

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

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Комп'ютерна система моніторингу регіонального радіомовлення»

Виконав: студент 2 курсу, групи 1КІ-20м
напряму підготовки (спеціальності)
123 — «Комп'ютерна інженерія»
_____Дорошенко В.О.

Керівник: к.т.н., доц. каф. ОТ

_____Крупельницький Л.В.

«___» _____ 2021 р.

Опонент: к.т.н., проф. каф. ЗІ

_____Кондратенко Н.Р.

«___» _____ 2021 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ОТ

д.т.н., проф. Азаров О.Д.

«___» _____ 2021 р.

Вінниця ВНТУ - 2021

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії
Кафедра обчислювальної техніки
Освітній рівень магістр
Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри обчислювальної техніки

О.Д. Азаров,

« »

2021 року

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Дорошенку Віктору Олексійовичу

1 Тема роботи «Комп'ютерна система моніторингу регіонального радіомовлення»

керівник роботи Крупельницький Леонід Віталійович к.т.н., доцент,

затверджено наказом вищого навчального закладу від 24.09.2021 року № 277

2 Строк подання студентом роботи 20.12.2021

3 Вихідні дані до роботи: кількісь каналів для запису і моніторингу, керування ефірним тюнером — цифрове, метод порівняння сигналів радіомовлення — кореляційний, тип корелятора — аналоговий.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): вступ, аналіз комп'ютерних систем моніторингу радіомовлення, дослідження методів визначення подібності аналогових сигналів, система моніторингу регіонального радіомовлення, економічна частина.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): технічне завдання, функціональна схема, структурна схема, принципова електрична схема, зовнішній вигляд обладнання, лістинг програми керуючого мікроконтролера.

6. Консультанти розділів роботи (наведено у таблиці 1)

Таблиця 1 — Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-3	Крупельницький Л. В. к.т.н., доцент		
4	Кавецький В. В. к.е.н., доцент		

7. Дата видачі завдання 01.09.2021

8. Календарний план (наведено у таблиці 2)

Таблиця 2 — Календарний план

№ з/п	Назва етапів дипломного Проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Постановка задачі	01.07.21	виконано
2	Огляд існуючих рішень	01.07.21— 08.07.21	виконано
3	Розробка структурної схеми	08.07.21— 20.07.21	виконано
4	Розробка функціональної схеми	20.07.21— 30.07.21	виконано
5	Розрахунок аналогової частини	01.09.21— 10.09.21	виконано
6	Вибір ПЗ для моделювання	10.09.21— 16.09.21	виконано
7	Моделювання роботи мережі	16.09.21— 30.09.21	виконано
8	Розрахунок економічної частини	01.10.21— 08.10.21	виконано
9	Оформлення пояснювальної записки та ілюстративного матеріалу	08.10.21— 08.11.21	виконано
10	Виконання магістерської кваліфікаційної роботи	08.11.21— 09.12.21	виконано
11	Перевірка якості виконання магістерської кваліфікаційної роботи та усунення недоліків	10.12.21— 19.12.21	виконано

Магістрант

Дорошенко В.О.

Керівник

к.т.н., доц. Крупельницький Л.В.

Рецензент

к.т.н., проф. Кондратенко Н.Р

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 АНАЛІЗ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ РАДІОМОВЛЕННЯ	7
1.1 Огляд сучасних систем технічного та інформаційного моніторингу радіомовлення.....	8
1.2 Особливості системи комплексного моніторингу “Telepad”	9
1.3 Аналіз системи інформаційного моніторингу “Actus Digital”	12
1.4 Можливості системи технічного моніторингу “Compact RIO”	14
1.5 Порівняльний аналіз методів комп'ютерного радіомоніторингу	17
2 ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПОДІБНОСТІ АНАЛОГОВИХ СИГНАЛІВ	20
2.1 Методи визначення подібності сигналів радіомовлення.....	20
2.2 Оцінювання подібності аудіосигналів на основі кореляції	24
2.3 Визначення вимог до системи моніторингу регіонального радіомовлення.....	32
3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ РЕГІОНАЛЬНОГО РАДІОМОВЛЕННЯ	33
3.1 Принцип дії системи моніторингу	34
3.2 Розробка структурної та функціональної схем моніторингового блоку.....	36
3.3 Корелометр	38
3.3.1 Розрахунок та моделювання смугового фільтра.....	39
3.4 Моніторинговий тюнер	45
3.5 Алгоритм аналізу даних корелятора	46

					08-23.МКР.006.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Дорошенко В.О			КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ РЕГІОНАЛЬНОГО РАДІОМОВЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Крупельницький Л.В.					3	83
Реценз.		Кондратенко Н.Р.				ВНТУ, гр. 1КІ-20м		
Н. контр.		Швець С.І.						
Затвердж.		Азаров О.Д						

ВСТУП

Актуальність теми дослідження полягає в тому, що в даний час все більше учасників медіаринку, таких як інформаційні і рекламні агентства, оператори зв'язку, контролюючі органи та інші, стикаються із завданням моніторингу телевізійних і радіоканалів. При цьому коло завдань, що потребують вирішення, безперервно розширюється. Поряд з такими «базовими» завданнями, як контрольний запис та ведення архівів, все більший інтерес викликають і більш складні – підтвердження своєчасності виходу матеріалів в ефір або виявлення несанкціонованих змін контенту.

Об'єктом дослідження є процес моніторингу регіональних радіопередач.

Предметом дослідження є структурні та схемотехнічні методи побудови програмно-апаратного комплексу для моніторингу регіонального радіомовлення.

Метою роботи є створення нового за принципом дії та ефективного за результатами застосування апаратно-програмного комплексу регіонального радіомоніторингу.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі **задачі**:

- проаналізувати сучасний стан і тенденції розвитку зарубіжних і вітчизняних розробок у сфері моніторингу радіомовлення;
- на основі проведених досліджень розробити програмно-апаратний комплекс для виконання задач з моніторингу регіональних радіоканалів шляхом порівняння еталонного та місцевого сигналів.

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

- системний аналіз;
- об'єктно-орієнтовані методи проектування;
- методи натурного моделювання.

Наукова новизна полягає в новому методі швидкого визначення коефіцієнта кореляції аудіосигналів на основі аналізу подібності змін їх спектральних складових в обмеженій смузі звукових частот. Базовані на цьому

принципі структурні рішення комплексу дозволяють значно спростити будову моніторингової системи радіомовлення та пришвидшити отримання результатів аналізу.

Практичне значення роботи полягає в тому, що в апаратній частині комплексу запропоновано оригінальний аналоговий корелятор, що зменшити кількість помилок аналізу та спростило апаратну частину системи в цілому. Використані науково-технічні рішення дозволили реалізувати та адаптувати комплекс для українського радіопростору, зокрема, в загальноукраїнській мережі мовлення «Наше радіо».

Апробація результатів роботи здійснена в доповіді на Всеукраїнська науково-практична XLIX регіональної науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів ВНТУ з участю працівників науково-дослідних організацій.

Матеріали роботи доповідались та опубліковувались [1]:

В. П. Семеренко В. О. Дорошенко В. А. Рубановський / Інтегрований захист інформації в комп'ютерних системах ідентифікації на основі коротких кодових радіоповідомлень // Тези доповіді. XLIX регіональної науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів ВНТУ з участю працівників науково-дослідних організацій. Вінниця 2020 р.
Режим доступу: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/29492/8924.pdf?sequence=3>

1 АНАЛІЗ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ РАДІОМОВЛЕННЯ

Моніторинг радіомовлення в класичному розумінні є однією з галузей радіоелектроніки яка пов'язана зі спостереженням та дослідженням електромагнітного стану як в наукових, так і в практичних інтересах. Також радіомоніторинг — це комплекс організаційно-технічних заходів по збиранню, обробці, аналізу та зберіганню даних про параметри і характеристики радіосигналів і джерел радіовипромінювання для прийняття необхідних рішень в сфері використання радіочастотного ресурсу [2].

Моніторинг радіомовлення поділяється на технічний та інформаційний. Переважну частину інформації технічного моніторингу складають технічні дані: результати вимірювань та оцінки технічних параметрів, визначення характеристик радіовипромінювань та дані про зайнятість радіочастотного спектру. В цілому задача отримання необхідної інформації технічного радіомоніторингу вирішується шляхом:

- визначення реальної зайнятості спектру (частот, каналів, смуг та діапазонів частот);
- визначення джерел радіовипромінювання;
- ідентифікації радіовипромінювань із зареєстрованими джерелами;
- визначення відповідності параметрів і характеристик джерел радіовипромінювань встановленим нормам;
- виявлення незареєстрованих джерел радіовипромінювання;
- визначення місцезнаходження джерел радіовипромінювань;
- обліку, зберігання і обробки результатів радіомоніторингу.

Інформаційний моніторинг радіомовлення дозволяє проводити змістовий аналіз радіопередач конкретної радіостанції чи мережі радіостанцій для контролю наявності помилок в трансляції, його якості та відповідності ефірним сіткам. Ці задачі реалізуються шляхом порівняння еталонного ефіру з

регіональним для визначення розходжень, тобто періодів у яких ефір не співпадає. Розходження може бути викликано різними причинами:

— наявність регіонального мовлення — узгоджених періодів часу, коли регіональна радіостанція передає локальний контент (місцеві новини, реклама тощо);

— відсутністю сигналу регіонального мовлення через профілактичні роботи або можливу несправність;

— неприпустимі спотворення трансляції через зовнішні завади або несправність передавача;

— неузгоджене розходження через несанкціоновані рекламні чи інформаційні вставки [3].

Програмно-апаратний комплекс, який досліджується дозволяє контролювати час та тривалість таких розходжень та проводить контрольний запис регіонального ефіру.

1.1 Огляд сучасних систем технічного та інформаційного моніторингу радіомовлення

З бурхливим 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, неперервно обробляючи та складаючи отриману інформацію в зручному вигляді, архівування та відправка за допомогою електронної пошти цієї інформації в центр обробки інформації. Тут і виникає питання створення апаратно-програмного комплексу моніторингу для даного кола споживачів.

В даний час на ринку представлені наступні програмно-апаратні комплекси: “Telepad” розробки компанії AGB Nielsen Media Research, “Actus

Digital” розробки компанії Actus, “Compact RIO” розробки фірми National Instruments та інші.

1.2 Особливості системи комплексного моніторингу “Telepad”

При моніторингу радіоефіру використовується програмне забезпечення ARIANNA. Основною особливістю цієї програми є модульний принцип побудови. Програма складається з модулів запису, аналізу та баз даних моніторингу. Модуль запису виконує фіксацію аудіосигналу, з розділенням його на похвилинні відрізки (рис. 1.1).

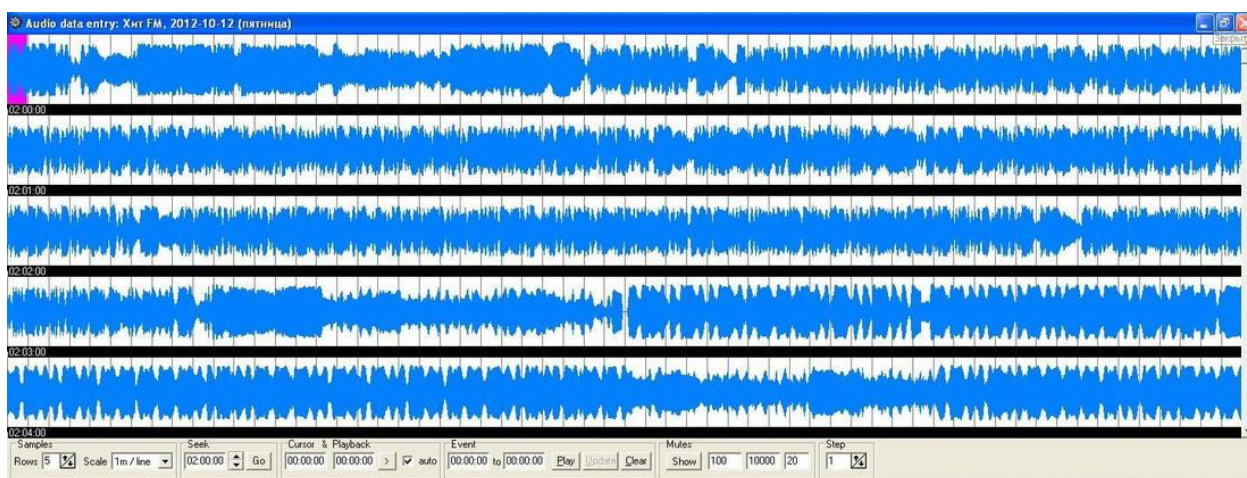


Рисунок 1.1 — Візуалізація звукових сигналів у системі “Telepad”

Під час аналізу інформація проходить наступні етапи:

1) обробка звукового запису операторами:

- покроковий аналіз ефіру;
- ідентифікація блоків;
- ідентифікація повідомлень;
- створення цифрових записів для повідомлень;

2) централізована реєстрація нових виробників, рекламодавців, марок, продуктів, рекламних роликів та телепередач редакторами, які за це відповідають;

3) внесення бюджетів реклами редактором цін;

4) централізована перевірка даних ефірної доби службою контролю:

- механічна перевірка відділом контролю;

- централізована перевірка нових повідомлень;
 - дані подаються при проходженні процедури «чистки»;
 - відсутність не повністю «розписаних» блоків;
 - перевірка «прив'язки» блоків, повідомлень;
- 5) підготовка і відправлення даних клієнтам.

База даних моніторингу представлена модулем «ADEX» (рис. 1.2), що включає в себе інформацію про всі рекламні блоки і рекламні ролики, які коли-небудь виходили в ефір, про всіх рекламодавців, виробників, про всі марки, товари і предмети реклами.

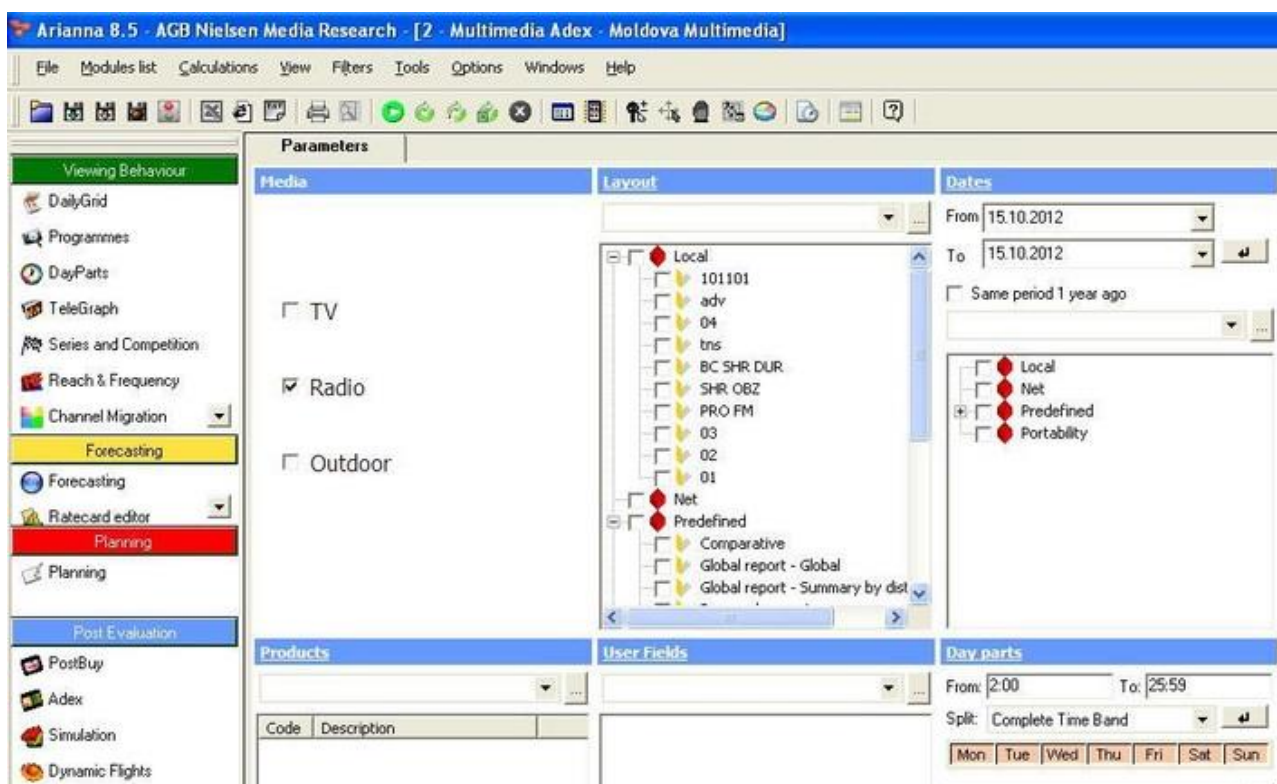


Рисунок 1.2 — Інтерфейс аналітичного модуля «ADEX»

Згадана вище інформація систематизована: рекламні ролики — за їх типом, продукти, які рекламуються — по каталогу товарів і послуг. Наступним етапом є конвертація даних в цифровий формат і їх подальше використання для аналізу за допомогою програмного забезпечення «ARIANNA», яке є однією з найголовніших розробок AGB Nielsen Media Research.

Моніторинг реклами включає в себе дані про виходи в ефір рекламних роликів, їх тривалості і бюджети. Час виходу в ефір рекламного блоку або

реклами фіксується з точністю до секунди. Бюджети вираховуються на основі офіційних розцінок, які надаються радіокомпаніями, за єдиною схемою, без урахування податків, знижок і нарахувань [4].

Основною особливістю системи є неперервний запис трансляції досліджуваної радіостанції і зберігання записів у базі даних з можливістю сортування. При цьому аналіз записів виконується за вимогою оператора системи. Для порівняння різних відрізків запису між собою виконується порівняння спектрограм, побудованих по вхідному сигналу. Вхідні сигнали спочатку послідовно розкладаються невеликими інтервалами з деяким кроком за часом. У кожному з цих інтервалів сигнал розкладається в ряд Фур'є, після чого будується спектр (без урахування фаз частотних складових). Отримані спектри записуються в двовимірний масив (час та частота) — спектрограму. Амплітуди значень спектрограми в кожній конкретній області представляються в логарифмічній шкалі. Із спектрограми послідовно висікається декілька частотних смуг, і в них вираховується середньоквадратичне відхилення.

Перевага цього методу в тому, що можливе порівняння звукових сигналів, оброблених фільтром низьких частот для зменшення кількості кодованої інформації. В цьому випадку такі сигнали можна порівнювати тільки по тих частотних смугах, які були збережені. Також в даному випадку не обов'язково, щоб метод обробки коректно зберігав енергію в усьому частотному просторі, але при коректному збереженні енергії сигналу в частотній смузі можна буде досить вірно вирахувати середні відмінності сигналу в цій смузі.

Найголовнішим недоліком системи є неможливість автономної роботи. Використання вищезгаданих алгоритмів обробки сигналів вимагає дуже великих обчислювальних потужностей, які сьогодні здатні забезпечити лише суперкомп'ютери, тому система працює лише за умови наявності постійного високошвидкісного зв'язку з ним [5].

1.3 Аналіз системи інформаційного моніторингу “Actus Digital”

Базовим елементом системи є програмно-апаратний комплекс Actus View. Всі інші модулі доповнюють можливості системи. Сама платформа є серверним додатком, а тому всі користувачі отримують доступ до необхідних інструментів через web-інтерфейс, що дозволяє обійтися без спеціалізованого програмного забезпечення і практично повністю знімає вимоги до ПЕОМ користувачів.

Actus View — це ядро платформи, що забезпечує роботу системи в цілому, яке в цілодобовому режимі проводить запис та зберігання контенту, що надходить з ефіру. Якість запису (розмір зображення і ступінь компресії) встановлюються адміністратором системи. Сама платформа підтримує як аналогові (CV), так і цифрові вхідні інтерфейси (SDI, DVB або IP). Всі користувачі отримують прості та зручні засоби доступу до записаних матеріалів. Доступ до архіву та управління ним проводиться з використанням будь-якого web-браузера. При цьому користувачі отримують можливість пошуку матеріалів в архіві, вилучення відеофрагментів, їх перетворення, транскодування та збереження у вигляді файлів (відеокліпів), а також розподілу контенту між різними користувачами або завантаження відеоконтенту на мережевий ресурс.

Так само Actus View забезпечує безперервний контроль цілісності контенту і дозволяє виявляти пропадання зображення, звуку, «замерзання» зображення, вихід рівня звукового супроводу за задані межі і пропадання тексту RDS з оповіщенням про проблеми, в тому числі електронною поштою або через SMS.

В останній версії Actus View, що підтримує прийом DVB-T/T2 мовлення, також реалізований контроль таких параметрів як рівень сигналу, MER, BER і проводиться виявлення помилок транспортного потоку відповідно до ETR101.290. Платформою підтримується запис і архівування додаткових аудіотреків багатомовного звукового супроводу та субтитрів в IP/DVB мовленні.

Додатково, для зручності пошуку необхідного контенту в збереженому матеріалі, Actus View підтримує завантаження розкладу мовлення (EPG) або

звіту про вихід матеріалів в ефір (As-Run-Log). У цьому випадку з'явиться можливість зіставити наявну сітку мовлення із записаним матеріалом. Основні області застосування Actus View — це ведення контрольної записи мовлення, моніторинг теле- та радіоефіру, корпоративних архівів тощо [6].

Платформа Actus View дозволяє створювати як локальні, так і розподілені системи моніторингу теле- та радіомовлення. Сервер відеоаналізу проводить обробку вхідних теле- та радіосигналів. Всі користувачі системи отримують доступ до сервера через локальну мережу (корпоративні користувачі) або Інтернет (видалені користувачі). Така схема використовується при створенні систем контрольного запису або моніторингу мовлення (в тому числі і дистанційному) в одній точці контролю.

Розподілена система моніторингу (рис. 1.3), призначена для дистанційного моніторингу мовлення на значній території. Така система буде мати дворівневу структуру. На нижньому рівні, як і в локальній системі, знаходяться віддалені сервери відеоаналізу. Верхній рівень системи – це центральний сервер, який агрегує інформацію і надає її оператору. У разі втрати зв'язку між центральним сервером і віддаленим сервером, вся необхідна інформація буде накопичуватися і, після відновлення зв'язку, буде передана на центральний сервер.

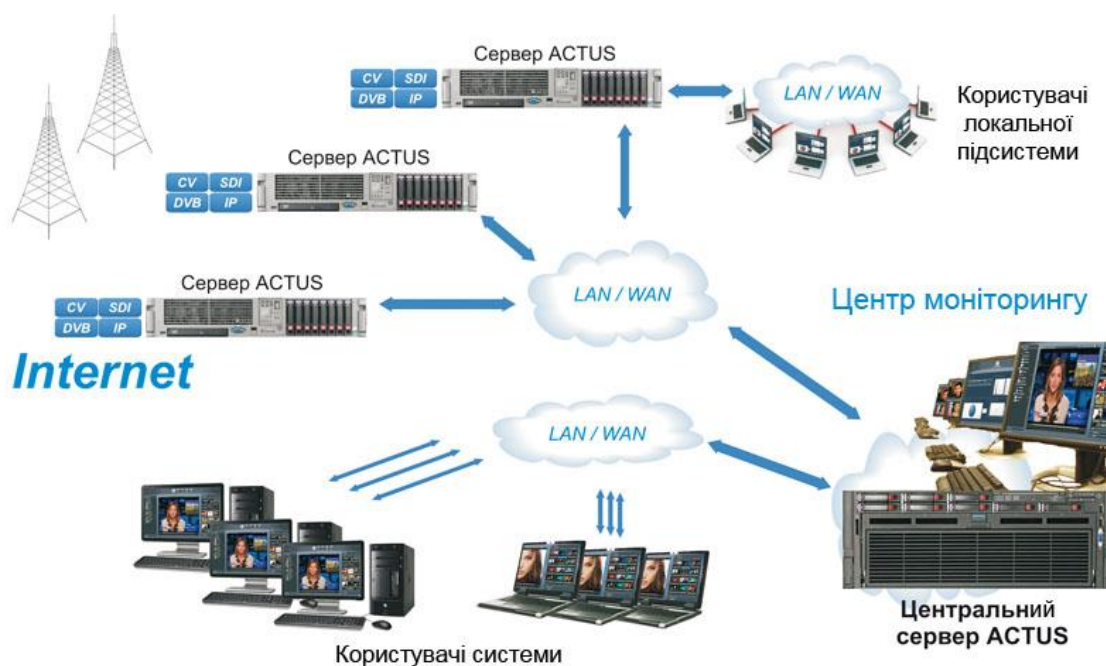


Рисунок 1.3 — Структура розподіленої системи моніторингу

Важливо відзначити, що в таких розподілених системах може існувати група користувачів, що мають доступ тільки до одного сервера відеоаналізу (користувачі локальних підсистем). Рішення від Actus Digital знаходять застосування при вирішенні надзвичайно широкого кола завдань – від створення корпоративних відеоархівів, до захисту авторських прав або аналізу рекламних кампаній. Незаперечними перевагами платформи Actus 4 є:

- широкі функціональні можливості;
- простота використання системи та можливість її нарощування;
- відсутність жорстких вимог до використовуваних каналів зв'язку і невисокий трафік;
- можливість включення в число користувачів системи великого числа людей, що знаходяться на значній відстані один від одного;
- висока достовірність отриманих результатів [7].

1.4 Можливості системи технічного моніторингу “Compact RIO”

Система дозволяє вирішувати ряд завдань, які можна класифікувати таким чином:

- вимірювання параметрів радіосигналів (потужності, смуги, визначення типу модуляції і т.д.);
- пошук нових джерел радіовипромінювань в реальному часі;
- визначення місцезнаходження джерел радіовипромінювань, а також швидкості їх руху та відображення їх на карті;
- збір, запис сигналів на RAID-масиви і постобробка даних радіомоніторингу;
- гнучка взаємодія з базами даних.

Комплекс має дві конфігурації, одна з яких призначена для пеленгації та моніторингу, а друга для точного визначення координат джерел заводових сигналів та їх картографування. Функціонально вона являє собою платформу на базі PXI з двома прийомними пристроями, виконаними на базі векторних аналізаторів радіосигналів останнього покоління і призначеними для обробки

радіочастотної інформації по пеленгаційному і моніторинговому каналах. Платформа також включає в себе модулі цифрового управління антенно-фідерними пристроями, інтерфейс для безперервного збереження даних на спеціальний RAID-масив.

Друга конфігурація призначена для дослідження ефіру і визначення напрямку на джерело радіовипромінювання з можливістю запису радіочастотних сигналів на терабайтні сховища. Архітектурно система побудована на одній платформі PXI, оснащеної двома приймальними каналами і призначеним для користувача інтерфейсом, організованому на вбудованому контролері. У комплекс входить спрямована пеленгова антена з ВЧ-мультиплексорами і антена для радіомоніторингу. Керування мультиплексерами, а також позиціонування антен проводиться за допомогою високошвидкісного модуля цифрового управління.

Даним апаратно-програмним комплексом можуть оснащуватися мобільні лабораторії, що здійснюють моніторинг та пеленгацію несанкціонованих джерел випромінювання, наприклад в заздалегідь визначених міських секторах. Вся інформація передається в єдиний моніторинговий центр для подальшої обробки та прийняття рішень.

Розподілений варіант системи призначений для дослідження ефіру і точного визначення координат джерел несанкціонованого випромінювання з можливістю створення спеціальних радіокарт місцевості. Весь комплекс складається з трьох моніторингових систем. Кожна система забезпечується навігаційним приймачем для визначення власного положення і компасом для прив'язки системи до азимуту. Крім застосування системи в якості стаціонарного дослідного стенду, її апаратно-програмними комплексами можуть оснащуватися спеціалізовані мобільні лабораторії, що можуть здійснювати безперервний контроль радіоефіру у відповідальних зонах. Управління комплексом та збір даних проводиться віддалено за допомогою спеціальної станції керування, збору й аналізу даних по провідному каналу Ethernet або за допомогою бездротового з'єднання [8].

Контроль розпочинається з побудови спектральних панорам, що відбивають розподіл потужності радіовипромінювань в усьому досліджуваному діапазоні. Радіоприймач вимірює на кожному кроці рівні сигналів, що приймаються. Отриманий масив даних є спектральною панорамою в дискретній формі з розподільною здатністю, рівною смузі пропускання приймача. Керуючий ПК може відображати на моніторі спектральні панорами і зберігати їх в пам'яті для подальшої обробки. Для кожної з антен створюється окрема спектральна панорама.

Окремі спектральні панорами зручні для візуального контролю, проте при великому їх числі пошук і обробка інформації викликає значні труднощі. Для зменшення об'єму інформації, що зберігається, і спрощення її аналізу запам'ятовуються тільки поточні (створені в процесі останнього циклу сканування) спектральні панорами, а дані про усі попередні панорами узагальнюються шляхом накопичення і усереднювання. Узагальнені спектральні панорами дають статистичну оцінку інтенсивності випромінювань на тривалих інтервалах і використовуються для класифікації джерел радіовипромінювань.

Спектральні панорами використовуються як початкова інформація для виділення виявлених сигналів. Кожен сигнал отримує унікальний ідентифікатор. Програма розпізнає однойменні сигнали, які створюються одним джерелом випромінювання в різних антенах або повторно виявляються в декількох циклах сканування. Селекція і виявлення сигналу виконуються разом з вимірюванням його параметрів: інтенсивності, ширини спектру, частоти. Інформація про сигнал автоматично записується у базу даних, яка забезпечує компактне зберігання результатів радіомоніторингу і надає засоби обробки, класифікації і відображення. Використовуючи стандартні механізми запитів, можна отримати відомості про еволюцію кожного сигналу, провести статистичну обробку його параметрів. Програма вирішує задачу класифікації, розподіляючи сигнали з бази даних по групах на основі апріорної інформації, яка вводиться оператором при налаштуванні або накопичується в процесі експлуатації. Список виявлених сигналів скоротиться, якщо система ігноруватиме усі випромінювання, створені

сторонніми "фоновими" джерелами. Такі сигнали класифікуються програмою на основі спеціальних спектральних панорам, що характеризують радіооточення, створених заздалегідь.

Щоб продовжити класифікацію серед усіх радіовипромінювань, виявлених в кожному поточному циклі сканування, відбирають ті, які ще не разу не реєструвалися комплексом. Для селекції подібних сигналів використовуються узагальнені спектральні панорами, що зберігають усі результати спостережень з моменту початку роботи. Класифікація "невдомих" радіовипромінювань дозволяє зосередитися на поточних змінах електромагнітної обстановки після відношення до вже відомих її характеристикам [9].

1.5 Порівняльний аналіз методів комп'ютерного радіомоніторингу

Для виконання порівняльного аналізу необхідно проаналізувати переваги та недоліки кожної з розглянутих систем. Для цього доцільно скористатися методом експертних оцінок. Методи експертних оцінок – це методи організації роботи з фахівцями-експертами і обробки думок експертів, виражених у кількісній і/або якісній формі з метою підготовки інформації для прийняття рішень. Для проведення роботи по методу експертних оцінок створюють робочу групу, яка і організує діяльність експертів, об'єднаних (формально чи по суті) в експертну комісію.

Існують різні методи отримання експертних оцінок. В одних з кожним експертом працюють окремо, він навіть не знає, хто ще є експертом, а тому висловлює свою думку незалежно від авторитетів. В інших експертів збирають разом для підготовки, при цьому експерти обговорюють проблему один з одним, вчать один у одного, і невірні думки відкидаються. В одних методах число експертів фіксоване і таке, щоб статистичні методи перевірки узгодженості думок і потім їх усереднення дозволяли приймати обґрунтовані рішення. В інших – число експертів змінюється в процесі проведення експертизи [10].

Оцінювання виконувалось керівником роботи та її автором на основі аналізу існуючих комп'ютерних систем, призначених для моніторингу радіоефіру.

Коефіцієнти вагомості виставлялись з урахуванням ступеню важливості того чи іншого показника з врахуванням їх необхідності в сучасних системах призначених для інформаційного моніторингу регіонального радіомовлення.

Порівняльна характеристика комп'ютерних систем моніторингу радіомовлення на основі експертних оцінок наведена у таблиці 1.

Таблиця 1 — Порівняльна характеристика комп'ютерних систем моніторингу радіомовлення на основі експертних оцінок

Параметр	Вагові коефіцієнти	“Telepad”	“Compact RIO”	“Actus Digital”	Розроблювана система
Оцінка якості сигналу	0,2	1	3	2	3
Вимірювання параметрів радіосигналу	0,2	1	3	2	3
Контрольний запис мовлення	0,2	3	2	3	3
Порівняння прийнятого сигналу з опорним	0,2	1	1	3	3
Можливість оперативного реагування	0,1	1	1	3	3
Наявність WEB-інтерфейсу	0,1	2	1	3	1
СУМА	1	1,1	2,0	2,6	2,8

Комп'ютерна система “Compact RIO” більше підходить для виконання задач технічного моніторингу радіостанцій, так як окрім перелічених можливостей, здатна виконувати моніторинг електромагнітної обстановки, пошук джерел випромінювання та джерел радіоавар. Система “Telepad”

найкраще підходить для моніторингу реклами, так як має широкі можливості для систематизації та статистичної обробки інформації про кількість рекламних вставок, їх тривалість та час виходу, інструменти підрахунку вартості трансляції, але в той же час не відслідковує в режимі «реального часу» спотворення трансляції. Система “Actus Digital” володіє дуже широкими можливостями моніторингу як технічних параметрів трансляції, так і засобами інформаційного моніторингу, але ця система більше підходить для моніторингу крупних телерадіоцентрів, так як має технічні можливості для моніторингу не лише радіомовлення, а й мереж кабельного, супутникового та ефірного цифрового і аналогового телебачення.

Для виконання поставленої задачі розглянуті вище системи є надлишковими, тому пропонується розробка нової системи. Беручи до уваги той факт, що на даному етапі розвитку систем радіомовлення та інформаційних технологій, виконання моніторингу, обробка отриманої інформації та відправка результатів по електронній пошті через мережу Інтернет є досить складним багатофункціональним процесом, виконання цих функцій буде покладено на мікропроцесорний контролер. Система складається з блоків контролю та живлення приладу, блоків вводу та виводу цифрової інформації, цифрових інтерфейсів для підключення зовнішніх приладів та персонального комп'ютера, який виконує роль сервера для зберігання отриманої інформації, її подальшої обробки та відправки по електронній пошті.

В даному розділі було проаналізовано суть технічної проблеми, що виникла на сучасному етапі розвитку науки і технологій. Проведено порівняльний аналіз характеристик існуючих комп'ютерних систем, призначених для моніторингу радіоефіру, за методом експертних оцінок. Поставлено завдання, які повинні виконуватись системою, що розробляється.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПОДІБНОСТІ АНАЛОГОВИХ СИГНАЛІВ

2.1 Методи визначення подібності сигналів радіомовлення

Одним із завдань, що реалізуються при обробці сигналів, є їх розрізнення. Як приклад розглянемо розрізнення детермінованих сигналів з однаковою енергією (рис. 2.1). При цьому на відомому часовому інтервалі $[0, T_c]$ 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 $[0, T_c]$.

Структурна схема корелятора показана на рисунку 2.1.

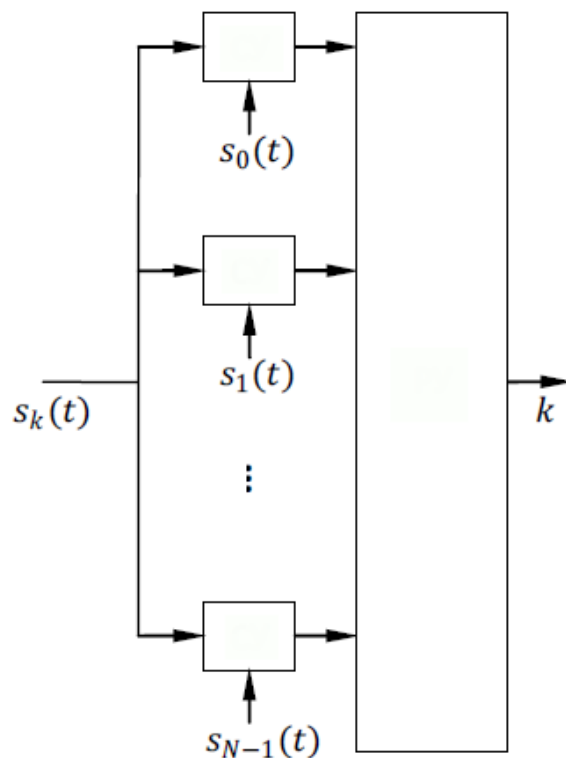


Рисунок 2.1 — Структурна схема корелятора сигналів з однаковою енергією

Корелятору сигналів потрібно визначити який з відомих сигналів поступив на його вхід [11]. Він має у розпорядженні еталони (зразки) сигналів і порівнює сигнал, що надійшов на вхід, з кожним з еталонів. За результатами порівняння, що здійснюється в пристроях порівняння (ПП), у аналізаторі (А) приймається рішення про те, який із сигналів діє на вході. В основу 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 введена величина. Чим менше значення енергії різницевого сигналу, тим більше сигнали «схожі» один на одного. Розглянемо докладніше структуру виразу

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

де E_1, E_2 — енергії сигналів, $\varepsilon_{12} = \int_{-\infty}^{+\infty} s_1(t) s_2^*(t) dt$ — коефіцієнт кореляції між сигналами.

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

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

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

Використовуючи рівність Парсеваля коефіцієнт кореляції можна виразити через спектральну щільність 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 вираз для енергії різницевого сигналу перепишемо у вигляді:

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

З останнього виразу видно, що оскільки енергія різницевого сигналу є додатною величиною $\varepsilon_{12} \geq 0$, то дійсна частина коефіцієнта кореляції не більша напівсуми енергії порівнюваних сигналів:

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

Чим більше значення дійсної 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. При цьому 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

$$|R_{12}| = |R_{21}|, \quad (2.9)$$

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

Використовуючи нерівність Буняковского-Шварца також можна записати:

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

де рівність досягається при збігу сигналів.

У разі, коли енергії сигналів рівні, встановлені властивості (2.11) коефіцієнта кореляції переписуємо у вигляді:

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

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

де рівність досягається 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.

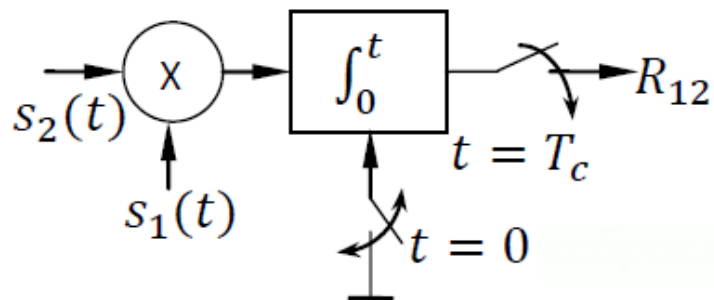


Рисунок 2.2 – Структурна схема корелятора

Значення коефіцієнта кореляції знімається з виходу інтегратора по закінченні дії сигналів в момент часу $t=T_c$. Один із входів корелятора можна умовно вважати опорним. На другий вхід надходить тестований сигнал. При формуванні відгуку корелятора обчислюється добуток опорного і тестового сигналів, і інтегратор визначає площу під графіком цього добутку. На інтервалах часу, коли сигнали мають однакову полярність, результат інтегрування збільшується. На інтервалах часу, коли один із сигналів приймає малі значення, результат інтегрування змінюється незначно. На інтервалах часу, де опорний і тестований сигнал мають різні полярності, результат їх перемноження від'ємний і відбувається зменшення результату інтегрування. Таким чином, у разі, коли графіки сигналів розрізняються, наприклад, один сигнал приймає великі значення, коли близький до нуля другий сигнал, або можуть зустрічатися інтервали, на яких сигнали мають різну полярність, реакція корелятора буде мала, або негативна. У разі, коли графіки сигналів подібні, їх полярність і інтервали великих значень збігаються, і в результат інтегрування їх добутку дає більші значення [13].

2.2 Оцінювання подібності аудіосигналів на основі кореляції

Прилади для вимірювання кореляційних функцій називають 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.

Відповідно до принципу дії розрізняють корелометри, що базуються на: методах перемноження, сумування (віднімання) і зведення в квадрат; апроксимації кореляційної функції сумою членів розкладання її в ряд по

ортогональних функціях; знакової кореляції; умовного середнього; відображення діаграми розсіювання і т. п. Відповідно до форми представлення досліджуваних сигналів і типів елементів, що входять до складу корелометра, останні ділять на: аналогові, цифрові, аналого-цифрові. Домінуюче становище займають корелометри, в яких широко використовуються елементи цифрової техніки в поєднанні з аналоговими елементами. Це розширює коло методів вимірювання, дозволяє отримувати раціональні апаратні рішення, робить можливим застосування інтегральних схем. Розрізняють корелометри і по виду представлення даних, що вводяться в прилад: безпосереднє введення напруги, з запису на паперовій стрічці, з фотоплівки, магнітної стрічки і т. п. Відповідно до діапазону граничних частот досліджуваних процесів корелометри діляться на низькочастотні і високочастотні [14].

Метод перемноження дозволяє вимірювати кореляційну і взаємно кореляційну функції відповідно до їх математичних визначень. Він здійснюється за допомогою аналогової, аналого-цифрової і цифрової апаратури. Структурна схема аналогового корелометра зображена на рисунку 2.3.

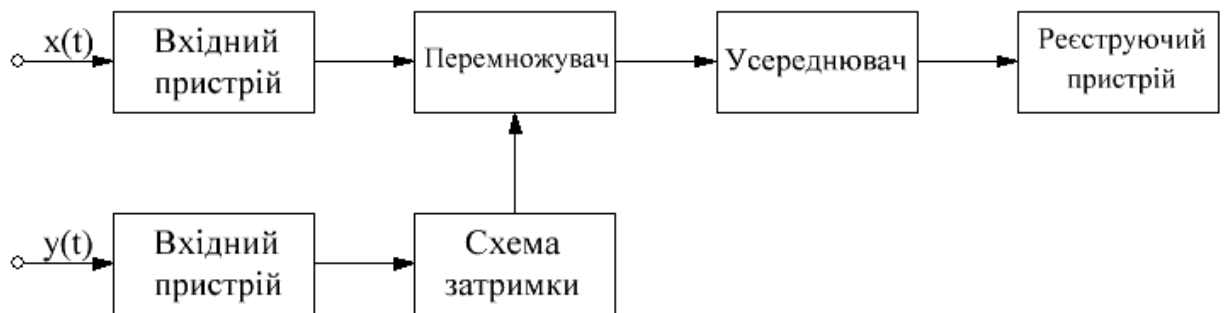


Рисунок 2.3 — Структурна схема аналогового корелометра

Схема корелометра, що працює за методом перемноження, виконує дії, необхідні для отримання оцінок кореляційної та взаємно кореляційної функції стаціонарних ергодичних (і стаціонарно зв'язаних) випадкових процесів відповідно до виразів:

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

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

Тобто здійснює відносний зсув однієї з центрованих напруг на інтервал τ , перемножує два напруги, усереднює добуток протягом досить тривалого інтервалу часу T . При певному інтервалі зсуву τ_i обчислюється одна ордината $K_X(\tau_i)$ кореляційної функції. Для отримання всієї кривої приладом послідовної дії операції багаторазово повторюються при різних зсувах [15].

Корелометр паралельної дії, що вимірює n ординат функції кореляції паралельно, істотно прискорює вимірювання. Широко поширені аналого-цифрові прилади, що здійснюють метод перемноження. Одне з кращих апаратних рішень в цьому плані втілено в приладах, що одержали назву корелометри Стільтьєса (рис. 2.4). Їх особливість полягає в тому, 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 другого процесу зберігається в аналоговій формі.

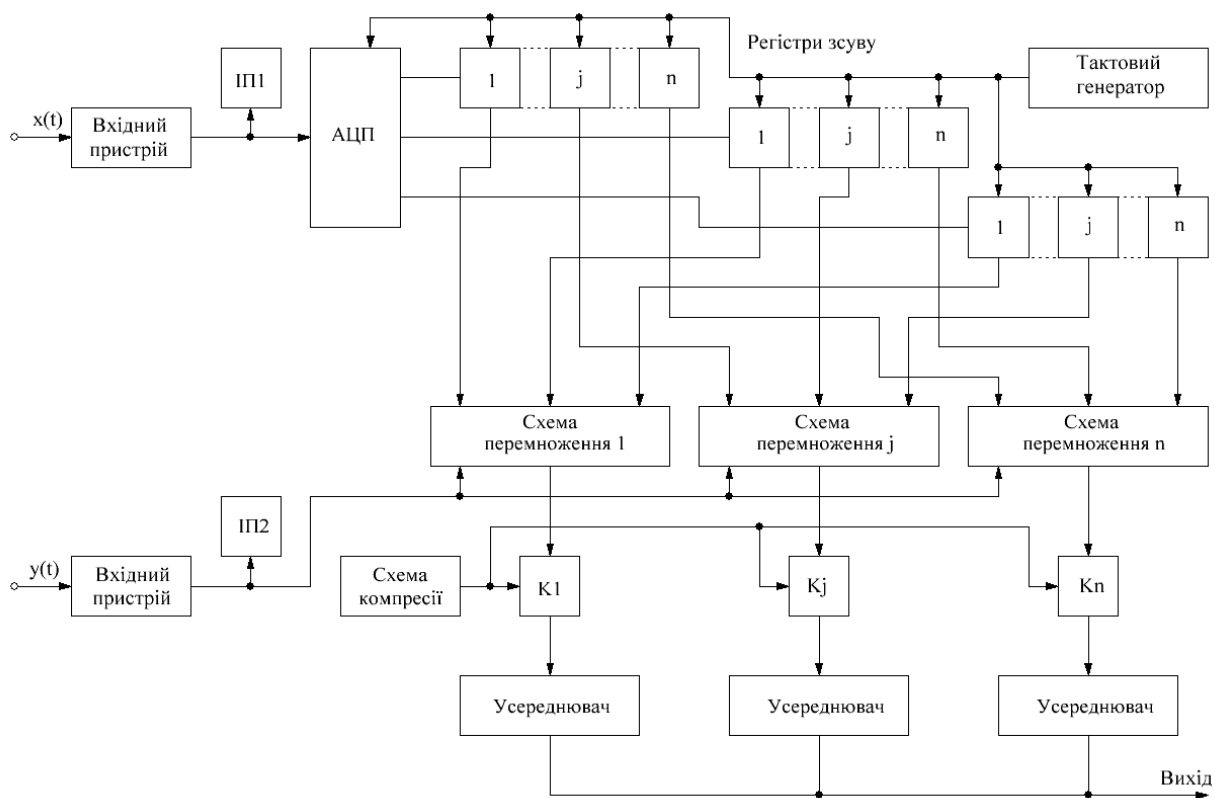


Рисунок 2.4 — Аналого-цифровий корелометр Стільтьєса

Алгоритми апаратного 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

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

При цьому можливе квантування по малому числу рівнів. Так, застосування пристроїв квантування з трьома двійковими розрядами (8 рівнів квантування) забезпечує вимірювання з малими похибками, якщо тривалість вимірювань досить велика. Перевага подібних приладів полягає в порівняльній простоті пристрою (по відношенню до повністю цифрових корелометрів) внаслідок застосування низки простих пристроїв: регістру зсуву в якості вузла затримки та гібридних перемножувачів [16].

Корелометр при визначенні функції взаємної кореляції $K_{XY}(\tau)$ працює таким чином. Напряга реалізації $x(t)$ підсилюється у вхідній схемі майже до рівня виникнення перевантаження підсилювача (про що судять по індикатору перевантаження III). Підсилений сигнал надходить на вхід аналого-цифрового перетворювача. В момент подачі на його керуючий вхід тактового імпульсу від генератора імпульсів зсуву сигнал перетворюється у відповідне число трьохрозрядного двійкового коду. Це число, представлене імпульсами (1 — наявність, 0 — відсутність імпульсу), подається на три регістри зсуву, кожен з яких містить n тригерів (в даному приладі $n=100$). Регістр виконує роль цифрової лінії затримки. З появою кожного нового імпульсу зсуву «одиниця» просувається в сусідній тригер і на виході останнього виникає імпульс. Так як імпульси зсуву повторюються через інтервали T_0 , рівні періоду проходження тактових імпульсів генератора, то поява сигналу на виході j -го тригера регістра рівносильна затримці на час $jT_{зсв} = jT_0$. Максимальна тривалість затримки становить $nT_{зсв}$. Регулюючи період $T_{зсв}$, можна змінювати інтервал затримки в широких межах.

Імпульси, що представляють число в двійковому коді, яке визначається станом тригерів однакових номерів (наприклад, j) у всіх трьох регістрах, надходять в схему перемноження того ж номера (в даному прикладі - номера j). До цієї ж схеми підводиться в аналоговій формі напруга реалізації $y_0(t)$, попередньо посилена у вхідному пристрої П до рівня перевантаження (що відображається індикатором перевантаження $III2$). На виході j -ї схеми перемноження виходить сигнал, пропорційний добутку $x_{KB}^\circ(t - jT_0)y^\circ(t)$. Цей сигнал передається через ключову схему K_j на j -й усереднювач з досить великою постійною часу. Накопичена j -м усереднювачем за час вимірювання напруга зчитується через вентиль B_j за допомогою кільцевого декадного лічильника, керованого імпульсами зчитування. Вихідні сигнали всіх вентилів, що відпираються послідовно один за іншим, потрапляють на загальну шину зчитування і після підсилення передаються на вхід каналу вертикального відхилення осцилографа. Напруга горизонтальної розгортки подається з виходу схеми управління, підключеної до кільцевих лічильників. Частота зчитування вибирається довільно у відповідності з зручністю реєстрації (вона може бути вельми низькою при використанні самопишучого приладу). Згладжування вихідного сигналу дозволяє спостерігати на осцилографі безперервну криву замість 100 дискретних точок [17].

Варіанти побудови коррелометра Стільтьеса різноманітні. У деяких приладах напруга реалізації $y(t)$ також квантується, але по більшій кількості рівнів. Цифрові коррелометри, що використовують метод перемноження, використовують дискретизацію часу і квантування (за багатьма рівнями). Вони працюють відповідно до алгоритмів:

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

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}° та y_{KB}° — квантові значення центрованих реалізацій $x(t)$ і $y(t)$ в дискретні моменти часу; kT_0 — інтервал зсуву. Функції кореляції (взаємної кореляції), що визначаються як середньоарифметичне добутків зсунутих на інтервал затримки пар значень реалізації (реалізацій) називають функціями виду «значення - значення». Для вимірювання взаємних кореляційних функцій передбачаються два канали, що містять вхідні пристрої та аналого-цифрові перетворювачі [18].

Відносно прості і компактні корелометри виходять при непрямих вимірюваннях, заснованих на прямих вимірюваннях функцій знакової кореляції. Такі корелометри називають знаковими. Функції знакової кореляції (знакові кореляційні функції) ділять на 2 види: «Знак - знак»; «Значення - знак». Перший називають 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»

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

Якщо випадкові процеси стаціонарні і ергодичні, то оцінки зазначених знакових функцій знаходяться з формул

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

та

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

Для гаусового процесу з нульовим середнім знакова кореляційна функція пов'язана з нормованою функцією кореляції $\rho_X(kT_0)$ формулою

$$R_X(kT_0) = \frac{2}{\pi} \arcsin \rho_X(kT_0), \text{ звідки} \quad (2.24)$$

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

Функції знаковою кореляції виду «значення — знак», які також називають релейними функціями, характеризуються виразами

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

та

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

Зв'язок між нормованими кореляційними функціями і функціями виду «значення - знак» для стаціонарних випадкових процесів визначається формулами:

$$\rho_X(kT_0) = \frac{1}{\mu_X \sigma_X} Q_X(kT_0) \quad (2.28)$$

та

$$\rho_{XY}(kT_0) = \frac{1}{\mu_Y \sigma_X} Q_{XY}(kT_0) \quad (2.29)$$

де μ_X і μ_Y - коефіцієнти, які залежать від законів розподілу ймовірностей процесів $X(t)$ і $Y(t)$.

При нормальному розподілі ймовірностей $\mu = \sqrt{2} / \pi$ формули оцінок мають вигляд:

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

та

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

Подальше розширення класу аналізованих випадкових процесів відкриває знаковий метод, що припускає застосування допоміжних сигналів. Він дозволяє вимірювати функції кореляції випадкових процесів з будь-яким і заздалегідь невідомим законом розподілу ймовірностей, але характеризується більш високими статистичними похибками при тій же тривалості вимірювання.

Загальна ідея методу полягає в наступному. При апаратному визначенні кореляційної функції $K_X(kT_0)$ безпосередньо вимірюється знакова взаємна кореляційна функція «значення -знак» виду

Напруга реалізації $z(t)$ являє собою різницю (суму) аналізованої $x_0(t)$ і допоміжної $u(t)$ напруг. Значення сигналу $u(t)$ в моменти опитувань незалежні один від одного, а також по відношенню до досліджуваного сигналу $x(t)$. Розподіл ймовірностей миттєвих значень напруги $u(t)$ рівномірний в межах від $-A$ до $+A$, де $A \geq |x(t)|_{\text{макс}}$.

Кореляційна функція $K_X(kT_0)$ виражається через функцію знакової кореляційної формулою

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

Якщо вимірюють функцію взаємної кореляції $K_{XY}(kT_0)$ процесів $X(t)$ і $Y(t)$, то напруга $z(t)$ утворюється як різниця (сума) напруг $y(t)$ і $u(t)$ [19].

2.3 Визначення вимог до системи моніторингу регіонального радіомовлення

Керуючий контролер, розглянутий у даній роботі повинен вирішувати наступні задачі:

- контроль наявності програми в регіональному ефірі;
- контроль часу виходу місцевих передач і реклами;
- зберігання результатів роботи в енергонезалежній пам'яті;
- вимірювання рівня радіосигналу;
- обробку даних і відправку результатів у центр подальшого аналізу.

Необхідність її створення зв'язана в першу чергу з необхідністю швидкої і своєчасної отримання повної інформації від передавальної радіостанції. Система повинна складатися з регіональних пунктів контролю з тюнерами, налаштованими на частоту радіостанції, апаратного корелятора опорного і наявного в ефірі сигналів і комп'ютера, підключеного до мережі Інтернет із застосуванням електронної пошти. Регіональні пункти контролю встановлюються в апаратній регіонального представника. Центральний пункт повинен мати програму для ведення бази даних контролю. Також можливе створення мобільних пунктів контролю.

В даному розділі було проаналізовано основні методи порівняння сигналів радіомовлення з метою визначення їх подібності. Визначені основні переваги та недоліки існуючих функціональних схем аналогових та аналого-цифрових кореляторів. Визначені основні вимоги, що висувуються до системи моніторингу регіонального радіомовлення.

3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ РЕГІОНАЛЬНОГО РАДІОМОВЛЕННЯ

Досліджувана система контролює вихід у ефір регіональних передач і рекламних блоків шляхом порівняння сигналу від системи супутникового зв'язку та сигналу від тюнера, який налаштований на частоту місцевої радіостанції. Апаратний корелятор порівнює два сигнали і у випадку їх відмінностей, робить висновок про початок регіональної трансляції, система фіксує час початку та закінчення трансляції та дає команду на запис радіопередачі. У визначений час відбувається передача накопичених даних через мережу Internet до центрального контрольного пункту.

Регіональні пункти контролю можуть розміщуватись стаціонарно у апаратній передавальному центру, або являти собою мобільну систему. Центральний пункт повинен мати програму для ведення бази даних контролю.

Система моніторингу регіонального радіомовлення здатна вирішувати наступні задачі:

- контролювати наявність програми в регіональному ефірі;
- контролювати час виходу місцевих передач і реклами;
- контролювати рівень радіосигналу;
- здійснювати контрольний запис регіональної радіопередачі з фіксацією часу її виходу в ефір.

За результатами дослідження було створено повнофункціональну систему моніторингу регіонального радіомовлення з використанням керуючого програмованого мікроконтролера. Програмне забезпечення регіонального і центрального пунктів контролю дозволяє накопичувати та аналізувати тривалість і, при необхідності, – зміст регіональної реклами та передач. Система інформаційного моніторингу складається з декількох регіональних і одного центрального апаратно-програмного комплексу (рис. 3.1).

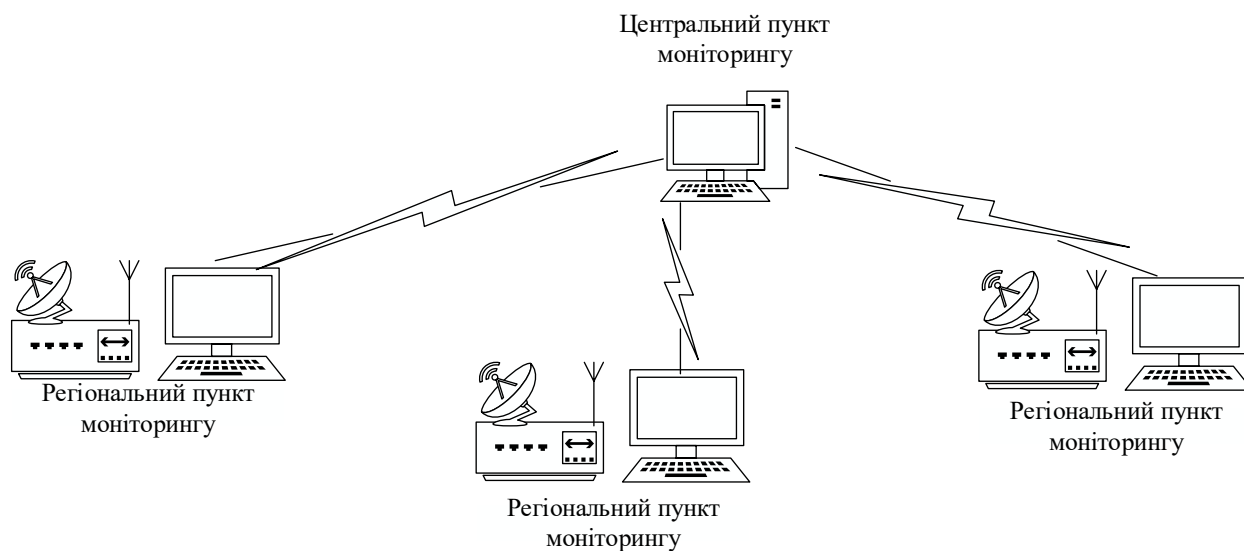


Рисунок 3.1 – Загальна структура системи моніторингу регіонального радіомовлення.

3.1 Принцип дії системи моніторингу

Структурну схему радіомережі наведено на рисунку 3.2.

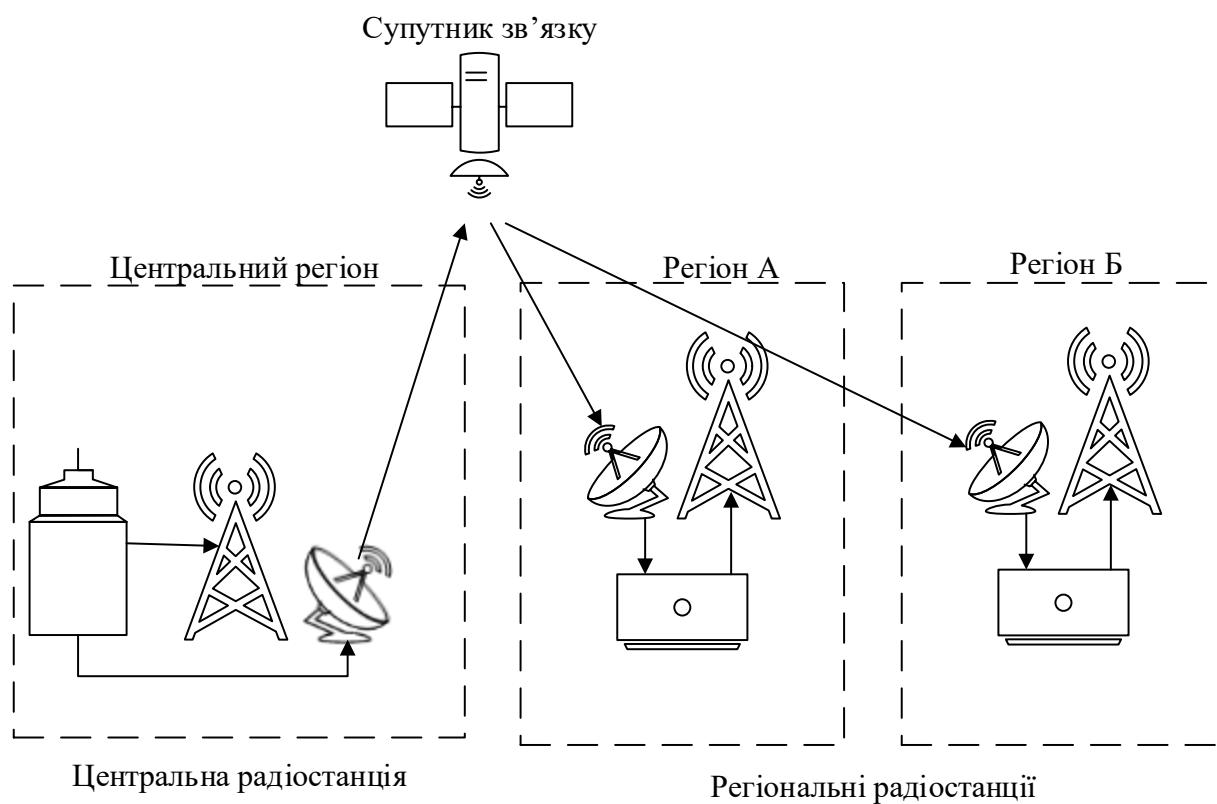


Рисунок 3.2 – Структурна схема мережевої радіостанції.

Для кращого розуміння принципу дії системи моніторингу регіонального радіомовлення доцільно спочатку розібратись із загальною структурою мережевої радіостанції. Розповсюдження радіохвиль ультракороткохвильового діапазону відбувається лише в умовах «прямої видимості», яка на практиці не перевищує, в залежності від рельєфу місцевості, висоти передавальної радіовежі та інших факторів, 40 – 100 км. Для розгортання радіомережі на великій території доводиться використовувати велику кількість ретрансляторів. Ретранслятори (регіональні радіостанції) отримують сигнал від центральної радіостанції через систему супутникового зв'язку. Регіональна радіостанція представляє собою компанію по виготовленню радіопередач різного змісту, інформаційних новин, музичних випусків, і найголовніше – випуск в радіоефір комерційної реклами.

Комерційна реклама є головним джерелом надходження коштів для існування радіо станцій, це оплата за енергозабезпечення, за використовуване обладнання, зарплатня персоналу станції, взагалі отримання прибутку. В багатьох випадках передача сигналу з радіо станції здійснюється за допомогою супутника. Це дає змогу транслювати радіопередачі на великі відстані. Від цієї властивості напряду залежить кількість слухачів станції отже й потенційних користувачів продукції, що рекламується станцією.

Між місцевою та центральною радіо станціями є угода про право транслювання центрального радіосигналу. За цією угодою в багатьох випадках, центральна радіокомпанія коштів за трансляцію її програм не вимагає, але місцева радіокомпанія повинна представляти центральний сигнал «без спотворень» і кожні 3 з 25 хвилин випускати сигнал комерційної реклами з центральної радіостанції. Місцева станція має право на свої 3 хвилини комерційної реклами в своєму регіоні. Час виходу комерційної реклами жорстко контролюється. Але передача місцевої комерційної реклами це не все, що вимагається від місцевої радіокомпанії. Місцева радіокомпанія повинна передавати центральний радіосигнал на відповідній потужності, від цього залежить область покриття радіосигналом території на які транслюється радіостанція. Отже, потужність — це головний фактор який впливає на оплату

за енергозабезпечення місцевої радіостанції. Обладнання, що використовується для ретрансляції сигналу, теж потребує профілактичного, повного ремонту, або, взагалі заміни. Тому деякі місцеві станції знижують потужність передавачів, а отже обмежують круг слухачів, та економлять споживчу електроенергію, що забороняється в договорі з центральною радіостанцією [20].

Потрібна система яка б могла спостерігати за вищевказаними показниками, обробляла отриману інформацію і відправляла її в центр для подальшого аналізу.

Система моніторингу за регіональним радіо мовленням (далі система), складається з таких основних блоків: ВЧ-частина тюнера, синтезатор частоти, вимірювача потужності радіосигналу (S-метра), корелометр, мікроконтролер, рідинно-кристалічного індикатора, енергонезалежної пам'яті та блока живлення.

3.2 Розробка структурної та функціональної схем моніторингового блоку

Регіональний комплект апаратуно складається з персонального комп'ютера, модема і приймача сигналів старт-стопів регіональної реклами. Передача отриманих даних проводиться за допомогою електронної пошти. Структурну схему регіонального моніторингового блоку зображено на рисунку 3.3.

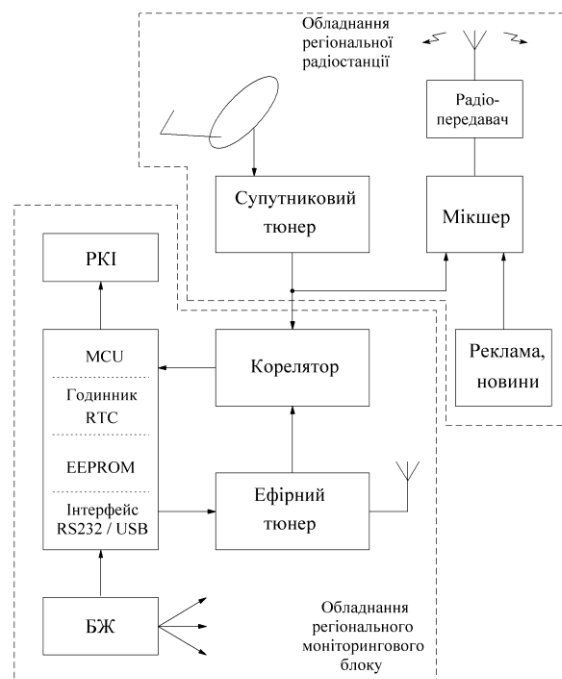


Рисунок 3.3 – Структурна схема регіонального моніторингового блоку

Апаратний блок має вбудований FM тюнер з цифровою настройкою і вимірювачем відносного рівня сигналу в ефірі регіону. Вимірювання проводиться в відсотках до 100% номінального рівня, встановленого при інсталяції антени і апаратного блока, відслідковуються відносні зміни рівня високочастотної несучої сигналу регіональної ретрансляційної радіостанції.

На передній панелі моніторингової системи розміщений рідинно-кристалічний індикатор (РКІ) з підсвічуванням, на якому відображається частота настройки FM приймача в МГц і відносний рівень в процентах.

Для перелаштування приймача по частоті на передню панель виведені кнопки “+”, “-”, “↵”, які блокуються програмою (в нашому випадку на РКІ відображається символ ключа).

Підстройка рівня сигналу під 100% виведена на задню панель блока, розташована в місці з роз’ємами усіх кабелів під задньою кришкою, що має отвори для пломбування.

Апаратний блок містить корелятор (зрівнювач) двох звукових сигналів — опорного (з супутникового тюнера) — канал 1 і регіонального (з вбудованого FM тюнера) — канал 2.

Корелятор обробляє сигнал у аналогово-цифровій формі – зрівнює миттєві значення огинаючих сигналів в двох каналах після смугового фільтра 1 кГц. Обробка результатів зрівнювання і прийняття рішення про співпадання чи не співпадання сигналів в каналах проводиться в мікропроцесорному контролері по встановленим статичним критеріям. Також контролюються факт відсутності сигналів в каналах 1 і 2. На передній панелі моніторингового блоку знаходяться світлодіоди «P1», «P2», «≠», які відповідно зображують прийняте рішення про пропадання каналів 1 та 2 або про не співпадання. Інтервал часу на обробку сигналів або дискретність прийняття рішень дорівнює = 5 секунд.

На передній панелі також розташований контрольний вихід на головні телефони і регулятор стерео сигналу з функцією мікшування в крайньому лівому положенні (проти часової стрілки) максимальна гучність опорного каналу 1 —

від супутника, в крайньому правому — максимальна гучність регіонального каналу 2 з вбудованого FM — приймача.

На задній панелі моніторингового блоку розташований вихід звукового сигналу для запису на звукову карту комп'ютера програмою архівування. Тумблером обираються варіанти сигналів — лівий з супутникового тюнера, правий — з регіонального FM — тюнера або регіонального стерео по лівому і правому каналам. Рекомендується перший варіант — запис з супутникового і регіонального сигналів.

Апаратний блок має систему спостереження за зникненням живлення — при відключенні живлення дані зберігаються, дата і час вимкнення і вмикання фіксуються, енергонезалежний вбудований годинник продовжує відлік часу, робота продовжується після вмикання живлення.

3.3 Корелометр

Корелометр є центральною частиною системи, на основі даних, що надаються ним проводиться подальша обробка та аналіз інформації. Тому головна увага при розробці була зосереджена саме на цьому блоці.

Корелометр представляє собою схему порівнювача двох сигналів. В нашому випадку, це центральний та місцевий радіосигнали. Призначення корелометра, знімати сигнали на входах, обробляти їх та приймати рішення про співпадання та не співпадання центрального та місцевого радіо сигналів. Відлік сигналів на входах корелометра проходить кожні 2,5 секунди, за цей час корелометр проводить 128 відліків як центрального так і місцевого сигналу. І так кожні 2,5 секунди по 128 відліків. Це достатньо високий показник для того щоб прийняти рішення про співпадання та неспівпадання рівня сигналів на входах корелометра. Рішення про співпадання та неспівпадання приймається кожні 5 секунд. Фактором який визначає співпав сигнал чи ні, є співпадання центрального та місцевого сигналу більш ніж 85% за час прийняття рішення, тобто 5 секунд, це 256 відліків кожного каналу. Також корелометр визначає сигнали Паузи P1, P2.

Функціональна схема корелометра зображена на рисунку 3.4.

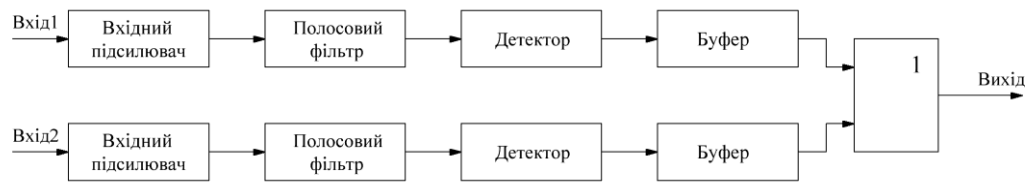


Рисунок 3.4 — Функціональна схема корелометра

В першому розділі було розглянуто дві основні схеми побудови корелометрів, перша з яких працює за методом перемноження, а друга використовує аналого-цифрове перетворення. Обидві схеми мають суттєві недоліки щодо формату представлення вихідних функцій. В першому випадку маємо вихідну кореляційну функцію в аналоговій формі. В другому випадку схема дуже складна і результат виводиться на екран осцилографа. В обох випадках безпосередньо подати сигнал на вхід мікроконтролера не вийде і буде необхідне додаткове обладнання. Враховуючи те, що на вхід корелометра подаються синфазні сигнали, що є спрощуючим фактором, було прийняте рішення використовувати аналогову обробку вхідних сигналів з наступним випрямленням їх і приведенням до рівня логічних сигналів. На останньому етапі сигнали подаються на входи елемента 2І, з вихода елемента знімається цифровий сигнал, причому рівень логічного 0 означає співпадання, а рівень логічної 1 – неспівпадання сигналів.

Вхідний підсилювач, детектор та буферний каскад корелометра виконані за типовими схемами з використанням операційних підсилювачів, описаними в літературі [21, 22, 23], розрахунку потребує лише смуговий фільтр.

3.3.1 Розрахунок та моделювання смугового фільтра

По наявності внутрішніх джерел енергії розрізняють:

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

По смузі частот, що пропускаються, розрізняють:

- фільтри високих частот (ФВЧ);

- фільтри нижніх частот (ФНЧ);
- фільтри смугові (СФ);
- фільтри режекторні (РФ).

Активні RC-фільтри відносяться до широко поширеного класу частотнозалежних кіл і, разом з побудованими на основі їх використання генераторами синусоїдальних коливань, знаходять застосування в системах передачі інформації, автоматичного управління і регулювання, вимірювальній техніці і різного роду функціональних перетворювачах. Активні RC-фільтри (АФ) містять пасивні RC-ланцюги і активні пристрої (підсилювачі, генератори, конвертори негативного опору), за допомогою яких отримують необхідну добротність ланок другого порядку [24].

Активний фільтр є чотирьохполюсником, що містить пасивні RC-кола і активні елементи: транзистори, електронні лампи, операційні підсилювачі. Активні фільтри зазвичай не містять котушок індуктивності. Прагнення виключити котушки індуктивності з фільтру викликане рядом причин :

- котушки індуктивності мають великі габарити і масу;
- втрати в котушках призводять до відхилення розрахункових характеристик фільтру від реальних значень;
- в котушках розсіюється велика потужність;
- в котушках з осердям проявляється нелінійний ефект, пов'язаний з насиченням осердя.

Активні фільтри можна реалізувати на повторювачах напруги, на операційних підсилювачах, на підсилювачах з обмеженим підсиленням.

Пасивні LC і RC фільтри не вимагають джерел живлення і мають просте виконання, проте вони не забезпечують хорошого розділення смуги пропускання від смуги загасання; у області пропускання і загасання можуть спостерігатися великі нерівномірності передатної характеристики; дуже складно виконати умову узгодження фільтру з навантаженням.

На відміну від пасивних, активні фільтри забезпечують якісніше розділення смуг пропускання і загасання. У них порівняно просто можна

регулювати нерівномірності частотної характеристики в області пропускання і загасання, не пред'являється жорстких вимог до узгодження навантаження з фільтром. Усі ці переваги активних фільтрів забезпечили ним найширше застосування [25].

Отже, для реалізації смугового фільтра, обираємо активний RC-фільтр з паралельними зворотними зв'язками, або так звану схему Рауха, що зображена на рисунку 3.5. Вона дозволяє реалізувати смуговий фільтр, використовуючи мінімум компонентів і при цьому схема має високу добротність та коефіцієнт підсилення.

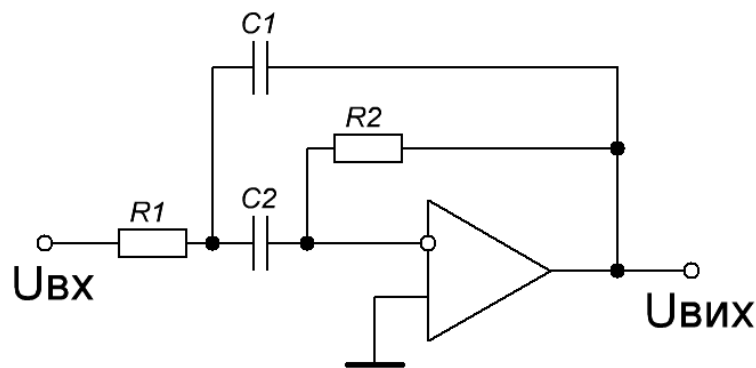


Рисунок 3.5 — Принципова схема смугового активного RC-фільтра

Розрахунок проводиться для резонансної частоти фільтра $F_{рез}=1$ кГц, коефіцієнт підсилення $K_n=10$, добротність $Q=5$. Для уникнення спотворень сигналу фільтр повинен мати широкий динамічний діапазон, тому для розрахунку скористаємося методикою, описаною в [26]. Максимальний динамічний діапазон досягається при умові, що модуль опору зворотного зв'язку на резонансній частоті $|Z(j\omega_p)|$ рівний мінімально припустимому опору навантаження $R_{н.мін}$ операційного підсилювача. Для обраного операційного підсилювача TL084 він складає 2 кОм. Враховуючи, що для схеми Рауха:

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

отримуємо:

$$2QR_1= R_{н.мін} \quad (3.2)$$

звідси:

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

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:

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

тобто коефіцієнт підсилення виходить в 2,5 рази більший за необхідний. Щоб зменшити його доцільно ввести на вході резистивний подільник напруги. В такому випадку замість резистора R_1 в схему вводиться подільник, що складається з резисторів R_{11} R_{12} . При цьому повинна виконуватись наступна умова:

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

Коефіцієнт підсилення на резонансній частоті в такому випадку рівний:

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

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_1 слід обрати R_{12} з умови (3.4). Звідси $R_{12}=250 \text{ Ом.}$

Ємність конденсаторів $C_1=C_2$ визначається за формулою:

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

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 підтвердження правильності розрахунків необхідно провести моделювання активного смугового фільтра за допомогою програмного забезпечення Micro-Cap 9.

Програма Micro-CAP призначена для аналізу роботи електронних пристроїв, а також синтезу активних і пасивних фільтрів. Її можливості досить широкі, але коротко їх можна сформулювати так: з її допомогою можна змоделювати схему та визначити вузлові потенціали і струми компонентів, вивести графіки (осцилограми) струмів, напруги та інших параметрів схеми, побудувати АЧХ і ФЧХ, а також графіки яких-небудь залежностей (наприклад, амплітуди пульсацій на виході стабілізатора напруги від ємності фільтра). Можна також провести гармонічний аналіз сигналів і, відповідно, провести розрахунок нелінійних та інтермодуляційних спотворень.

Оскільки Micro-CAP містить графічний редактор, то його можна використовувати для рисування принципів схем. Програма може використовувати практично всі аналогові компоненти, а також більшість цифрових мікросхем малого и середнього ступеню інтеграції, а також АЦП, ЦАП и ПЛМ. Однак роботу мікроконтролерів Micro-CAP моделювати не може. Також він не може виконувати трасування друкованих плат.

При моделюванні схеми можливий багатоваріантний та статистичний аналіз. Це дає можливість побачити, як буде себе вести схема при всіх допустимих відхиленнях параметрів компонентів від номінальних значень, а також виявити наявність аварійних режимів (критерії задаються) при будь-якому поєднанні відхилень параметрів [27]. Принципова схема смугового фільтра в середовищі MicroCap наведені на рисунку 3.6.

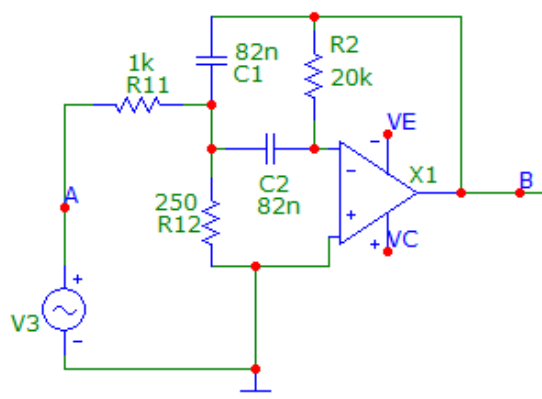


Рисунок 3.6 — Принципова схема смугового фільтра в середовищі MicroCap

На першому кроці необхідно за допомогою графічного редактора створити принципову схему смугового фільтра і задати розраховані значення елементів (рис. 3.6). Після цього необхідно провести аналіз амплітудно-частотної характеристики фільтра, підставивши в параметри моделювання вихідну напругу та діапазон зміни частоти генератора синусоїдальних коливань. В результаті моделювання був отриманий графік амплітудно-частотної характеристики активного смугового фільтра, зображений на рисунку 3.7.

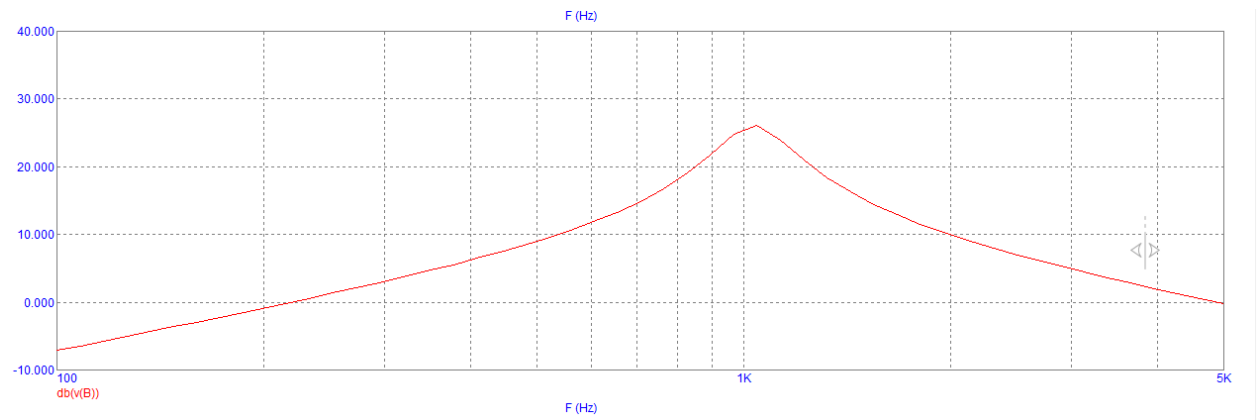


Рисунок 3.7 — Графік амплітудно-частотної характеристики активного смугового фільтра

На початку розрахунку було обрано резонансну частоту фільтра рівною 1 кГц. На графіку АЧХ максимум потрапляє точно в розраховану частоту резонансу. За результатами моделювання можна зробити висновок, що розрахунки виконано вірно, амплітудно-частотна характеристика смуги пропускання фільтра відповідає розрахунковій.

Принципова електрична схема корелометра та перелік елементів наведені в додатках В, Г.

3.4 Моніторинговий тюнер

ВЧ тюнер представляє собою радіоприймач, що керується синтезатором частоти для забезпечення високої стабільності налаштування на несучу частоту радіостанції, який настроєний на сигнал місцевої радіо станції. Він пов'язаний з центральним мікроконтролером та рідинно-кристалічним індикатором.

Синтезатор частот — пристрій для генерації електричних гармонійних коливань за допомогою лінійних повторень (множення, сума, різниця) на основі одного або кількох опорних генераторів. Синтезатори частот служать джерелами стабільних (по частоті) коливань в радіоприймачах, радіопередавачах, частотомірах, випробувальних генераторах сигналів і інших пристроях, в яких потрібно налаштування на різні частоти в широкому діапазоні і висока стабільність обраної частоти. Стабільність зазвичай досягається застосуванням фазового автопідстроювання частоти або прямого цифрового синтезу (DDS) з

використанням опорного генератора з кварцовою стабілізацією. Синтез частот забезпечує набагато більш високу точність і стабільність, ніж традиційні електронні генератори зі зміною індуктивності або ємності, дуже широкий діапазон перебудови без будь-яких комутацій і практично миттєве перемикання на будь-яку задану частоту [28].

Синтезатор частот виконано за типовою схемою [29] на мікросхемі виробництва фірми «Sanyo» LM7001J. Керування мікросхемою відбувається за протоколом I2C. За цим самим протоколом відбувається також обмін інформацією між мікроконтролером та енергонезалежною пам'яттю а також годинником реального часу. Принципова електрична схема моніторингового тюнера наведена в додатку Д.

Головними функціями ВЧ-тюнера є прийом місцевого сигналу, та визначення його потужності. Величина потужності відображається на індикаторі. Також рівень потужності передається на центральний мікроконтролер, для подальшої обробки.

3.5 Алгоритм аналізу даних корелятора

Керуючий мікроконтролер є центральним елементом системи моніторингу регіонального радіомовлення. На нього покладені задачі обробки сигналів співпадання/неспівпадання від корелометра; сигналу рівня потужності від тюнера; сигналу зникнення живлення від блоку живлення; інтерфейс RS-232, для отримання/передачі інформації з ПК. Блок-схема алгоритму аналізу даних корелометра зображена в додатку Ж.

Центральний мікроконтролер побудований на базі мікроконтролера фірми ATME1 модель ATMega8515. Мікроконтролер програмується на мові Асемблера, має 512 байт пам'яті, 8 кБайт флеш пам'яті та 512 байт EPROM [30].

Структурну схему мікропроцесорної частини регіонального блоку моніторингу зображено на рисунку 3.8.

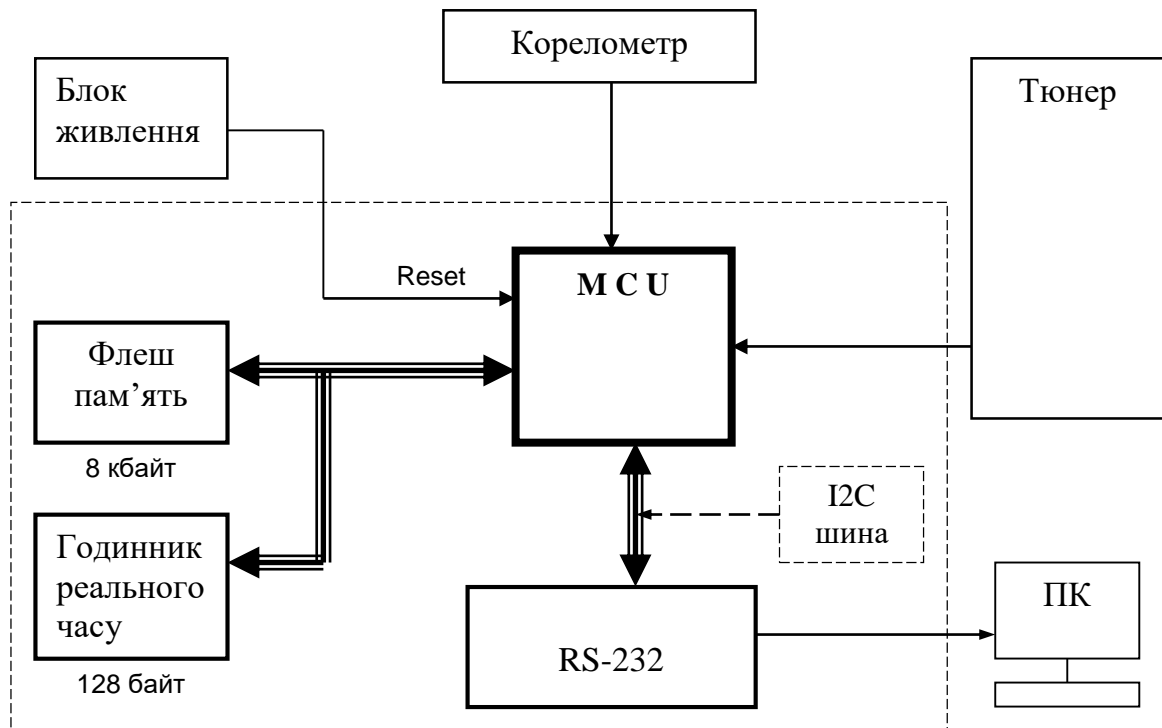


Рисунок 3.8 — Мікропроцесорна частина регіонального блоку моніторингу

На схемі наведено: MCU — центральний обчислювальний елемент, корелометр — порівнював сигналів, ВЧ приймач — вбудований радіо приймач, блок живлення — блок живлення системи моніторингу, флеш пам'ять — енергонезалежна пам'ять для зберігання отриманих результатів праці, годинник реального часу, ПУ RS-232 — узгоджений інтерфейс передачі даних на накопичуючий персональний комп'ютер, ПК — накопичуючий персональний комп'ютер.

Опишемо принцип дії мікроконтролера на прикладі проходження одного робочого циклу.

Отримані сигнали від супутникового тюнера та вбудованого приймача поступають на вхід корелометра. Корелометр побудований таким чином, що кожних 2,5 секунди він проводить 128 запитів кожного з сигналів. При чому рішення про співпадання та не співпадання приймається за цикл 2 по 2,5 секунди, тобто 5 секунд.

За час при якому було проведено 128 відліків корелометр робить висновок. Якщо процентне відношення співпадань дорівнює, або більше 83%, то сигнали

зараховуються як однакові. Якщо процентне відношення менше 75% то сигнали зараховуються як різні. Тобто встановлюється певне значення вимірювання 1 або 0. В випадку коли сигнали рівні 1, в іншому випадку 0.

Якщо процентне співвідношення становить значення в діапазоні від 76% до 82% то встановлюється рішення невизначеності. В цьому випадку за рішення приймається попереднє значення.

Час при якому корелометр приймає відповідне рішення становить 5 секунд, за цей час він робить 256 відліків кожного з сигналів. Якщо за 5 секунд рівні сигналів становили 1 та 1, то таке відношення приймалося як співпадання базового та місцевого сигналів. Отримане рішення передавалось на керуючий мікро контролер який записував час прийняття та прийняту інформацію в енергонезалежну Flash пам'ять.

Зобразимо лістинг програми який описує цю частину роботи.

```
.EQU PrA = 0
.EQU PrB = 1
.EQU Pausa=2
.EQU Sovp =3
Pr_ots:    push tmp
           in tmp,sreg
           push tmp
           clr tmp
           out DDRC,tmp
           sbis PINC,PrA
           inc Cnt_prA
AN_B:     sbis PINC,PrB
           inc Cnt_prB
AN_SOVP:sbis PINC,Pausa
           rjmp svp
           sbic PINC,Sovp
           rjmp Cnt_Inc
svp:     inc Cnt_Sovp
Cnt_Inc:inc CntByt
           cpi CntByt,128
           brne Not128
           ori STAT_R,0b00001000
           clr tmp
           out TCCR1B,tmp
Not128:  pop tmp
```

```

out sreg,tmp
pop tmp
reti

```

Отриманий сигнал від вбудованого тюнера співставляється з оригінальним і визначається рівень потужності передаваної регіональної станції. Якщо отримане значення менше норми, то в пам'ять записується час зміни та рівень потужності.

Зобразимо лістинг програми який описує цю частину роботи:

```

.EQU SRXbyte1=(RAMEND-69)
.EQU SRXbyte2=(RAMEND-70)
.EQU SRXbyte3=(RAMEND-71)
Priemnik_RX:clr error
    rcall Suart_Rx
    sts SRXbyte1,U_byte
    rcall Suart_Rx
    sts SRXbyte2,U_byte
    rcall Suart_Rx
    sts SRXbyte3,U_byte
    lds tmp,SRXbyte1
    tst tmp
    breq Rx_error
    lds tmp,SRXbyte2
    lds tmp2,SRXbyte3
    cp tmp,tmp2
    brne Rx_error
    rjmp End_pr
Rx_error:  ser tmp
          mov error,tmp
End_pr:   ret

```

При отриманні інформації зі входів від корелометра та вбудованого тюнера, отримана інформація записується у пам'ять разом з часом її отримання.

Для цього на платі контролера вбудований годинник реального часу фірми MAXIM DS1307. Він має 128 байт пам'яті та може представляти час у таких форматах: секунди, хвилини, час, доба, дата, місяць, рік.

Лістинг програми який описує процедуру зчитування 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
          in tmp,DDRD
          ori tmp,0b00110000
          out DDRD,tmp
          clr error
          clr tmp3
          ldi ZL,low(I2C_RTCA)
          ldi ZH,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
          ld tmp,Z
Nextbyt: ldi tmp2,8
Nextbit: cbi PORTD,SCL
          sbi DDRD,DDD4
          rol tmp
          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
          brne Nextbit
          cbi PORTD,SCL
          cbi DDRD,DDD4
          ldi delay,5
          rcall DELAY_P
          sbi PORTD,SCL
          clr tmp2

```

```

ACNOLDG: sbis PIND,PIND4
          rjmp Ok_RTC
          inc tmp2
          cpi tmp2,0xff
          breq timeout
          rjmp ACNOLDG
timeout: ldi tmp,255
          mov error,tmp
          sbi PORTD,SCL
          sbi PORTD,SDA
          ret
Ok_RTC:   inc tmp3
          cpi tmp3,10
          breq End_RTC
          ld tmp,-Z
          rjmp Nextbyt
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

```

Також у процесі роботи системи існує можливість коригування годинника через комп'ютер, за допомогою інтерфейсу RS-232.

У процесі роботи системи моніторингу може виникнути збій в електроживленні. На цей випадок, в блок живлення системи моніторингу вбудована функція видачі сигналу мікроконтролеру про зникнення живлення у мережі. При пропаданні живлення в мережі, блок живлення миттєво виробляє сигнал Reset. Мікроконтролер запам'ятовує останні отримані результати роботи та запам'ятовує час зникнення живлення. Інформація та час зникнення живлення зберігається в пам'яті мікроконтролера. При появі живлення збережена інформація переписується у Flash пам'ять.

Раз на добу вся накопичена інформація у Flash пам'яті повинна бути передана на зберігаючий комп'ютер, для подальшого зберігання і по мірі накопичення відправки на центральний комп'ютер для подальшого аналізу.

Для цього в схемі мікроконтролера реалізований послідовний інтерфейс RS-232 для передачі інформації на зберігаючий комп'ютер. Після відправки інформації на зберігаючий комп'ютер Flash пам'ять очищається.

Лістинг програми який відповідає за відправку накопиченої інформації на комп'ютер:

Передача інформації про потужність:

```
Tx_Power:rcall TX_DLE
PER_K: sbis USR,UDRE
      rjmp PER_K
      ldi tmp,2
      out UDR,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
      out UDR,tmp
      cpi tmp,DLE
      brne ADR_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
Передача інформації про співпадання сигналів:
; 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
        out UDR,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
        out UDR,tmp
        cpi tmp,DLE
        brne ADDR_inc
PR_UDR2: sbis USR,UDRE
        rjmp PR_UDR2
        ldi tmp,DLE
        out UDR,tmp
ADDR_inc:adiw ZL,1
        lds tmp,PropA1
        cp ZH,tmp
        brlo Sled_Bt
        rjmp Sled_Bt
END_Prtx:rcall TX_END
        Ret

```

Повний лістинг програми мікроконтролера наведено в додатку Е.

Отже, нами було розглянуто принцип дії керуючого мікроконтролера, його взаємодію з іншими блоками системи моніторингу. Було розглянуто принцип отримання і передачі накопиченої інформації, а також були представлені лістинги програми процедур обробки тих чи інших дій мікроконтролера.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Розрахунок кошторису витрат на розробку обладнання

Кошторис витрат на розробку передбачати наступні основні витрати:

- основна заробітна плата розробників та робітників;
- 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:

$$Z_o = \frac{M}{T_p} \cdot t \text{ [грн.]}, \quad (4.1)$$

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 3000 грн. і кількістю робочих днів у місяці — 22 заробітна плата складатиме:

$$Z_o = \frac{3000}{22} \cdot 10 = 1363,64 \text{ (грн.)}.$$

Для інженера-конструктора з місячним окладом 2500 грн. і кількістю робочих днів у місяці – 22 заробітна плата складатиме:

$$Z_o = \frac{2500}{22} \cdot 10 = 1136,36 \text{ (грн.)}.$$

Результати розрахунків зведемо до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 — 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	3000	136,36	10	1363,64
2. Інженер-конструктор	2500	113,64	10	1136,36
Разом :				2500,00

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

$$Z_p = \sum_1^n t_i \cdot C_i \cdot K_c \text{ [грн.]}, \quad (4.2)$$

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:

$$C_i = \frac{M_M \cdot K_i}{T_p \cdot T_{зм}} \text{ [грн./год.]}, \quad (4.3)$$

де M_M — мінімальна місячна оплата праці, грн., $M_M = 1218$ грн., K_i — тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду, T_p — число робочих днів в місяці, $T_p = 22$ дні, $T_{зм}$ — тривалість зміни, $T_{зм} = 8$ годин.

Розрахунки заносимо до табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – 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	10,38	51,90
Налагоджувальні	6	5	1,7	11,77	70,59
Всього					122,49

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

$$Z_d = (Z_o + Z_p) \frac{10\%}{100\%} \text{ [грн.];} \quad (4.4)$$

$$Z_d = (2500,00 + 122,49) \frac{10\%}{100\%} = 262,25 \text{ (грн.).}$$

Згідно діючого законодавства нарахування на заробітну плату складають 37,2...40% від суми основної та додаткової заробітної плати. Розрахунок проводиться за наступною формулою:

$$H_s = (Z_o + Z_p) \frac{37,5\%}{100\%} \text{ [грн.];} \quad (4.5)$$

$$H_s = (2500,00 + 122,49 + 262,25) \frac{37,5\%}{100\%} = 1081,78 \text{ (грн.).}$$

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

$$A = \frac{Ц}{n} \cdot \frac{T}{12} [\text{грн.}], \quad (4.6)$$

де Ц — балансова вартість обладнання, грн., n — строк корисної експлуатації обладнання(років), T — термін використання обладнання, місяці;

Розрахуємо амортизаційні витрати для комп'ютера (Ц=5000,00 грн), паяльної станції (Ц=1500,00 грн), осцилографа (Ц=4000,00 грн), генератора (Ц=2000,00 грн), та мультиметра (Ц=300,00 грн), термін використання обладнання – 1 місяць, строк корисної експлуатації — 4 роки.

Підставимо значення у формулу (4.6):

$$A_1 = \frac{5000}{4} \cdot \frac{1}{12} = 104,17(\text{грн.});$$

$$A_1 = \frac{1500}{4} \cdot \frac{1}{12} = 31,25(\text{грн.});$$

$$A_1 = \frac{4000}{4} \cdot \frac{1}{12} = 83,33(\text{грн.});$$

$$A_1 = \frac{2000}{4} \cdot \frac{1}{12} = 41,67(\text{грн.});$$

$$A_1 = \frac{300}{4} \cdot \frac{1}{12} = 6,25(\text{грн.});$$

Зроблені розрахунки зведемо до таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Амортизаційні витрати на обладнання

Найменування обладнання	Балансова ціна, грн.	Строк експлуатації, років	Термін використання, міс.	Величина амортизаційних відрахувань, грн.
1. комп'ютер	5000	4	1	104,17

2. паяльна станція	1500	4	1	31,25
3. осцилограф	4000	4	1	83,33
4. генератор	2000	4	1	41,67
5. мультиметр	300	4	1	6,25
Всього				266,67

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

$$K = \sum_1^n H_i \cdot C_i \cdot K_i [\text{грн.}], \quad (4.7)$$

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 4.4

Таблиця 4.4 – Сумарна вартість комплектуючих

Найменування комплектуючих	Кількість	Ціна за штуку, грн	Сума, грн	Сума з транспортними витратами, грн
Мікросхеми аналогові	10	2,00	20,00	22,00
Мікросхеми цифрові	2	46,00	92,00	101,20
Резистори постійні	50	0,20	10,00	11,00
Конденсатори керамічні	42	0,25	10,50	11,55
Транзистори біполярні	8	1,00	8,00	8,80
Індикатор рідкокристалічний	1	78,00	78,00	85,80

Діоди кремнієві	10	0,35	3,5	3,85
Всього				244,20

Витрати на силову електроенергію розраховуються за формулою:

$$B_c = B \cdot \Pi \cdot \Phi \cdot K_{\Pi} [\text{грн.}], \quad (4.8)$$

де B — вартість 1 кВт-години електроенергії. В 2014 р. ця вартість складає 0,81 – 1,03 грн./кВт-година, Π — встановлена потужність обладнання, кВт. $\Pi = 2$ кВт, Φ — фактична кількість годин роботи обладнання, годин. $\Phi = 80$ годин, K_{Π} — коефіцієнт використання потужності, приймаємо $K_{\Pi} = 0,75$.

$$B_c = 0,81 \cdot 2 \cdot 80 \cdot 0,75 = 97,2 \text{ (грн.)}$$

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 4.9).

Величина інших витрат складе:

$$I = Z_o + Z_p \cdot \frac{200\%}{100\%} [\text{грн.}], \quad (4.9)$$

$$I = 2500 + 122,49 \cdot \frac{200\%}{100\%} = 5244,98 \text{ грн.}$$

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

$$B = 2500 + 122,49 + 262,25 + 1081,78 + 266,67 + 244,20 + 97,2 + 5244,98 = 9819,57 \text{ (грн.)}$$

4.2 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:

$$Z_{обс} = N \cdot T_1 \cdot K_{сер} \cdot \Phi_e \cdot K_c \cdot \beta, \text{ [грн./рік]}, \quad (4.10)$$

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, Φ_e — ефективний фонд часу роботи робітника за рік. (1700...1800 год), K_c — коефіцієнт співвідношень між урядом і профспілками, $K_c = 1...5$, β — 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:

$$T_1 = \frac{M_M}{T_P \cdot T_{зм}}, \quad (4.11)$$

де T_P — число робочих днів в місяці, M_M — мінімальна місячна оплата праці, $M_M = 1218$ (грн.), $T_{зм}$ — тривалість зміни, $T_{зм} = 8$ год.

Підставивши формулу (4.11) в формулу (4.12), отримуємо:

$$Z_{обс} = 1 \cdot \frac{1218}{22 \cdot 8} \cdot 1,35 \cdot 1750 \cdot 3 \cdot 0,1 = 4904,87 \text{ грн.}$$

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

$$З_{обс.д} = 4904,78 \frac{10\%}{100\%} = 490,48 \text{грн.}$$

Згідно діючого законодавства нарахування на заробітну плату складають 37,5 % від суми основної та додаткової заробітної плати.

$$H_{з.обс} = (4904,78 + 490,48) \frac{37,5\%}{100\%} = 2023,23 \text{грн.}$$

Витрати на силову електроенергію розраховуються за формулою (4.8):

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

де B — вартість 1 кВт-години електроенергії, $B = 0,81$ грн./кВт –година, Π — встановлена потужність обладнання (кВт), $\Pi = 0,02$ кВт, Φ — фактична кількість годин роботи обладнання за рік, годин. $\Phi = 8760$ годин, K_{Π} — коефіцієнт використання потужності, $K_{\Pi} = 0,75$.

$$B_e = 0,81 \cdot 0,02 \cdot 8760 \cdot 0,75 = 106,43 \text{ (грн./рік)}$$

Амортизаційні витрати розраховується за формулою:

$$A = \frac{Ц}{n} \cdot \frac{T}{12} [\text{грн.}], \quad (4.12)$$

де $Ц$ — балансова вартість обладнання, грн., яка приймається рівною 3000 грн., n — строк корисної експлуатації обладнання, років, T — термін використання обладнання, місяці;

$$A = \frac{3000}{4} \cdot \frac{12}{12} = 750 \text{ (грн.)}$$

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

$$B_i = (4904,87 + 490,49 + 2023,23 + 106,43 + 750,00) \frac{5\%}{100\%} = 413,75 \text{ (грн.)}$$

Сума витрат за всіма попередніми статтями дає величину експлуатаційних витрат:

$$E_1 = 4904,87 + 490,49 + 2023,23 + 106,43 + 750,00 + 413,75 = 8688,77 \text{ (грн.)}$$

4.3 Розрахунок експлуатаційних витрат для аналогу

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

Заробітна плата обслуговуючого персоналу $Z_{обс}$, яка розраховується за формулою (4.10):

$$Z_{обс} = 2 \cdot \frac{1218}{22 \cdot 8} \cdot 1,35 \cdot 1750 \cdot 3 \cdot 0,15 = 14714,62 \text{ грн.}$$

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

$$Z_{обс.д} = 14714,62 \frac{10\%}{100\%} = 1471,46 \text{ грн.}$$

Згідно діючого законодавства нарахування на заробітну плату складають 37,5 % від суми основної та додаткової заробітної плати.

$$H_{з.обс} = (14714,62 + 147,15) \frac{37,5\%}{100\%} = 5573,16 \text{ грн.}$$

Витрати на силову електроенергію розраховуються за формулою (4.8):

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

де B — вартість 1 кВт-години електроенергії, $B = 0,81$ грн./кВт – година, $П$ — встановлена потужність обладнання, кВт. $П = 0,03$ кВт, Φ — фактична кількість годин роботи обладнання за рік, годин. $\Phi = 8760$ годин, $K_{п}$ — коефіцієнт використання потужності, $K_{п} = 0,75$.

$$B_e = 0,81 \cdot 0,03 \cdot 8760 \cdot 0,75 = 159,45 \text{ (грн./рік)}$$

Амортизаційні витрати розраховується за формулою (4.12):

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

де $Ц$ — балансова вартість обладнання, грн., яке складає 5000 грн, n — строк корисної експлуатації обладнання (років), T — термін використання обладнання, місяці;

$$A = \frac{5000}{4} \cdot \frac{12}{12} = 1250 \text{ (грн.)}$$

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

$$B_i = (14714,62 + 147,15 + 5573,16 + 159,45 + 1250,0) \frac{5\%}{100\%} = 1092,22 \text{ (грн.)}$$

Сума витрат за всіма попередніми статтями дає величину експлуатаційних витрат:

$$E_1 = 4904,87 + 490,49 + 2023,23 + 106,43 + 750,00 + 413,75 + 1092,22 = 22936,59 \text{ (грн.)}$$

4.4 Розрахунок економічного ефекту від розробки виробу

Економічний ефект від впровадження розробленого вузла розраховується за формулою:

$$\Delta E = E_1 - E_2, \quad (4.13)$$

де E_1 — експлуатаційні витрати при використанні аналога, грн., E_2 — експлуатаційні витрати при використанні розробленого обладнання, грн.

$$\Delta E = 22936,59 - 8688,77 = 14247,82 \text{ (грн.)}$$

Розрахуємо термін окупності витрат, що визначається за формулою:

$$T_o = \frac{B}{\Delta E} \quad (4.15)$$

де B — капітальні витрати, ΔE — економічний ефект.

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

$$T_o = \frac{9819,57}{14247,82} = 0,69 \text{ (року)}$$

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 14247,82 грн. При цьому термін окупності обладнання становить 0,69 року.

ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі була розроблена комп'ютерна система моніторингу регіонального радіомовлення.

В першому розділі було проаналізовано суть технічної проблеми, що виникла на сучасному етапі розвитку науки і технологій. Проведено порівняльний аналіз характеристик існуючих комп'ютерних систем, призначених для моніторингу радіоефіру, за методом експертних оцінок. Поставлено завдання, які повинні виконуватись системою, що розробляється.

В другому розділі було проаналізовано основні методи порівняння сигналів радіомовлення з метою визначення їх подібності. Визначені основні переваги та недоліки існуючих функціональних схем аналогових та аналого-цифрових кореляторів. Визначені основні вимоги, що висуваються до системи моніторингу регіонального радіомовлення.

В третьому розділі було розглянуто принцип дії керуючого мікроконтролера, його взаємодію з іншими блоками системи моніторингу. Було розглянуто принцип отримання і передачі накопиченої інформації, а також були представлені лістинги програми процедур обробки тих чи інших дій мікроконтролера.

В четвертому розділі було отримано ряд значень які свідчать про ефективність розробки. Отже розроблена комп'ютерна мережа є економічно ефективною та доцільною для впровадження в Національній раді з питань телебачення і радіомовлення України.

Отже, в результаті виконання даної магістерської кваліфікаційної роботи, поставлені задачі були виконані в повному обсязі.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. В. П. Семеренко В. О. Дорошенко В. А. Рубановський / Інтегрований захист інформації в комп'ютерних системах ідентифікації на основі коротких кодових радіоповідомлень // Тези доповіді. XLIX регіональної науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів ВНТУ з участю працівників науково-дослідних організацій. Вінниця 2020 р.
2. Рембовский А.М. Радиомониторинг – задачи, методы, средства / Под ред. А.М. Рембовского. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия-Телеком, 2010. – 624 с.: ил.
3. Бакланов И.Г. Технологии измерений в современных телекоммуникациях / Бакланов И.Г.– М.: Эко-Трендз, 1997. – 254 с.
4. Мониторинг радио [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: http://www.agb.md/research_monitoring_radio.html.
5. Поливцев С.А. Операции с полупериодами сигналов / С.А. Поливцев – М.: Искусственный интеллект – 2010. – № 1. – С. 142-146.
6. Интеллектуальные системы мониторинга телерадиовещания на базе решений Actus Digital [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://svn-group.ru/library/item/221.html>.
7. Actus View – система записи эфира и мониторинга [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://tvtech.ru/izmeritelnoe-oborudovanie-monitoring.html>.
8. Мониторинг радиоэфира [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: http://russia.ni.com/rf_monitoring.
9. Уидроу Б., Стирнз С. Адаптивная обработка сигналов: Пер с англ. / Б. Уидроу, С. Стирнз – М.: Радио и связь, 2009. – 440с.
10. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич – М.: Статистика, 1980. – 420 с.
11. Тропченко А Ю., Тропченко А.А. Цифровая обработка сигналов. Методы предварительной обработки. Учебное пособие по дисциплине

- «Теоретическая информатика» / А Ю. Тропченко, А.А. Тропченко – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 100 с.
12. Исаков В.Н. Статистическая теория радиотехнических систем / В.Н. Исаков. М.: Радио и связь, 2006. – 330с.
 13. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных / Дж. Бендат, А. Пирсол – М.: Мир, 1999. – 540 с.
 14. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы / У.М. Сиберт – М.: Мир, 1988. – 336 с.
 15. Макс Ж. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях: В 2-х томах / Ж. Макс – М.: Мир, 1983. – 320 с.
 16. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов / А.Б. Сергиенко – СПб.: Питер, 2002. – 280 с.
 17. 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.
 18. Сумик М.М. Теорія сигналів: підруч. / М.М. Сумик, І.Н. Прудіус, Р.М. Сумик – Львів: Бескид Біт, 2008. – 231 с.
 19. Мандзій Б.А., Желяк Р.І. Основи теорії сигналів / Б.А. Мандзій, Р.І. Желяк – Львів: вид. дім «Ініціатива», 2008. – 240 с.
 20. Сухарева В. А., Аллахвердова А. А.. Радио: музыкальное, новостное, общественное... / В. А. Сухарева, А. А. Аллахвердова. – М.: Фонд независимого радиовещания, 2001. – 224 с.
 21. Мамий А.Р., Глячев В.Б. Операционные усилители. – Майкоп: АГУ, 2005. – 192 с.
 22. Перебаскин А.В., Бахметьев А.А.. Колосов С.О. Интегральные схемы: Операционные усилители. Том 1 / А.В. Перебаскин, А.А. Бахметьев, С.О. Колосов – М.: Издательство "ДОДЭКА", 1993. – 256 с.
 23. Терещук Р.М., Терещук К.М., Седов С.А. Полупроводниковые приёмно-усилительные устройства: Справочник радиолюбителя / Р.М. Терещук, К.М. Терещук, С.А. Седов – К.: Наукова думка, 1988. – 800 с.: ил.

24. Авербух В.Д. Операционные усилители и компараторы / В.Д. Авербух – М.: “Додэка-XXI”. 2001. – 332 с.
25. Пейтон А. Дж., Волш В. Аналоговая электроника на операционных усилителях / А. Дж. Пейтон, В. Волш – М.: Бином, 1994. – 352 с.
26. Протопопов А.С. Усилители с обратной связью, дифференциальные и операционные усилители и их применения / А.С. Протопопов – М. Сайнс-Пресс, 2003. – 200 с.
27. Sergio Franco, "Design with Operational Amplifiers and Analog Integrated Circuits, " 3rd Ed., McGraw-Hill, New York, 2002.
28. Амелина М. А., Амелин С. А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap 8 / М. А. Амелина, С. А. Амелин – М. : Горячая линия-Телеком, 2007. – 464 с. : ил.
29. Жоздинский М.Н. Цифровые радиоприемные системы / под ред. М.Н. Жоздинского – М.: Радио и связь, 1990. – 262 с.
30. Data sheet. LM7001J / Direct PLL Frequency Synthesizers for Electronic Tuning. Motorola Semiconductors – February 1997. – 16 p.
31. Гребнев В.В. Микроконтроллеры семейства AVR фирмы ATMEL / В.В. Гребнев – М.: ИП Радиософт, 2002. – 176 с.: ил.
32. Козловский В.А. Технично-економичеcкое обоснование и экономические расчеты в дипломных проектах и работах. Учебное пособие. / В.А. Козловский – Винница: ВГТУ, 2003. – 75 с.
33. Кобилянський О. В., Терещенко О.П. Методичні вказівки до виконання розділу "Охорона праці" в дипломних проектах / Уклад. О. В. Кобилянський, О.П. Терещенко – Вінниця.: ВНТУ, 2004. – 45 с.
34. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
35. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин. ДСанПІН 3.3.2.007-98. Головне санітарно-епідеміологічне управління. Київ – 1998.

36. Электротехнический справочник. Т 3. Кн. 2.- М.: Энергоатомиздат, 1988. - 616 с.
37. ДСН 3.3.6.042–99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
38. ДБН В.2.5-28-2006.-Природне і штучне освітлення.- К.: Мінбуд України, 2006 – 76 с.
39. Кнорринг Г.М. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Под ред. Г.М. Кнорринга. – М.: Энергия, 1976. – 384 с.
40. ДСН 3.3.6.037–99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
41. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин НПАОП 0.00-1.28-10.
42. Болотських М.В. Основи цивільного захисту. - К., 2008. - 223 с.
43. Михайлюк В.О., Халмурадов Б.Д. Цивільна безпека: Навч. посібник. - К.: Центр навчальної літератури, 2008. - 158 с.
44. Могильниченко В.В. Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій. - К.: КІМ, 2007. - 636 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.

" " 2021 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи
“Комп'ютерна система моніторингу регіонального радіомовлення”
08-23.МКР.006.00.003.ТЗ

Науковий керівник: доцент к.т.н.

_____ Крупельницький Л.В.

Магістрант групи 1КІ-20м

_____ Дорошенко В.О.

Вінниця 2021

1 Підстави для виконання магістерської кваліфікаційної роботи (МКР):

— актуальність дослідження у напрямку магістерської роботи обумовлена тим, що в даний час все більше учасників медіаринку, таких як інформаційні і рекламні агентства, оператори зв'язку, контролюючі органи та інші, стикаються із завданням моніторингу телевізійних і радіоканалів, при цьому коло завдань, що потребують вирішення, безперервно розширюється, поряд з такими «базовими» завданнями, як контрольний запис та ведення архівів, все більший інтерес викликають і більш складні — підтвердження своєчасності виходу матеріалів в ефір або виявлення несанкціонованих змін контенту;

— наказ про затвердження теми магістерської кваліфікаційної 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;

— призначенням розробки є система моніторингу регіонального радіомовлення призначена для визначення несанкціонованих змін контенту, технічних параметрів трансляції з фіксацією часу та дати цих змін і контрольним записом трансляції.

3 Вихідні дані для виконання МКР:

— проведено аналіз існуючих принципів та технологій інформаційного та технічного моніторингу радіомовлення;

— розроблено структуру та функціональну схеми програмно-апаратного комплексу для моніторингу регіонального радіомовлення;

— на основі структурних та функціональних схем здійснено розрахунок та моделювання елементів корелятора а також написання мікропрограми керуючого мікроконтролера;

— виконано розрахунки для доведення доцільності нової розробки з економічної точки зору.

4 Вимога до виконання МКР: основний метод обробки даних — порівняння поточного та опорного аудіосигналів в спеціалізованому аудіокореляторі

5 Етапи МКР та очікувані результати подані в таблиці А.1:

Таблиця А.1 — Етапи МКР

№ етапу	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, задачі досліджень, розділ 1 ПЗ
2	Дослідження методів порівняння аналогових сигналів			розділ 2
3	Розробка структурної та функціональної схем комплексу моніторингу регіонального радіомовлення			розділ 3
4	Підготовка економічної частини			розділ 4
5	Апробація та впровадження результатів дослідження			Тези доповідей
6	Опублікування результатів досліджень			Стаття
7	Оформлення пояснювальної записки, графічного матеріалу і презентації			пояснювальна записка, графічний матеріал і презентація

6. Матеріали, що подаються до захисту МКР: пояснювальна записка МКР, графічні і ілюстративні матеріали, протокол попереднього захисту МКР на кафедрі, відгук наукового керівника, відгук опонента, протоколи складання державних екзаменів, анотації до МКР українською та іноземною мовами, довідка про відповідність оформлення МКР діючим вимогам.

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 Державної екзаменаційної комісії, затвердженою наказом ректора.


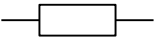

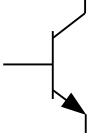
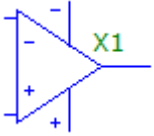
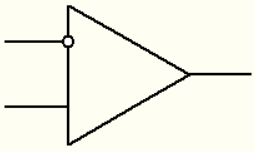
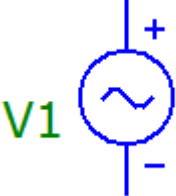
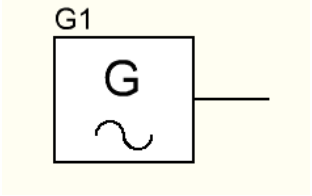
8. Вимоги до оформлення МКР: вимоги викладені в «Положенні про кваліфікаційну роботу у Вінницькому національному технічному університеті»

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

ДОДАТОК Б

Таблиця відповідності позначення елементів на схемах

Таблиця Б.1 — Таблиця відповідності позначення елементів на схемах

Позначення елементів у середовищі моделювання MICROCAP9	Позначення елементів згідно ДСТУ ГОСТ
	
	
	
	

ДОДАТОК В

Корелятор. Схема електрична принципова

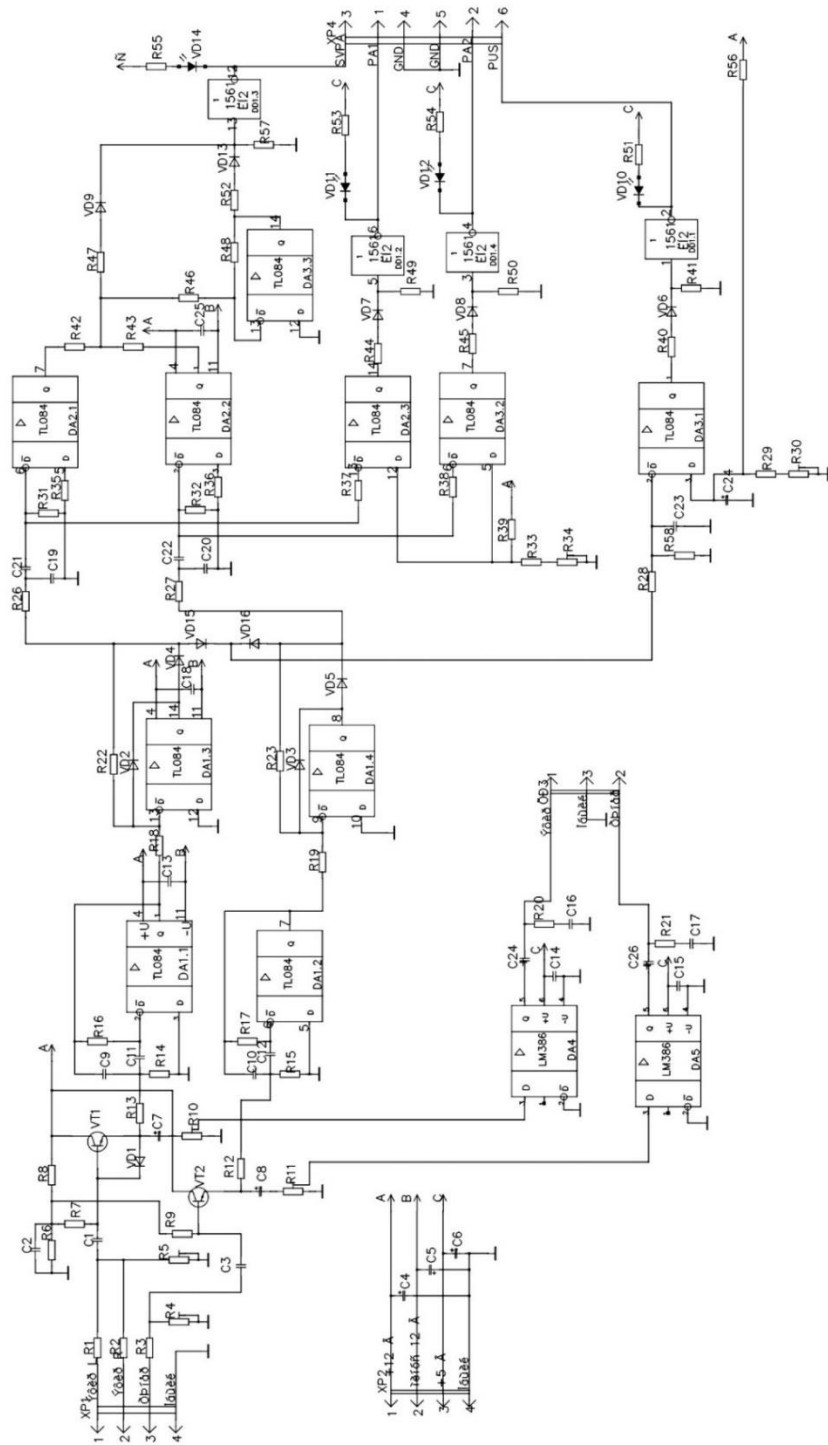


Рисунок В.1— Електрична принципова схема королометра

ДОДАТОК Г

Перелік елементів

Таблиця Г.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	K10-176-H90 - 0, 1 мкФ	2	
C11,C12	K10-176-H90 - 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 ± 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

Лістинг програми мікроконтролера

```

.EQU PrA = 0
.EQU PrB = 1
.EQU Pausa=2
.EQU Sovp =3
Pr_ots:    push tmp
           in tmp,sreg
           push tmp
           clr tmp
           out DDRC,tmp
           sbis PINC,PrA
           inc Cnt_prA
AN_B:     sbis PINC,PrB
           inc Cnt_prB
AN_SOVP:sbis PINC,Pausa
           rjmp svp
           sbic PINC,Sovp
           rjmp Cnt_Inc
svp:     inc Cnt_Sovp
Cnt_Inc:inc CntByt
           cpi CntByt,128
           brne Not128
           ori STAT_R,0b00001000
           clr tmp
           out TCCR1B,tmp
Not128:  pop tmp
           out sreg,tmp
           pop tmp
           reti
.EQU SRXbyte1=(RAMEND-69)
.EQU SRXbyte2=(RAMEND-70)
.EQU SRXbyte3=(RAMEND-71)
Priemnik_RX:clr error
           rcall Suart_Rx
           sts SRXbyte1,U_byte
           rcall Suart_Rx
           sts SRXbyte2,U_byte
           rcall Suart_Rx
           sts SRXbyte3,U_byte
           lds tmp,SRXbyte1
           tst tmp
           breq Rx_error

```

```

        lds tmp,SRXbyte2
        lds tmp2,SRXbyte3
        cp tmp,tmp2
        brne Rx_error
        rjmp End_pr
Rx_error:  ser tmp
          mov error,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
        in tmp,DDRD
        ori tmp,0b00110000
        out DDRD,tmp
        clr error
        clr tmp3
        ldi ZL,low(I2C_RTCA)
        ldi ZH,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
        ld tmp,Z
Nextbyt: ldi tmp2,8
Nextbit: cbi PORTD,SCL
        sbi DDRD,DDD4
        rol tmp
        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
    brne Nextbit
    cbi PORTD,SCL
    cbi DDRD,DDD4
    ldi delay,5
    rcall DELAY_P
    sbi PORTD,SCL
    clr tmp2
ACNOLDG: sbis PIND,PIND4
    rjmp Ok_RTC
    inc tmp2
    cpi tmp2,0xff
    breq timeout
    rjmp ACNOLDG
timeout: ldi tmp,255
    mov error,tmp
    sbi PORTD,SCL
    sbi PORTD,SDA
    ret
Ok_RTC:    inc tmp3
    cpi tmp3,10
    breq End_RTC
    ld tmp,-Z
    rjmp Nextbyt
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
    out UDR,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
           out UDR,tmp
           cpi tmp,DLE
           brne ADR_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

```

; 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
           out UDR,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
        out UDR,tmp
        cpi tmp,DLE
        brne ADDR_inc
PR_UDR2: sbis USR,UDRE
        rjmp PR_UDR2
        ldi tmp,DLE
        out UDR,tmp
ADDR_inc:adiw ZL,1
        lds tmp,PropA1
        cp ZH,tmp
        brlo Sled_Bt
        rjmp Sled_Bt
END_Prtx:rcall TX_END
        Ret
```

ДОДАТОК Ж

Блок-схема алгоритму аналізу даних корелометра

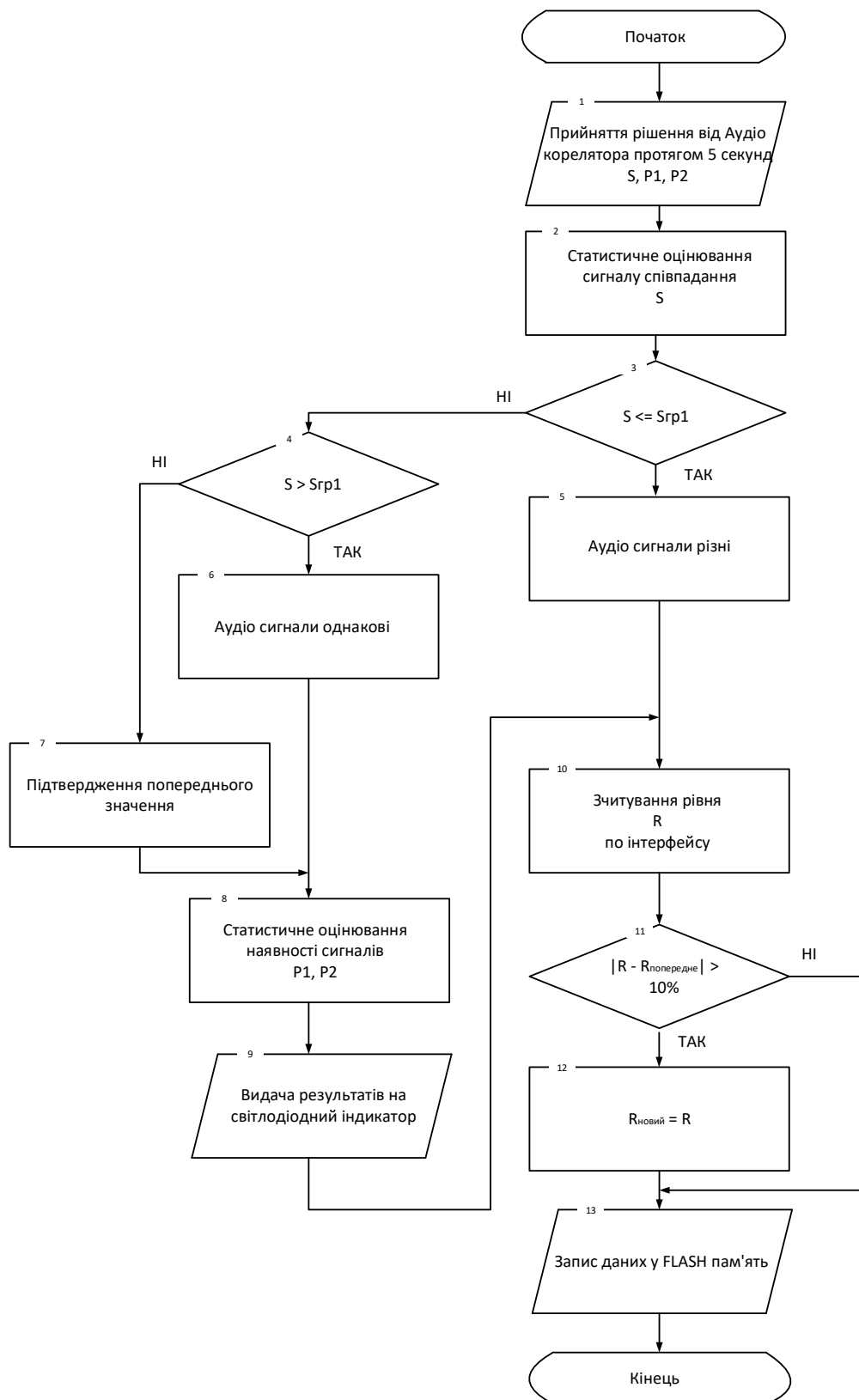


Рисунок Ж.1 — Блок-схема алгоритму аналізу даних корелометра

ДОДАТОК К

Протокол перевірки навчальної (кваліфікаційної) роботи

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ НАВЧАЛЬНОЇ (КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ) РОБОТИ

Назва роботи: Комп'ютерна система моніторингу регіонального радіомовлення

Тип роботи: _____ магістерська кваліфікаційна робота

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

Підрозділ _____ кафедра обчислювальної техніки, ІКІ-20м

(кафедра, факультет (інститут), навчальна група)

Науковий керівник _____ Крупельницький Л.В., доц. кафедри ОТ

(прізвище, ініціали, посада)

Показники звіту подібності

Plagiat.pl (StrikePlagiarism)		Unicheck	
КП1		Оригінальність	94,3
КП2			
Тривога/Білі знаки	/	Схожість	5,7

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 _____

(підпис)

Дорошенко В. _____

(прізвище, ініціали)

Опис прийнятого рішення

Ступінь оригінальності роботи відповідає вимогам, що висуваються до МКР

Особа, відповідальна за перевірку _____

(підпис)

Захарченко С.М. _____

(прізвище, ініціали)