcall TX_END  
Ret
```

Повний лістинг програми мікроконтролера наведено в додатку.

Розглянувши принципи функціонування керуючого мікроконтролера та його взаємодію з іншими компонентами системи моніторингу, розглянуто процеси отримання та відправлення зібраної інформації. Також були надані програмні вставки для процедур обробки окремих дій мікроконтролера.

## 5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 5.1 Розрахунок кошторису витрат на розробку обладнання

Кошторис витрат на розробку передбачати наступні основні витрати:

- заробітна плата розробників та робітників;
- основна додаткова заробітна плата розробників та робітників;
- нарахування на заробітну плату розробників та робітників;
- амортизація обладнання;
- витрати на силову електроенергію;
- витрати на комплектуючі;
- інші витрати.

Основна заробітна плата розробників обраховується за формулою:

$$Z_o = \frac{M}{T_p} \cdot t \text{ [грн.]}, \quad (5.1)$$

де  $M$  — місячний посадовий оклад конкретного розробника (дослідника), грн.;

$T_p$  — число робочих днів в місяці;

$t$  — число днів роботи розробника (дослідника).

Для керівника проекту з місячним окладом 30000 грн. і кількістю робочих днів у місяці — 22 заробітна плата складатиме:

$$Z_o = \frac{30000}{22} \cdot 10 = 13636,36 \text{ (грн.)}$$

Для інженера-конструктора з місячним окладом 25000 грн. і кількістю робочих днів у місяці – 22 заробітна плата складатиме:

$$Z_o = \frac{25000}{22} \cdot 10 = 11363,64 \text{ (грн.)}$$

Результати розрахунків зведемо до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 — Основна заробітна плата розробників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн.
1. Керівник проекту	30000	1363,636	10	13636,36
2. Інженер-конструктор	25000	1136,364	10	11363,64
Разом :				25000,00

Витрати на основну заробітну плату робітників  $Z_p$  розраховуються на основі норм часу, які необхідні для виконання даної роботи, розраховуються за формулою:

$$Z_p = \sum_1^n t_i \cdot C_i \cdot K_c \text{ [грн.]}, \quad (5.2)$$

де  $t_i$  — норма часу (трудомісткість) на виконання конкретної роботи, годин;

$n$  — число робіт по видах та розрядах;

$K_c$  — коефіцієнт співвідношень, який установлений в даний час Генеральною тарифною угодою між Урядом України і профспілками,  $K_c = 2$ ;

$C_i$  — погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, який виконує відповідну роботу, грн./год.

$C_i$  визначається за формулою:

$$C_i = \frac{M_M \cdot K_i}{T_P \cdot T_{TM}} \text{ [грн./год.]}, \quad (5.3)$$

де  $M_M$  — мінімальна місячна оплата праці, грн.,  $M_M = 6700$  грн.;

$K_i$  — тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду;

$T_P$  — число робочих днів в місяці,  $T_P = 22$  дні;

$T_{TM}$  — тривалість зміни,  $T_{TM} = 8$  годин.

Розрахунки заносимо до табл. 5.2.

Таблиця 5.2 — Витрати на основну заробітну плату робітників

Найменування технологічних операцій	Трудомісткість, год.	Розряд роботи	Тарифний коефіцієнт	Погодинна тарифна ставка, грн.	Величина оплати, грн.
Монтажні	5	4	1,5	57,102	571,02
Налагоджувальні	6	5	1,7	64,716	776,59
Всього					1347,61

Додаткову заробітну плату прийнято розраховувати як 10...12% від основної заробітної плати розробників та робітників:

$$Z_o = (Z_o + Z_p) \frac{10\%}{100\%} \text{ [Грн.];} \quad (5.4)$$

$$Z_o = (25000,00 + 1347,61) \frac{10\%}{100\%} = 2634,76 \text{ (Грн.).}$$

Згідно діючого законодавства нарахування на заробітну плату складають 22% від суми основної та додаткової заробітної плати.

Розрахунок проводиться за наступною формулою:

$$H_z = (Z_o + Z_p + Z_o) \frac{22\%}{100\%} \text{ [Грн.];} \quad (5.5)$$

$$H_z = (25000,00 + 1347,61 + 2634,76) \frac{22\%}{100\%} = 6376,12 \text{ (Грн.).}$$

Для розрахунку амортизаційних витрат обираємо прямолінійний метод. Амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання можуть бути розраховані за формулою:



$$A = \frac{Ц}{n} \cdot \frac{T}{12} [\text{грн.}], \quad (5.6)$$

де Ц — балансова вартість обладнання, грн.;

n — строк корисної експлуатації обладнання, років;

T — термін використання обладнання, місяці.

Розрахуємо амортизаційні витрати для комп'ютера (Ц=50000,00 грн), паяльної станції (Ц=15000,00 грн), осцилографа (Ц=40000,00 грн), генератора (Ц=20000,00 грн), та мультиметра (Ц=3000,00 грн), термін використання обладнання — 1 місяць, строк корисної експлуатації — 4 роки.

Підставимо значення у формулу (5.6):

$$A_1 = \frac{50000}{4} \cdot \frac{1}{12} = 1041,67(\text{грн.});$$

$$A_1 = \frac{15000}{4} \cdot \frac{1}{12} = 312,50(\text{грн.});$$

$$A_1 = \frac{40000}{4} \cdot \frac{1}{12} = 833,33(\text{грн.});$$

$$A_1 = \frac{20000}{4} \cdot \frac{1}{12} = 416,67(\text{грн.});$$

$$A_1 = \frac{3000}{4} \cdot \frac{1}{12} = 62,50(\text{грн.});$$

Зроблені розрахунки зведемо до таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 — Амортизаційні витрати на обладнання

Найменування обладнання	Балансова ціна, грн.	Строк експлуатації, років	Термін використання, міс.	Величина амортизаційних відрахувань, грн.
1. комп'ютер	50000	4	1	1041,67
2 паяльна станція	15000	4	1	312,50
3 осцилограф	40000	4	1	833,33
4 генератор	20000	4	1	416,67

5	мультиметр	3000	4	1	62,50
Всього					2666,67

Витрати на комплектуючі, що були використані на виготовлення розраховуються за формулою:

$$K = \sum_1^n H_i \cdot C_i \cdot K_i \text{ [грн.]}, \quad (5.7)$$

де  $H_i$  — кількість комплектуючих  $i$ -го виду, шт.;

$C_i$  — роздрібна ціна комплектуючих  $i$ -го виду, грн.;

$K_i$  — коефіцієнт транспортних витрат,  $K_i=1,1$ ;

$n$  — кількість видів матеріалів.

Проведені розрахунки зводимо до таблиці 5.4

Таблиця 5.4 — Сумарна вартість комплектуючих

Найменування комплектуючих	Кількість	Ціна за штуку, грн	Сума, грн	Сума з транспортними витратами, грн
Мікросхеми аналогові	10	20,00	200,00	220,00
Мікросхеми цифрові	2	460,00	920,00	1012,00
Резистори постійні	50	2,00	100,00	110,00
Конденсатори керамічні	42	2,50	105,00	115,50
Транзистори біполярні	8	10,00	80,00	88,00
Індикатор рідкокристалічний	1	780,00	780,00	858,00
Діоди кремнієві	10	3,50	35,00	38,50
Всього				2442,00

Витрати на силову електроенергію розраховуються за формулою:

$$B_C = B \cdot \Pi \cdot \Phi \cdot K_{\Pi} [\text{грн.}], \quad (5.8)$$

де  $B$  — вартість 1 кВт-години електроенергії, в 2023 р. ця вартість складає 2,64 грн. за кВт/год;

$\Pi$  — встановлена потужність обладнання, кВт.  $\Pi = 2$  кВт;

$\Phi$  — фактична кількість годин роботи обладнання, годин.  $\Phi = 80$  годин;

$K_{\Pi}$  — коефіцієнт використання потужності, приймаємо  $K_{\Pi} = 0,75$ .

$$B_c = 2,64 \cdot 2 \cdot 80 \cdot 0,75 = 316,80 \text{ (грн.)}$$

Інші витрати охоплюють: загальновиробничі витрати, адміністративні витрати, витрати на збут тощо. Інші витрати доцільно приймати як 200...300% від суми основної заробітної плати розробників та робітників (формула 5.9).

Величина інших витрат складе:

$$I = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{200\%}{100\%} [\text{грн.}] \quad (5.9)$$

$$I = (25000 + 1347,61) \cdot \frac{200\%}{100\%} = 52695,23 \text{ грн.}$$

Сума всіх попередніх статей витрат дає загальні витрати на проведення розробки обладнання:

$$\begin{aligned} B &= 25000 + 1347,61 + 2634,76 + 6376,12 + 2666,67 + 2442,00 + 316,80 + 52695,23 = \\ &= 93479,19 \text{ (грн.)} \end{aligned}$$

## 5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат для нової розробки

Експлуатаційними витратами є такі витрати, які забезпечують функціонування даного обладнання в період експлуатації. В склад експлуатаційних витрат входять наведені нижче статті витрат.

Заробітна плата обслуговуючого персоналу  $Z_{обс}$ , яка розраховується за формулою:

$$Z_{обс} = N \cdot T_1 \cdot K_{сер} \cdot \Phi_e \cdot K_c \cdot \beta, \text{ [грн./рік]}, \quad (5.10)$$

де  $N$  — число робітників, що обслуговують один виріб;

$T_1$  — погодинна тарифна ставка оплати праці робітника відповідного розряду, грн. /год.;

$K_{сер}$  — середній тарифний коефіцієнт робітників, що обслуговують один виріб;

$\Phi_e$  — ефективний фонд часу роботи робітника за рік. (1700...1800 год);

$K_c$  — коефіцієнт співвідношень між урядом і профспілками,  $K_c = 1...5$ ;

$\beta$  — доля часу, який витрачає працівник на обслуговування обладнання в загальному часі своєї роботи.

Погодинна тарифна ставка оплати праці робітника відповідного розряду  $T_1$  розраховується за наступною формулою:

$$T_1 = \frac{M_M}{T_P \cdot T_{зм}}, \quad (5.11)$$

де  $T_P$  — число робочих днів в місяці;

$M_M$  — мінімальна місячна оплата праці,  $M_M = 6700$  (грн.) ;

$T_{зм}$  — тривалість зміни,  $T_{зм} = 8$  год.

Підставивши формулу (5.11) в формулу (5.10), отримуємо:

$$Z_{обс} = 1 \cdot \frac{6700}{22 \cdot 8} \cdot 1,35 \cdot 1750 \cdot 3 \cdot 0,1 = 26980,82 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата обслуговуючого персоналу розраховується як 10 % від основної заробітної плати обслуговуючого персоналу.

$$Z_{обс.д} = 26980,82 \frac{10\%}{100\%} = 2698,08 \text{ грн.}$$

Згідно діючого законодавства нарахування на заробітну плату складають 22 % від суми основної та додаткової заробітної плати.

$$H_{з.обс} = (26980,82 + 2698,08) \frac{22\%}{100\%} = 6529,36 \text{ грн.}$$

Витрати на силову електроенергію розраховуються за формулою (5.8):

$$V_e = V \cdot П \cdot \Phi \cdot K_{п} [\text{грн./рік}]$$

де  $V$  — вартість 1 кВт-години електроенергії,  $V = 2,64$  грн. кВт/год;

$П$  — встановлена потужність обладнання, кВт.  $П = 0,02$  кВт;

$\Phi$  — фактична кількість годин роботи обладнання за рік, годин,  $\Phi = 8760$  годин;

$K_{п}$  — коефіцієнт використання потужності,  $K_{п} = 0,75$ .

$$V_e = 2,64 \cdot 0,02 \cdot 8760 \cdot 0,75 = 346,90 \text{ (грн./рік)}$$

Амортизаційні витрати розраховується за формулою:

$$A = \frac{Ц}{n} \cdot \frac{T}{12} [\text{грн.}], \quad (5.12)$$

де  $Ц$  — балансова вартість обладнання, грн., яка приймається рівною 30000 грн.;

$n$  — строк корисної експлуатації обладнання, років.

$T$  — термін використання обладнання, місяці.

$$A = \frac{30000}{4} \cdot \frac{12}{12} = 7500 (\text{грн.}).$$

Інші витрати можна прийняти як 5% від загальної суми усіх попередніх витрат:

$$B_i = (26980,82 + 2698,08 + 6529,36 + 346,90 + 7500,00) \frac{5\%}{100\%} = 2202,76 (\text{грн.})$$

Сума витрат за всіма попередніми статтями дає величину експлуатаційних витрат.

$$E_1 = 26980,82 + 2698,08 + 6529,36 + 346,90 + 7500,00 + 2202,76 = 46257,92 (\text{грн.})$$

### 5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат для аналогу

В склад експлуатаційних витрат для аналогу входять наведені нижче статті витрат.

Заробітна плата обслуговуючого персоналу  $Z_{\text{обс}}$ , яка розраховується за формулою (5.10):

$$Z_{\text{обс}} = 2 \cdot \frac{6700}{22 \cdot 8} \cdot 1,35 \cdot 1750 \cdot 3 \cdot 0,15 = 80942,47 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата обслуговуючого персоналу розраховується як 10 % від основної заробітної плати обслуговуючого персоналу:

$$Z_{обс.д} = 80942,47 \frac{10\%}{100\%} = 8094,25 \text{ грн.}$$

Згідно діючого законодавства нарахування на заробітну плату складають 22 % від суми основної та додаткової заробітної плати:

$$H_{з.обс} = (80942,47 + 8094,25) \frac{22\%}{100\%} = 19588,08 \text{ грн.}$$

Витрати на силову електроенергію розраховуються за формулою (5.8):

$$B_e = B \cdot П \cdot \Phi \cdot K_{п} [\text{грн/рік}]$$

де  $B$  — вартість 1 кВт-години електроенергії,  $B = 2,64$  грн. кВт/година;

$П$  — встановлена потужність обладнання, кВт.  $П = 0,03$  кВт;

$\Phi$  — фактична кількість годин роботи обладнання за рік, годин.  $\Phi = 8760$  годин;

$K_{п}$  — коефіцієнт використання потужності,  $K_{п} = 0,75$ .

$$B_e = 2,64 \cdot 0,03 \cdot 8760 \cdot 0,75 = 520,34 \text{ (грн./рік)}$$

Амортизаційні витрати розраховується за формулою (5.12):

$$A = \frac{Ц}{n} \cdot \frac{T}{12} [\text{грн.}],$$

де  $C$  — балансова вартість обладнання, грн., яке складає 50000 грн;

$n$  — строк корисної експлуатації обладнання, років.

$T$  — термін використання обладнання, місяці.

$$A = \frac{50000}{4} \cdot \frac{12}{12} = 12500 \text{ (грн.)}$$

Інші витрати можна прийняти як 5% від загальної суми усіх попередніх витрат.

$$B_i = (80942,47 + 8094,25 + 19588,08 + 520,34 + 12500,0) \frac{5\%}{100\%} = 6082,26 \text{ (грн.)}$$

Сума витрат за всіма попередніми статтями дає величину експлуатаційних витрат:

$$E_1 = 80942,47 + 8094,25 + 19588,08 + 520,34 + 12500,00 + 6082,26 = 127727,40 \text{ (грн.)}$$

#### 5.4 Розрахунок економічного ефекту від розробки виробу

Економічний ефект від впровадження розробленого вузла розраховується за формулою:

$$\Delta E = E_1 - E_2, \quad (5.13)$$

де  $E_1$  — експлуатаційні витрати при використанні аналога, грн.;

$E_2$  — експлуатаційні витрати при використанні розробленого обладнання, грн.;

$$\Delta E = 127727,40 - 46257,92 = 81469,48 \text{ (грн.)}$$

Розрахуємо термін окупності витрат, що визначається за формулою:



$$T_o = \frac{B}{\Delta E} \quad (5.14)$$

де  $B$  — капітальні витрати;

$\Delta E$  — економічний ефект.

Таким чином, витрати на розробку і модернізацію обладнання будуть окуплені за такий строк [31]:

$$T_o = \frac{93479,19}{81469,48} = 1,15 \text{ (року)}$$

Отже, взявши до уваги проведені розрахунки можна стверджувати, що дана розробка є економічно доцільною. Окрім підвищення ефективності роботи обладнання вдалося отримати економічний ефект у розмірі 81469,48 грн. При цьому термін окупності обладнання становить 1,15 року.

## ВИСНОВКИ

У ході даного дослідження було успішно розроблено комп'ютерну систему та мікропроцесорний пристрій для моніторингу регіональних радіопередач.

У першому розділі проведено аналіз технічних проблем, що виникають на сучасному етапі розвитку науки і техніки. Експертний метод був використаний для аналізу та порівняння властивостей існуючих ІТ-систем моніторингу радіомовлення. Визначено можливості вдосконалення та розробки нової системи, враховуючи переваги та недоліки існуючих рішень.

У другому розділі проведено аналіз основних методів порівняння сигналів мовлення для визначення їх подібності. Визначено переваги та недоліки функціональних схем аналогових та аналого-цифрових кореляторів. Також сформульовано основні вимоги до системи моніторингу регіонального мовлення.

У третьому розділі розглянуто принцип роботи керуючого мікроконтролера та його взаємодію з іншими компонентами системи моніторингу.

У четвертому розділі детально проаналізовано алгоритми і мікропроцесорне програмне забезпечення, представлено програмні лістинги для обробки окремих дій мікроконтролера.

З виконанням цієї магістерської кваліфікаційної роботи вдалося в повному обсязі вирішити поставлені завдання.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Танадайчук В.А.; Танадайчук А.Г.; Крупельницький Л.В., Комп'ютерна система моніторингу регіонального радіомовлення. НТКП ВНТУ. Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Ukraine, nov. 2023. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2024/paper/view/19124>.
2. Сінельнікова Т.Ф., Блок-схеми алгоритму [Електронний ресурс] — Режим доступу до ресурсу: <https://yevshan.com.ua/info/006/content/content3.html> (дата звернення 15.11.21).
3. Кафедра основ архітектури і архітектурного проектування [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <http://kafedraosarh.blogspot.com/2012/09/macetto.html>. (дата звернення 19.11.21).
4. Програмування числових методів мовою Python : підруч. / А. В. Анісімов, А. Ю. Дорошенко, С. Д. Погорілий, Я. Ю. Дорогий ; за ред. А. В. Анісімова. — К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2014. — 640 с.
5. Методичні вказівки до виконання економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт / Уклад. : В. О. Козловський, О. Й. Лесько, В. В. Кавецький. — Вінниця : ВНТУ, 2021. — 42 с.
6. Кавецький В. В. Економічне обґрунтування інноваційних рішень: практикум / В. В. Кавецький, В. О. Козловський, І. В. Причепка — Вінниця : ВНТУ, 2016. — 113 с.
7. M. Sazhok, V. Robeiko, D. Fedoryn. Distinctive features for Ukrainian real-time speech recognition system — УкрОбраз — 2014e
8. Ткаченко О. М. Метод підвищення швидкості пошуку фрагменту аудіозапису із застосуванням kd-дерев / О. М. Ткаченко, О. Ф. Грійо Тукало // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. — 2014. — № 3. — С. 57–66. — ISSN 1999-9941.

9. Гришко О. Звукова хвиля: формула, властивості. Джерела звукових хвиль [Електронний ресурс] / Оксана Гришко. — 2021. — Режим доступу до ресурсу:<https://bigbro.com.ua/zvukova-hvilya-formula-vlastivosti-dzherela-zvukovih-hvil/>(дата звернення 28.09.21).

10. Carla Schroder. The Book of Audacity: Record, Edit, Mix, and Master with the Free Audio Editor / Carla Schroder., 2011. — 384 с.

11. Матвієнко, М. П. Основи електротехніки та електроніки : підручник / М. П. Матвієнко. - К. : Ліра-Б, 2017. - 504 с..

12. Kosteckí, A. Forward and back-propagation of compressional waves in horizontal transverse isotropy (HTI) media. № 212 / A. Kosteckí, K. Zulawinski. - Krakow : Instytut Nafty i Gazu-Panstwowy Instytut Badawczy, 2016. - 218 s.

13. Спеціалізовані комп'ютерні технології в інформатиці : монографія / Николайчук Я. М., ред. - Тернопіль : Бескиди, 2017. - 919 с. с.

14. Чумаков В.І., Посошенко В.О., Харченко О.І. Приймання та оброблення сигналів: Навчальний посібник / За заг. ред.В.І. Чумакова, – Харків:ХНУРЕ, 2006. – 296с.

15. Сумик М.М. Теорія сигналів: підруч. / М.М. Сумик, І.Н. Прудіус, Р.М. Сумик – Львів: Бескид Біт, 2008. – 231 с.

16. МандзійБ.А., Желяк Р.І. Основи теорії сигналів/ Б.А. Мандзій, Р.І. Желяк – Львів: вид. дім «Ініціатива», 2008. – 240 с.

17. Мамій А.Р., Тлячев В.Б. Операційні підсилювачі. – Дніпро: ДНУ, 2005. – 192 с.

18. Стеценко, М. С. Основи науково-дослідної роботи: конкурентоспроможне подання результатів наукової та творчої діяльності : навч.-практ. посіб./ М.С. Стеценко, Ю.І. Палеха; ред.- К. : Ліра-К, 2018. -208 с.

19. Sergio Franco, "Design with Operational Amplifiers and Analog Integrated Circuits, " 3rd Ed., McGraw-Hill, New York, 2002.

20. Data sheet. LM7001J/Direct PLL Frequency Synthesizers for Electronic Tuning. Motorola Semiconductors – February 1997. – 16 p.

21. Стащук В.В. Радіоелектронні кола і пристрої / В.В. Стащук – Університет «Україна», 2007. – 357 с.

**ДОДАТОК А**  
**Технічне завдання**

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії  
Кафедра обчислювальної техніки

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри ОТ  
проф , д.т.н. Азаров О.Д.  
" " 2023 р

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи на тему:  
«Метод та комп'ютерні засоби контролю регіонального радіомовлення»  
08-54.МКР.043.00.000 ТЗ

Науковий керівник: доц., к. т. н. каф ОТ  
\_\_\_\_\_ Савицька Л. А.  
Студент групи 2КІ-22м Танадайчук В.А.

## 1 Підстава для виконання магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)

Підставою для виконання МКР є актуальність досліджень та наказ про затвердження теми дипломної роботи.

## 2 Мета і призначення МКР

Метою розробки є аналіз сучасного стану і тенденцій розвитку зарубіжних і вітчизняних розробок у сфері моніторингу радіомовлення та розробка програмно-апаратного комплексу для виконання задач з моніторингу регіональних радіоканалів шляхом порівняння еталонного та місцевого сигналів.

## 3 Вихідні дані для виконання МКР

3.1 провести аналіз існуючих принципів та технологій інформаційного та технічного моніторингу радіомовлення.

3.2 розробити структуру та функціональну схеми програмно-апаратного комплексу для моніторингу регіонального радіомовлення.

3.3 на основі структурних та функціональних схем здійснити розрахунок та моделювання елементів корелятора а також написання мікропрограми керуючого мікроконтролера.

## 4 Технічні вимоги до виконання МКР

Основний метод обробки даних — порівняння поточного та опорного аудіосигналів в спеціалізованому аудіокореляторі.

## 5 Етапи МКР та очікувані результати

Етапи роботи та очікувані результати приведено в Таблиці А.1.

## 6 Матеріали, що подаються до захисту МКР

До захисту подаються: пояснювальна записка, графічні та ілюстративні

матеріали, протокол попереднього захисту МКР на кафедрі, відгук наукового керівника, відгук опонента, протоколи складання державних екзаменів, анотації до МКР українською та іноземною мовами.

Таблиця А.1 — Етапи МКР

№етап у	Назва етапу	Термін виконання		Очікувані результати
		початок	кінець	
1	Огляд і аналіз існуючих методів та рішень побудови комп'ютерних систем моніторингу радіомовлення			Аналітичний огляд літературних джерел
2	Дослідження методів визначення подібності аналогових сигналів			розділ 2
3	Розробка системи моніторингу регіонального телерадіомовлення			розділ 3
4	Дослідження і перевірка роботи програмної частини системи			розділ 4
5	Виконання економічної частини			розділ 5
6	Оформлення пояснювальної записки, графічного матеріалу і презентації			тези доповідей / Презентація

## 7. Порядок контролю виконання та захисту МКР

Виконання етапів графічної та розрахункової документації МКР контролюється науковим керівником згідно зі встановленими термінами. Захист МКР відбувається на засіданні Екзаменаційної комісії, затвердженої наказом ректора.

## 8. Вимоги до оформлення МКР

### 8.1 При оформлюванні МКР використовуються:

- ДСТУ 3008: 2015 «Звіти в сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання»;
- ДСТУ 8302: 2015 «Бібліографічні посилання. Загальні положення та правила складання»;
- ГОСТ 2.104-2006 «Єдина система конструкторської документації»;




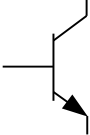
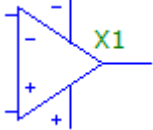
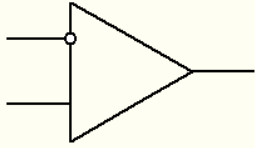
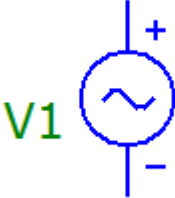
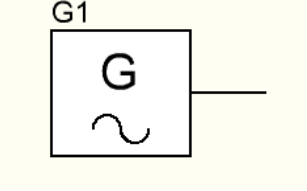


- ГОСТ 2.104-2006 «Єдина система конструкторської документації. Основні написи»;
- методичні вказівки до виконання магістерських кваліфікаційних робіт зі спеціальності 123 — «Комп'ютерна інженерія»;
- документи, на які посилаються у вище вказаних.

8.2 Вимоги щодо технічного захисту інформації в МКР з обмеженим доступом відсутні.

— ДОДАТОК Б  
Таблиця відповідності позначення елементів на схемах

Таблиця Б.1— Позначення елементів

Позначення елементів у середовищі моделювання MICROCAP9	Позначення елементів згідно ДСТУ
	
	
	
	

## ДОДАТОК В

### Лістинг програми мікроконтролера

```

.EQU PrA = 0
.EQU PrB = 1
.EQU Pausa=2
.EQU Sovp =3
Pr_ots: pushtmp
intmp,sreg
pushtmp
clrmp
outDDRC,tmp
sbisPINC,PrA
incCnt_prA

AN_B: sbisPINC,PrB
incCnt_prB
AN_SOVP:sbisPINC,Pausa
rjmpsvp
sbicPINC,Sovp
rjmpCnt_Inc
svp: incCnt_Sovp
Cnt_Inc:incCntByt
cpi CntByt,128
brne Not128
ori STAT_R,0b00001000
clrmp
out TCCR1B,tmp
Not128: poptmp
outsreg,tmp
poptmp
reti
.EQU SRXbyte1=(RAMEND-69)
.EQU SRXbyte2=(RAMEND-70)
.EQU SRXbyte3=(RAMEND-71)

Priemnik_RX:clrerror
rcallSuart_Rx
sts SRXbyte1,U_byte
rcallSuart_Rx
sts SRXbyte2,U_byte
rcallSuart_Rx
sts SRXbyte3,U_byte

lds tmp,SRXbyte1
tstmp
breqRx_error

lds tmp,SRXbyte2
lds tmp2,SRXbyte3
cp tmp,tmp2
brneRx_error
rjmpEnd_pr

```

```

Rx_error: sertmp
moverror,tmp
End_pr: ret
.EQU I2C_RTCA= (RAMEND-83)
.EQU I2C_Addr= (RAMEND-84)
.EQU I2C_SEC= (RAMEND-85)
.EQU I2C_MIN= (RAMEND-86)
.EQU I2C_HRS= (RAMEND-87)
.EQU I2C_DAYN= (RAMEND-88)
.EQU I2C_DATE= (RAMEND-89)
.EQU I2C_MONTH= (RAMEND-90)
.EQU I2C_YEAR= (RAMEND-91)
.EQU I2C_CTR= (RAMEND-92)

```

```

RTC_WR: cbi PORTD,SCL
intmp,DDRD
ori tmp,0b00110000
outDDRD,tmp
clrerror
clr tmp3
ldiZL,low(I2C_RTCA)
ldiZH,high(I2c_RTCA)
sbi PORTD,SDA
nop
sbi PORTD,SCL
ldi delay,5
rcall DELAY_P
cbi PORTD,SDA
ldi delay,4
rcall DELAY_P
ldtmp,Z

```

```

Nextbyt: ldi tmp2,8

```

```

Nextbit: cbi PORTD,SCL
sbi DDRD,DDD4
roltmp
BRCS ONE_TRANS
cbi PORTD,SDA
rjmp N1
ONE_TRANS:sbi PORTD,SDA
N1: ldi delay,5
rcall DELAY_P

```

```

sbi PORTD,SCL
ldi delay,4
rcall DELAY_P
dec tmp2
brneNextbit
cbi PORTD,SCL
cbi DDRD,DDD4

```

```

ldi delay,5
rcall DELAY_P

```

```

sbi PORTD,SCL

```

```

clr tmp2
ACNOLDG: sbis PIND,PIND4
rjmpOk_RTC
inc tmp2
cpi tmp2,0xff
breqtimeout
rjmp ACNOLDG
timeout: ldi tmp,255
moverror,tmp
sbi PORTD,SCL
sbi PORTD,SDA
ret

```

```

Ok_RTC:      inc tmp3
cpi tmp3,10
breqEnd_RTC
ldtmp,-Z
rjmpNextbyt

```

```

End_RTC: cbi PORTD,SCL
ldi delay,5
rcall DELAY_P
cbi PORTD,SDA
sbi DDRD,DDD4
sbi PORTD,SCL
ldi delay,5
rcall DELAY_P
sbi PORTD,SDA
ret
Tx_Power:rcall TX_DLE

```

```

PER_K: sbis USR,UDRE
rjmp PER_K
ldi tmp,2
outUDR,tmp

```

```

clr ZL
clr ZH
ldi tmp,0b10100010
sts I2C_DEVA,tmp

```

```

Sled_B: sts I2C_FAddr,ZH
sts I2C_SAddr,ZL

```

```
rcall EE_RD
```

```

PR_UDRE: sbis USR,UDRE
rjmp PR_UDRE
lds tmp,I2C_Data
outUDR,tmp

```

```

cpitmp,DLE
brneADR_inc

```

```

PR_UDRE2:sbis USR,UDRE
rjmp PR_UDRE2

```

```
lditmp,DLE
outUDR,tmp
ADR_inc: adiw ZL,1
lds tmp,PowerA1
cpZH,tmp
brloSled_B
brneEND_Ptx
lds tmp,PowerA2
cpZL,tmp
brshEND_Ptx
rjmpSled_B
```

```
END_Ptx: rcall TX_END
```

```
Ret
```

```
; I2C_DevA = (RAMEND-64) ; Адреса пристрою FLASH (1010 A2 A1 A0 R/W)
```

```
; I2C_FAddr= (RAMEND-65) ; Старша адреса FLASH пам'яті
```

```
; I2C_SAddr= (RAMEND-66) ; Молодша адреса FLASH пам'яті
```

```
; I2C_Data = (RAMEND-67) ; Прийняті дані
```

```
Tx_prkan:rcall TX_DLE
```

```
PER_NK: sbis USR,UDRE
```

```
rjmp PER_NK
```

```
ldi tmp,3
```

```
outUDR,tmp
```

```
clr ZL
```

```
clr ZH
```

```
ldi tmp,0b10100000
```

```
sts I2C_DEVA,tmp
```

```
Sled_Bt: sts I2C_FAddr,ZH
```

```
sts I2C_SAddr,ZL
```

```
rcall EE_RD
```

```
PR_UDR: sbis USR,UDRE
```

```
rjmp PR_UDR
```

```
lds tmp,I2C_Data
```

```
outUDR,tmp
```

```
cpitmp,DLE
```

```
brneADRR_inc
```

```
PR_UDR2: sbis USR,UDRE
```

```
rjmp PR_UDR2
```

```
lditmp,DLE
```

```
outUDR,tmp
```

```
ADRR_inc:adiw ZL,1
```

```
lds tmp,PropA1
```

```
cpZH,tmp
```

```
brloSled_Bt
```

```
rjmpSled_Bt
```

```
END_Prtx:rcall TX_END
```

```
Ret
```

## ДОДАТОК Г

### Корелятор. Схема електрична принципова

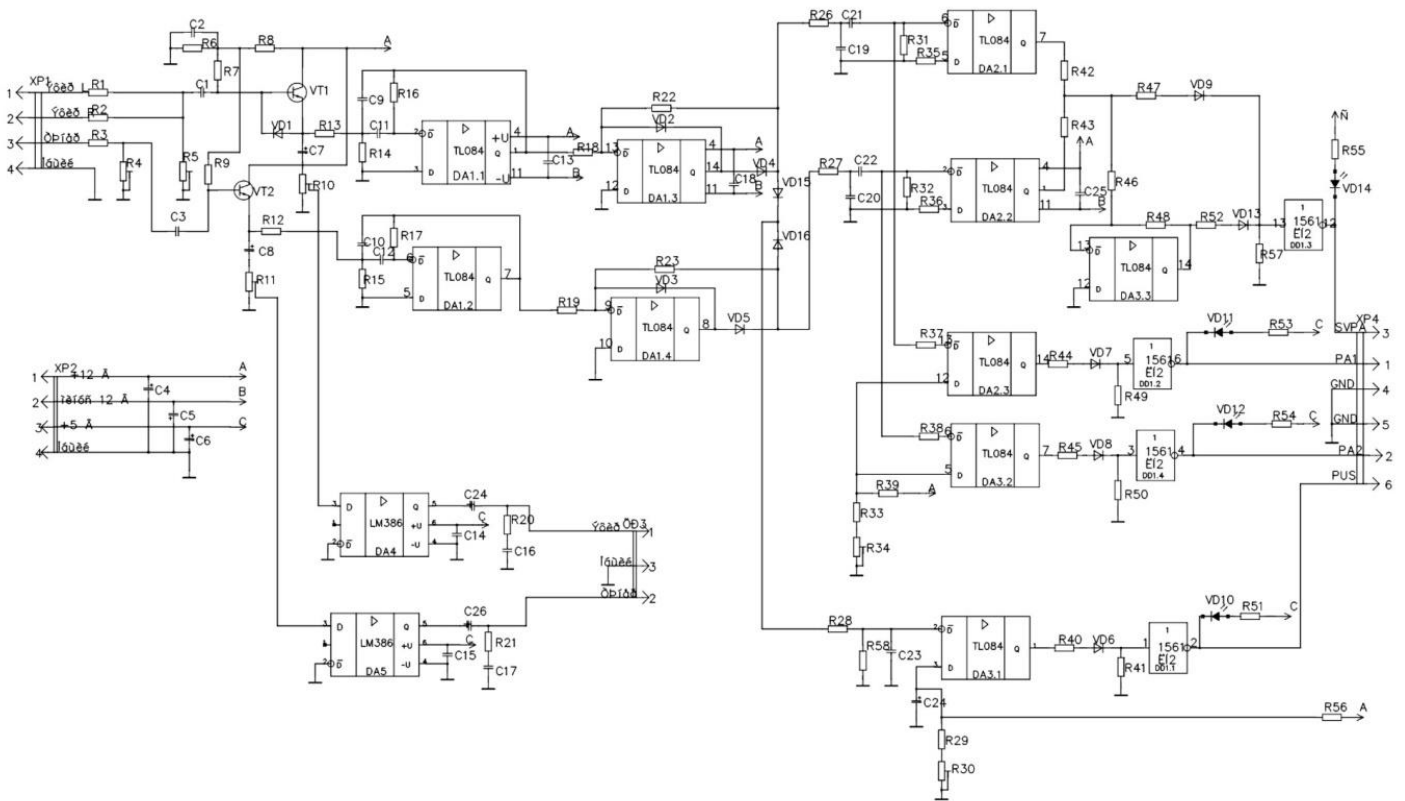


Рисунок Г.1— Корелятор

## ДОДАТОК Д

### Перелік елементів

Таблиця Д.1 — Перелік елементів

Поз. позначення	Найменування	К-ть.	Примітка
	<u>Конденсатори К10-17 ОЖО.460.107 ТУ</u>		
C1...C3	0805-X7R-0,1 Uf ± 5% - 50V	3	
C4...C8	ERC-25V - 10 мкф	5	
C9,C10	К10-176-Н90 - 0, 1 мкФ	2	
C11,C12	К10-176-Н90 - 0, 033 мкФ	2	
C13..C23	0805-X7R-0,1 uF ± 5% - 50V	11	
C24	ERC- 16V - 100 мкф	1	
C25	0805-X7R-0,1 uF ± 5% - 50V	1	
C26	ERC- 16V - 100 мкф	1	
	<u>Мікросхеми</u>		
DA1...DA3	TL 084 D	3	SOIC-14
DA4,DA5	LM 386	2	DIP-8
DD1	КР 1561 ЛН 2	1	DIP-14
	<u>Резистори СПЗ-19а ОЖО.468.134 ТУ</u>		
R1...R3	RC11-0805-33 кОм ± 5% -0,125W	3	
R4,R5	СПЗ-19а -0,125- 68 кОм ±10 %	2	
R6	RC11-0805-15 кОм ± 5% -0,125W	1	
R7	RC11-0805-470 кОм ± 5% -0,125W	1	
R8	RC11-0805-5,1 кОм ± 5% -0,125W	1	
R9	RC11-0805-470 кОм ± 5% -0,125W	1	
	<u>Резистори С2-29В ОЖО.467.099 ТУ</u>		
R10, R11	СПЗ-19а-0,125 - 68 кОм ± 10% -В	2	
R12,R13	С2-29В-0,125-412 Ом ± 1 – В	2	
R14,R15	С2-29В-0,125-5,11 кОм ± 1 – В	2	
R16, R17	С2-29В-0,125-205 кОм ± 1 – В	2	
R18, R19	RC11-0805- 4,7 кОм ± 5% -0,125W	2	
R20,R21	RC11-0805- 82 Ом± 5% -0,125W	2	
R22,R23	RC11-0805- 15 кОм ± 5% -0,125W	2	
R26...R27	RC11-0805-120 кОм ± 5% -0,125W	2	
R28	RC11-0805-100 кОм ± 5% -0,125W	1	
R29	RC11-0805- 330 Ом± 5% -0,125W	1	
R30	СПЗ-19а-0,125 - 680 Ом ± 10% -	1	
R31,R32	RC11-0805- 820 кОм ± 5% -0,125W	2	
R33	RC11-0805- 330 Ом± 5% -0,125W	1	
R34	СПЗ-19а-0,125 - 680 Ом ± 10% -В	1	
R35,R36	RC11-0805- 820 кОм ± 5% -0,125W	2	
R37...R41	RC11-0805- 100 кОм ± 5% -0,125W	5	
R42,R43	RC11-0805-15 кОм ± 5% -0,125W	2	
R44...R48	RC11-0805-120 кОм ± 5% -0,125W	5	



R49, R50	RC11-0805-100 кОм $\pm$ 5% -0,125W	2	
R51	RC11-0805-4,7 кОм $\pm$ 5% -0,125W	1	
R52... R58	RC11-0805-4,7 кОм $\pm$ 5% -0,125W	6	
Поз. позначення	Найменування	К-ть.	Примітка
	<u>Діоди</u>		
VD1...VD9	Діод КД 522 Б	9	
VD10...VD12	Світлодіод L534LID	3	
VD13	Діод КД 522 Б	1	
VD 14	Світлодіод L534LID	1	
VD15,VD16	Діод КД 522 Б	2	
VT1,VT2	Транзистор КТ 315 Б	2	
	<u>Роз'єми</u>		
XP1,XP2	Вилка WH-4	2	
XP3	Вилка WH-3	1	
XP4	Вилка WH-6	1	

## ДОДАТОК Е

Моніторинговий тюнер. Схема електрична принципова.

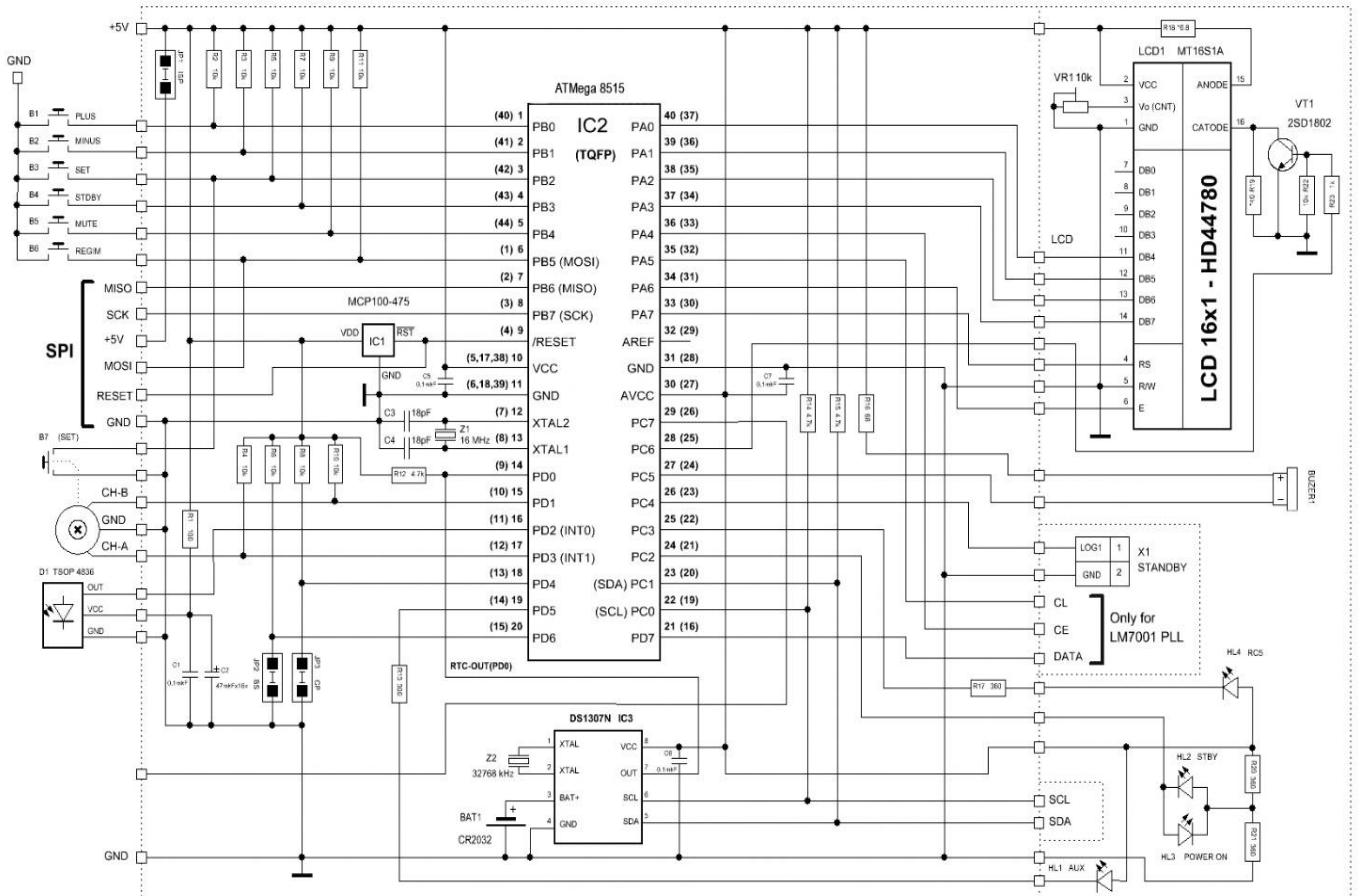


Рисунок Е.1— Схема електрична принципова

## ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ НАВЧАЛЬНОЇ (КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ) РОБОТИ

Назва роботи «Метод та комп'ютерні засоби контролю регіонального радіомовлення»

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота

(кваліфікаційна роботи, курсовий проект (робота), реферат, аналітичний огляд, інше (вказати))

Підрозділ кафедра обчислювальної техніки, 2КІ-22М

(кафедра, факультет (інститут), навчальна група)

Науковий керівник Савицька Л.А., доц. кафедри ОТ

(прізвище, ініціали, посада)

### Показники звіту подібності

Plagiat.pl(StrikePlagiarism)		Unicheck	
КП1		Оригінальність	80
КП2			
Тривога/Білі знаки	/	Схожість	20

Аналіз звіту подібності (відмінити подібне)

- Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності і відсутності самостійності її автора. Робот направити на доопрацювання.
- Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Заявляю, що ознайомлений(-на) з повним звітом подібності, який був згенерований Системою щодо роботи (додається)

Автор \_\_\_\_\_

\_\_\_Танадайчук В. А.\_\_\_\_\_

(підпис ,прізвище, ініціали)

### Опис прийнятого рішення

Ступінь оригінальності роботи відповідає вимогам, що висуваються до МКР

Особа, відповідальна за перевірку \_\_\_\_\_

\_\_\_Захарченко С.М.\_\_\_\_\_

(підпис) (прізвище, ініціали)

Експерт \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (за

потреби) (підпис)

(прізвище, ініціали)