

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики і електротехніки

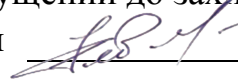
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій

(повна назва кафедри)

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри



В. М. Рябенський

д.т.н., професор

« 16 » червня 2025 р.

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: **Автоматизована система прийому, обробки та запису Інтернет-радіомовлення**

Виконав: студент

4391 групи

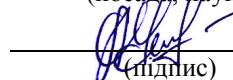


А.О. Кордюк

Керівник роботи:

д.т.н., професор

(посада, науковий ступінь, вчене звання)



О.О. Ушкаренко

м. Миколаїв – 2025 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки

Кафедра	програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій
Спеціальність	172 «Телекомунікації та радіотехніка»
Освітня програма	Телекомунікації

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

 О.К.Жук
(підпис)

« 14 » квітня 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр» (освітньо-кваліфікаційний рівень)

Студенту Кордюку Андрію Олександровичу

1. Тема роботи Автоматизована система прийому, обробки та запису Інтернет-радіомовлення

керівник роботи Ушкаренко Олександр Олегович, д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ректора № УЧ-343 від «23» квітня 2025 року

2. Термін подання роботи 10.06.2025 р.

3. Вихідні дані по роботі Аудіопотоки Інтернет-радіостанцій, що передаються через мережу за допомогою протоколів HTTP, RTSP, RTP, Icecast, Shoutcast; формати потокового аудіо: MP3, AAC, OGG, WAV. Методи обробки аудіо сигналів: фільтрація шуму, нормалізація гучності та конвертація у вибраний формат.

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів)

1. Теоретичні аспекти побудови радіоприймальних пристроїв

2. Огляд інженерних рішень радіоприймальних пристроїв

3. Розробка програмних засобів для отримання та зберігання даних

4. Охорона праці

5. Перелік презентаційних матеріалів

1. Види радіоприймачів. 2. Структурна схема попереднього інженерного рішення.

3. Алгоритм взаємодії клієнтської програми з сервером Інтернет-радіо.

4. Структура WAVE-файлу.

5. Інтерфейс розробленого програмного забезпечення.

6. Загальна структура комп'ютеризованої системи приймання та запису радіостанцій

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Тубальцев А.М.		

7. Дата видачі завдання « 24 » квітня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Збір відомостей та отримання попередньої інформації по темі кваліфікаційної роботи.	14.03.2025 р.	виконано
2.	Теоретичне комплексне проектування системи	28.03.2025 р.	виконано
3.	Розробка алгоритмів та створення інтерфейсу програмних засобів	23.04.2025 р.	виконано
4.	Розробка алгоритмів роботи програми для отримання звукових даних, їх обробки та запису	16.05.2025 р.	виконано
5.	Діагностика та відлагодження розроблених програмних засобів	29.05.2025 р.	виконано
6.	Підготовка розділу з охорони праці	05.06.2025 р.	виконано
7.	Оформлення кваліфікаційної роботи, підготовка графічної частини та доповіді	10.06.2025 р.	виконано

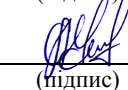
Студент


(підпис)

А.О. Кордюк

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

О. О. Ушкаренко

(прізвище та ініціали)

Анотація

У бакалаврській кваліфікаційній роботі, яку представлено на 64 сторінках, розглянуто розробку автоматизованої системи прийому, обробки та запису Інтернет-радіомовлення. Проведено аналіз сучасних технологій потокового аудіо, протоколів передачі даних та методів обробки сигналів. Визначено основні вимоги до системи, розроблено її структурну схему та алгоритм функціонування. У роботі реалізовано програмне забезпечення для прийому та декодування потокового аудіосигналу, його обробки та збереження у зручному форматі. Використано сучасні програмні засоби та бібліотеки для обробки аудіо. Проведено тестування системи, яке підтвердило її ефективність та коректність роботи. Розроблена система може бути використана для створення архівів радіопередач, автоматичного моніторингу ефіру та збереження контенту для подальшого аналізу.

Ключові слова: Інтернет-радіо, потокове аудіо, автоматизована система, обробка сигналів, запис аудіо.

Abstract

The bachelor's qualification work, which contains 64 pages, focuses on the development of an automated system for receiving, processing, and recording Internet radio broadcasts. The study analyzes modern streaming audio technologies, data transmission protocols, and signal processing methods. The main system requirements are defined, and its structural diagram and operating algorithm are developed. The project includes the implementation of software for receiving and decoding streaming audio signals, processing them, and saving them in a convenient format. Modern software tools and audio processing libraries have been utilized. System testing confirmed its efficiency and correctness. The developed system can be used for radio program archiving, automatic broadcast monitoring, and content storage for further analysis.

Keywords: Internet radio, streaming audio, automated system, signal processing, audio recording.

ЗМІСТ

Зміст	4
Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень та термінів..	5
Вступ.....	6
Розділ 1. Теоретичні аспекти побудови радіоприймальних пристроїв.	9
1.1. Типи та особливості радіоприймачів	9
1.2. Опис регенеративного радіоприймача	12
1.3. Супергенеративний радіоприймач	15
1.4. Промислові аналоги розроблюваної системи.....	17
Розділ 2. Огляд інженерних рішень радіоприймальних пристроїв	21
2.1. Опис радіоприймача УКХ діапазону.....	21
2.2. Елементна база, що використовується в радіоприймачах	24
2.3. Структура УКХ ЧМ радіоприймача	26
2.4. Огляд існуючих програмних засобів.....	27
Розділ 3. Розробка програмних засобів для отримання за зберігання даних	34
3.1. Розробка блок-схеми алгоритму програми.....	34
3.2. Опис роботи програми	38
3.3. Розробка інтерфейсу користувача програмних засобів.....	39
Розділ 4. Охорона праці	43
4.1. Вступ.....	43
4.2. Шкідливі та потенційно небезпечні фактори	44
4.3. Розрахунок загального освітлення	47
4.4. Заходи з техніки безпеки	48
Висновки	50
Список використаних джерел	52
Додаток А.....	55
Лістинг програми для роботи з аудіо системою комп'ютера	55
Додаток Б	61
Лістинг для створення інтерфейсу програми	61

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

АЦП – Аналого-цифровий перетворювач
 ЦАП – Цифрово-аналоговий перетворювач
 ІР – Інтернет-протокол
 СУО – Система управління обробкою
 ПК – Персональний комп'ютер
 СБД – Система баз даних
 УВЧ – Ультрависокі частоти
 МПЗ – MPEG Audio Layer 3 (Аудіокодек третього рівня MPEG)
 AAC – Розширене аудіокодування
 ШТУ – Шумові технічні ускладнення
 СОМ – Серійний порт передачі даних
 СКУД – Система контролю та управління доступом
 РТП – Протокол транспортування в реальному часі
 ППЗ – Програмне забезпечення
 ТМЗ – Технічні метадані запису
 МРЗ – Аудіокодек третього рівня MPEG
 OGG – Формат аудіо з відкритим кодом
 WAV – Формат аудіофайлу хвильової форми
 URL – Uniform Resource Locator (Уніфікований локатор ресурсів)
 API – Інтерфейс програмування додатків
 FFmpeg – Відкрите програмне забезпечення для роботи з аудіо і відео потоками
 SoX – Sound eXchange (Утиліта для обробки аудіофайлів)

					172.4391.КР.ПЗ.Скорочення	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ВСТУП

Інтернет-радіо є одним із найпоширеніших методів передачі аудіоконтенту через глобальну мережу, що дозволяє користувачам слухати музику, новини, програми та інший контент у реальному часі. Однак для ефективного управління потоковими аудіосигналами, їх обробки та запису необхідно застосовувати спеціалізовані автоматизовані системи, які забезпечують високу якість звучання, збереження метаданих та інтеграцію з різними пристроями та платформами. Розробка таких систем є актуальною в умовах зростаючого попиту на автоматизовані рішення для створення та зберігання архівів радіо контенту.

У сучасному світі, де доступ до Інтернет-радіо можливий практично з будь-якого пристрою, від смартфонів до комп'ютерів, автоматизація процесів прийому, обробки та запису радіо-потоків має важливе значення для збереження контенту та подальшого аналізу. Ці технології знаходять застосування в радіоіндустрії, архівах медіа-компаній, а також у сфері моніторингу та аналізу ефіру.

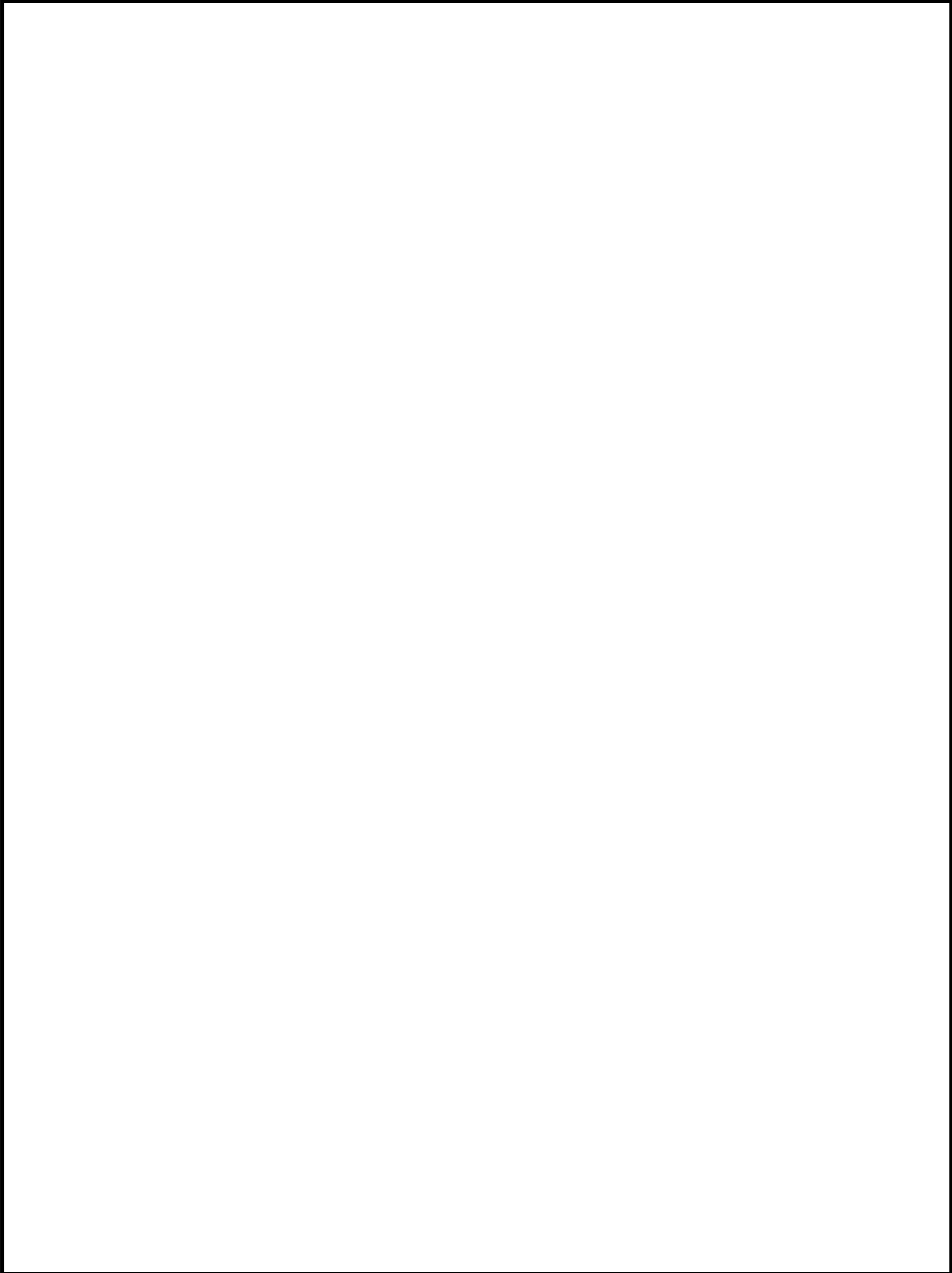
Метою цієї бакалаврської роботи є розробка автоматизованої системи прийому, обробки та запису Інтернет-радіомовлення. Система повинна забезпечувати прийом потокового аудіосигналу, його обробку та збереження у зручному форматі для подальшого використання, а також надавати інтерфейс для контролю та моніторингу. Оскільки одна з головних вимог – це якість сигналу при мінімальних затратах ресурсів, система повинна бути ефективною та надійною в умовах роботи з різними типами аудіо форматів та протоколів передачі даних.

Для досягнення цієї мети в роботі проводиться дослідження існуючих технологій потокового аудіо, вибір методів обробки сигналів, а також розробка програмного забезпечення для автоматизації процесів. Використовуються такі протоколи, як HTTP, RTSP, RTP, що забезпечують зручний доступ до аудіо потоків у реальному часі, а також популярні аудіоформати, такі як MP3, AAC, OGG.

					172.4391.КР.ПЗ.Вступ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

У результаті розробки буде створена система, що може бути використана для архівування радіо контенту, автоматичного моніторингу ефіру, а також для забезпечення збереження важливої інформації та аналізу отриманих аудіо потоків.

					172.4391.КР.ПЗ.Вступ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		



					172.4391.КР.ПЗ.Р1			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробник		Кордюк А.О.			Теоретичні аспекти побудови радіоприймальних пристроїв	Літ.	Арк.	Аркуші
Консультант							8	
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова		
Керівник		Ушкаренко О.О.						
Зав. каф.		Рябенський В. М.						

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПОБУДОВИ РАДІОПРИЙМАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

1.1. Типи та особливості радіоприймачів

У процесі розробки автоматизованої системи прийому, обробки та запису інтернет-радіомовлення важливо проаналізувати наявні теоретичні та практичні напрацювання у сфері обробки аудіосигналів, цифрових комунікацій, протоколів потокової передачі, а також апаратно-програмних засобів реалізації таких систем.

Перш за все, слід звернути увагу на праці, присвячені загальним принципам інформаційних технологій та архітектур систем [1]. У роботі Бабака В.П. [1] розглянуто сучасні інформаційні технології та принципи їх побудови, що є базисом для створення інтегрованих автоматизованих систем.

У контексті прийому та обробки аудіосигналів ключовими є дослідження Глушакова С.В. [2], в яких детально описано теоретичні основи та практичні методи обробки аудіо та відео сигналів. Особливу увагу приділено алгоритмам фільтрації, перетворенням Фур'є та методам кодування сигналів, що може бути використано при реалізації модулів обробки у системі. Також слід виділити праці Лі Ч. [27] та Шмідта Л. [15], які фокусуються на цифровій обробці сигналів у реальному часі, що є критично важливим для інтернет-радіо.

Особливу роль у системі відіграють технології потокової передачі аудіо. Документ RFC 2326 [17] надає специфікацію протоколу RTSP (Real-Time Streaming Protocol), що є стандартом для керування поточним медіа-контентом. Інші протоколи, зокрема HTTP Streaming, розглянуті у роботі Брея Т. [23]. Підтримка таких протоколів у програмному забезпеченні є ключовою для надійної передачі аудіо через мережу.

З огляду на програмні інструменти, FFmpeg [14], [30] виступає як один з найпотужніших інструментів для кодування, декодування, фільтрації та запису потокового аудіо. Він підтримує більшість сучасних форматів та протоколів, а також дозволяє автоматизувати процеси запису та конвертації.

					172.4391.KP.ПЗ.Р1	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

Також варто згадати бібліотеки PortAudio [20] і PyDub [21], що дозволяють здійснювати обробку аудіо в кросплатформенних середовищах.

Радіоприймач, або радіоприймальний пристрій, – це пристрій, призначений для прийому інформації, що передається електромагнітними хвилями у радіодіапазоні (з довжиною хвилі від кількох тисяч метрів до кількох міліметрів).

За своїм призначенням радіоприймачі поділяються на радіомовні, зв'язкові, навігаційні, радіолокаційні, вимірювальні тощо.

Залежно від діапазону прийнятих частот виділяють довгохвильові, середньохвильові, короткохвильові, ультракороткохвильові, а також універсальні (всехвильові) приймачі.

За особливостями функціональної схеми розрізняють детекторні, приймачі прямого підсилення, регенеративні, прямого перетворення та супергетеродинні радіоприймачі.

Детекторний приймач є найпростішим типом радіоприймача. Його конструкція включає коливальний контур, до якого підключені антена та заземлення, а також діодний (або кристалічний у старих моделях) детектор, що здійснює демодуляцію амплітудно-модульованого сигналу. Отриманий сигнал звукової частоти зазвичай відтворюється високоомними навушниками.

Для прийому навіть потужних радіостанцій детекторний приймач потребує антени довжиною кілька метрів і правильного заземлення. Його головною перевагою є відсутність необхідності у зовнішньому живленні, а також можливість складання з найпростіших компонентів.

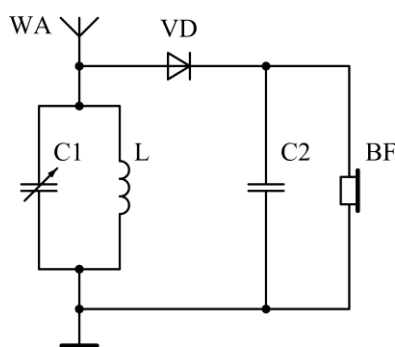


Рисунок 1.1 – Принципова схема найпростішого радіоприймача

					172.4391.KP.ПЗ.Р1	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		10

На рис. 1.1 зображено схему найпростішого детекторного приймача. Він містить антену WA та заземлення, які підключені до коливального контуру, що складається з котушки індуктивності L та налаштовуваного конденсатора C1. Також у схемі присутній діодний детектор на діоді VD, фільтр нижніх частот, утворений конденсатором C2 і опором навушників BF, а також самі навушники.

Радіоприймач прямого підсилення належить до найпростіших типів радіоприймачів. Його блок-схема наведена на рис. 1.2.

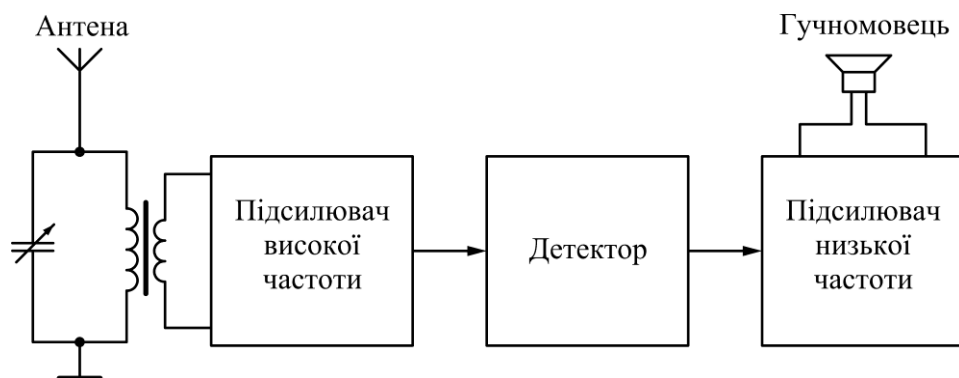


Рисунок 1.2 – Блок-схема детекторного радіоприймача

Радіоприймач прямого підсилення складається з коливального LC контуру, кількох каскадів підсилення високої частоти, діодного детектора та каскадів підсилення низької частоти. Коливальний контур відповідає за виділення сигналу потрібної радіостанції, а його частота налаштовується за допомогою змінного конденсатора. До нього підключають антену, а в деяких випадках – і заземлення.

Сигнал, виділений коливальним контуром, передається на підсилювач високої частоти (ПВЧ), що зазвичай складається з кількох каскадів широкосмугових транзисторних підсилювачів. Після ПВЧ сигнал надходить на діодний детектор, де відокремлюється звукова частота, яка потім підсилюється каскадами підсилювача низької частоти (ПНЧ) і подається на динамік або навушники.

У літературі приймачі прямого підсилення класифікують за кількістю каскадів підсилювачів високої та низької частот. Позначення n-V-m означає n

					172.4391.KP.ПЗ.Р1	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		11

каскадів ПВЧ, детектор (V) та m каскадів ПНЧ. Наприклад, приймач із одним каскадом ПВЧ і одним каскадом ПНЧ позначають 1-V-1. Детекторний приймач, як окремий випадок приймача прямого підсилення, має позначення 0-V-0.

Основною перевагою приймачів прямого підсилення є простота конструкції, що дозволяє їх зібрати навіть початківцям. Такі пристрої доступні у вигляді радіоконструкторів, що містять необхідні деталі для складання.

На відміну від супергетеродинних приймачів, приймачі прямого підсилення не створюють паразитних випромінювань, що важливо для забезпечення їхньої прихованості. Водночас їхній головний недолік – низька селективність, тобто недостатнє придушення сигналів сусідніх станцій. Через це вони ефективні лише для потужних радіостанцій у довгохвильовому та середньохвильовому діапазонах, де хвилі мають обмежений радіус поширення.

Через низьку селективність промислове виробництво таких приймачів не ведеться, і вони здебільшого використовуються в радіоаматорській практиці. Однак їхню схему застосовували, зокрема, у трьохпрограмних дротових приймачах та першому радянському телевізорі КВН, що працював у метровому діапазоні хвиль із достатньо широкими каналами для забезпечення прийнятної селективності.

1.2. Опис регенеративного радіоприймача

Регенеративний радіоприймач (регенератор) – це радіоприймач, у якому використовується позитивний зворотний зв'язок в одному з каскадів підсилення радіочастоти. Він має вищу чутливість (обмежену рівнем шумів) і вибірковість (обмежену стабільністю параметрів) порівняно з приймачами прямого підсилення, але характеризується меншою стійкістю роботи.

Регенератор забезпечує максимальну ефективність використання одного підсилювального елемента. Через це, на ранніх етапах розвитку

					172.4391.KP.ПЗ.P1	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

радіотехніки, коли лампи, пасивні компоненти та джерела живлення були дорогими, такі приймачі широко застосовувалися у професійній, аматорській та побутовій техніці. Зокрема, у 1930 році саме регенеративний приймач використовувався Е.Т. Кренкелем для встановлення рекорду дальності радіозв'язку під час антарктичної експедиції Р.Е. Бьорда.

Однак із поширенням наприкінці 1930-х років змішувальних ламп-гептод і кварцових фільтрів проміжної частоти, супергетеродинні приймачі значно перевершили регенератори за стабільністю та вибірковістю. До кінця 1940-х років вони майже повністю витіснили регенеративні приймачі зі серйозних застосувань, залишивши їх лише в радіоаматорських конструкціях.

Переваги регенеративного приймача:

- Вища чутливість і вибірковість порівняно з приймачами прямого підсилення та простими супергетеродинами.

- Простота конструкції та низька вартість.

- Низьке енергоспоживання.

- Відсутність побічних каналів прийому та самоуражених частот.

Недоліки:

- Генерує перешкоди під час роботи в режимі генерації.

- Висока чутливість і вибірковість досягаються за рахунок зниження стабільності роботи.

- Вимагає від користувача розуміння принципу роботи.

Схему регенеративного радіоприймача зображено на рис. 1.3.

					172.4391.КР.ПЗ.Р1	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

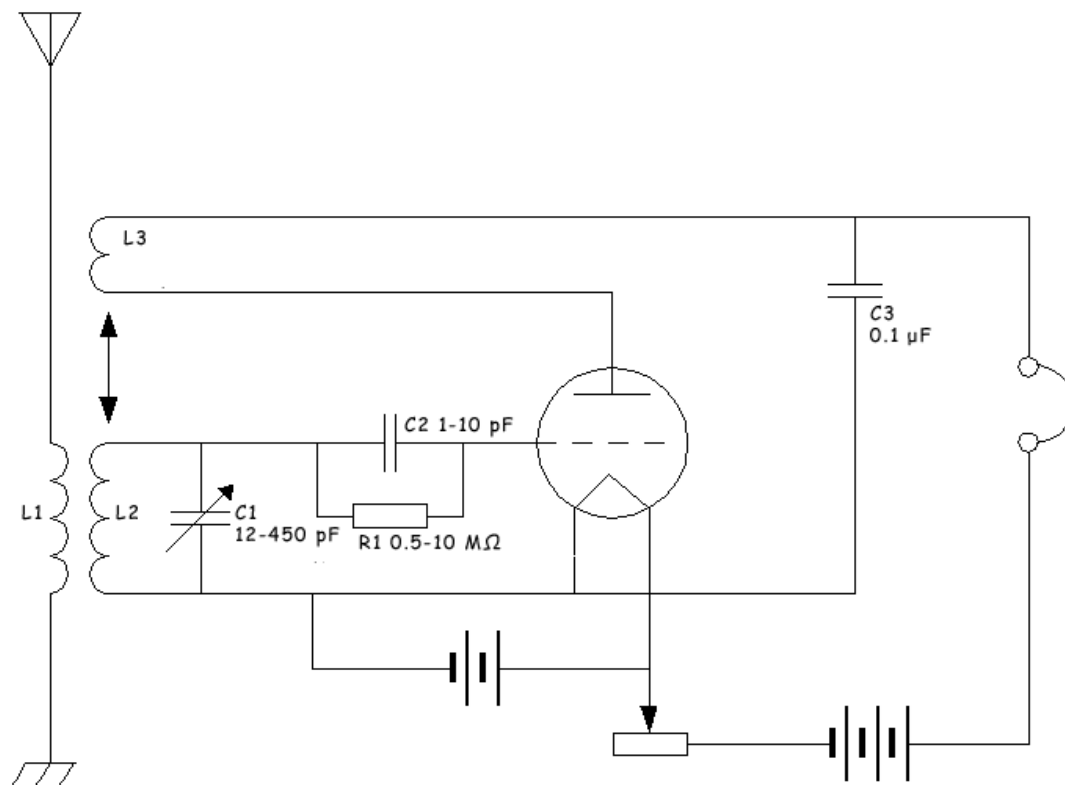


Рисунок 1.3 – Схема регенеративного радіоприймача

У регенеративному приймачі добротність Q коливального контуру підвищується шляхом компенсації частини втрат за рахунок енергії підсилювача, тобто введення позитивного зворотного зв'язку. (Добротність дорівнює відношенню резонансного опору до опору втрат, тобто $Q = \frac{Z}{R}$).

Позитивний зворотний зв'язок, компенсуючи частину втрат, вносить деякий негативний опір:

$$Q_{\text{neg}} = \frac{Z}{R - R_{\text{neg}}}.$$

Коефіцієнт регенерації:

$$M = \frac{Q_{\text{neg}}}{Q} = \frac{R}{R - R_{\text{neg}}}.$$

При збільшенні зворотного зв'язку коефіцієнт регенерації MMM та добротність теоретично можуть зростати до нескінченності. Однак, на практиці їх зростання обмежується стабільністю параметрів схеми. Якщо

коефіцієнт підсилення зміниться надто сильно, регенератор може або перейти в режим генерації (при збільшенні підсилення), або втратити значну частину чутливості та вибіркової (при зменшенні підсилення).

Щоб забезпечити стабільність роботи та плавне регулювання поблизу порога генерації, необхідно передбачити негативний зворотний зв'язок за рівнем сигналу або автоматичний регулятор рівня (АРР). У схемі, наведеній на рис. 1.3, такий механізм реалізується за допомогою кола $R1-C2R_1-C_2$ (так званий грідлік, від англ. *grid leak* – «витік сітки»). Сигнал детектується «уявним» діодом, який утворюється між сіткою та катодом лампи, і виділяється на резисторі $R1R_1$. Його змінна складова посилюється та відтворюється у навушниках, а постійна складова зміщує робочу точку лампи, зменшуючи її підсилення. Без такого регулювання зворотний зв'язок буде занадто чутливим: при виході регенератора в генерацію амплітуда коливань обмежиться лише напругою живлення, а для припинення генерації потрібно буде значно знизити рівень зворотного зв'язку (явище гістерезису). Через це такий підсилювач не підходить для використання як регенератор.

1.3. Супергенеративний радіоприймач

Супергетеродин – це радіоприймач, що працює за принципом перетворення вхідного сигналу у сигнал фіксованої проміжної частоти (ПЧ) з подальшим його підсиленням. Його спрощена структурна схема зображена на рис. 1.4.

Прийнятий радіосигнал надходить з антени до підсилювача високої частоти (ПВЧ), який у простіших варіантах може бути відсутнім, а потім до змішувача. Змішувач – це елемент, що виконує перетворення частоти сигналу. Другий вхід змішувача отримує сигнал від гетеродину – малопотужного локального генератора високої частоти.

					172.4391.KP.ПЗ.Р1	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Частота гетеродину налаштовується одночасно з вхідним контуром змішувача (а також контурами ПВЧ). На виході змішувача утворюються два сигнали – із частотою, рівною сумі та різниці частот гетеродину та прийнятої радіостанції. За допомогою фільтра виділяється різницевий сигнал проміжної частоти, який підсилюється в кількох каскадах. Після цього він надходить на демодулятор, який відновлює сигнал низької (звукової) частоти.

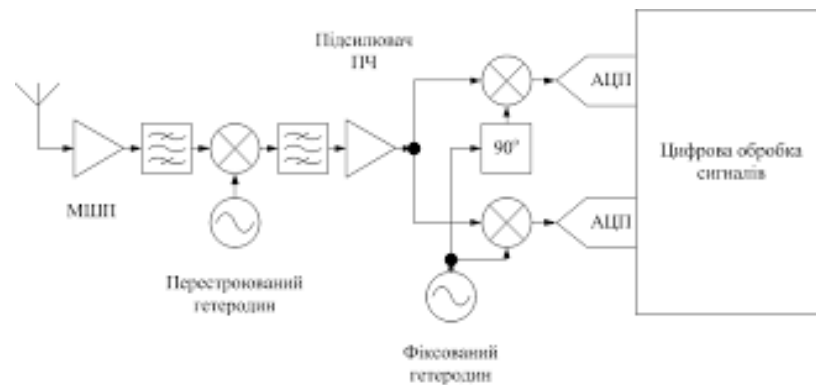


Рисунок 1.4 – Спрощена структурна схема

У звичайних приймачах, що працюють у діапазонах довгих, середніх і коротких хвиль, проміжна частота зазвичай становить 455 або 465 кГц, тоді як в ультракороткохвильових приймачах вона дорівнює 6,5 або 10,7 МГц. На цих частотах заборонено роботу будь-яких радіостанцій у світі.

Основною перевагою супергетеродинного приймача є те, що для його налаштування потрібно змінювати частоту лише невеликої кількості контурів, а також можливість отримання значного підсилення на проміжній частоті. Однак одним із головних недоліків є наявність дзеркального каналу прийому – паразитного сигналу, який не може бути повністю відфільтрований на проміжній частоті.

Наприклад, якщо приймач налаштований на радіостанцію з частотою 70 МГц, а частота гетеродину становить 76,5 МГц, на виході фільтра проміжної частоти (ПЧ) з'явиться корисний сигнал з частотою 6,5 МГц. Проте якщо потужна радіостанція працює на частоті 83 МГц, її сигнал також може потрапити на вхід змішувача, створюючи різницевий сигнал ($83 - 76,5$)

= 6,5 МГц, який не буде придушений. У такому випадку виникають перешкоди під час прийому.

Щоб зменшити вплив дзеркального каналу, часто використовують подвійне або навіть потрійне перетворення частоти. Незважаючи на складність конструкції та налаштування, такі приймачі стали стандартом у професійному та аматорському радіозв'язку.

1.4. Промислові аналоги розроблюваної системи

Промисловим аналогом системи, що розробляється в межах цього дипломного проєкту, є радіотюнер. FM-тюнер забезпечує прийом сигналів радіостанцій та їхню подальшу передачу на інші пристрої, зокрема для запису (на CD- або DVD-рекордери) чи відтворення (через акустичні системи). Сучасні моделі FM-тюнерів здатні приймати широкий діапазон частот, а деякі з них оснащені вбудованими підсилювачами, що дозволяє забезпечити якісний прийом навіть у зонах слабого сигналу.

Компанія ALPS ELECTRIC випустила модуль FM-тюнера TSM-1, призначений для мобільних пристроїв. Раніше для реалізації функції FM-радіоприйому в мобільних пристроях використовувалася окрема мікросхема разом із зовнішніми компонентами, що ускладнювало конструкцію та вимагало дотримання електромагнітної сумісності. TSM-1 пропонує інноваційне рішення: усі необхідні компоненти інтегровані у компактний модуль ($5,9 \times 5,9 \times 1,4$ мм), захищений екраном, який мінімізує зовнішні перешкоди та знижує вплив тюнера на інші електронні блоки пристрою. Це не лише покращує якість прийому, а й спрощує розробку нових пристроїв та скорочує час їхнього виходу на ринок. Серед основних характеристик TSM-1: низьке енергоспоживання (струм 8 мА при напрузі живлення 2,85 В), висока чутливість та підтримка діапазонів мовлення Японії, Європи і США (76–108 МГц).

Компанія SANYO також представила мініатюрний FM-тюнер LV24000PL, розроблений для портативних пристроїв, таких як смартфони та

					172.4391.KP.ПЗ.Р1	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

мобільні телефони. За прогнозами експертів, у майбутньому близько третини мобільних телефонів будуть оснащені FM-радіоприймачами. Раніше для роботи FM-тюнерів у мобільних пристроях потрібно було використовувати додаткові плати з численними компонентами (від 10 до 40 елементів, зокрема резисторів, конденсаторів і діодів), необхідними для резонансного контуру демодуляції або фазового автопідстроювання частоти. Нова мікросхема LV24000PL об'єднує всі необхідні елементи в одному чипі розміром $5 \times 5 \times 0,8$ мм. Крім базової моделі, компанія SANYO представила кілька її модифікацій: LV24100PL із підтримкою АМ-діапазону, LV24010PL із системою RDS (Radio Data System), LV24001PL із функцією вибору джерела та LV24002PL з інтегрованим підсилювачем для навушників.

Серед готових пристроїв, що використовують подібні технології, можна виділити Rrec-4 – автономний чотириканальний реєстратор (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 – Автономний чотириканальний реєстратор

Реєстратор Rrec-4 є пристроєм, призначеним для запису аудіосигналів з телефонної лінії або будь-яких аналогових джерел на вбудований жорсткий диск. Він підтримує одночасний запис до чотирьох каналів та забезпечує можливість заміни жорсткого диска або зчитування даних через інтерфейс USB 2.0. Перед збереженням звукові сигнали кодуються у формат MP3.

Пристрій дозволяє паралельно записувати аудіосигнали з чотирьох незалежних каналів, має окреме керування кожним аудіовходом та забезпечує індикацію запису для кожного з них. Чутливість входів можна налаштовувати програмно, а якість кодування аудіосигналів – змінювати

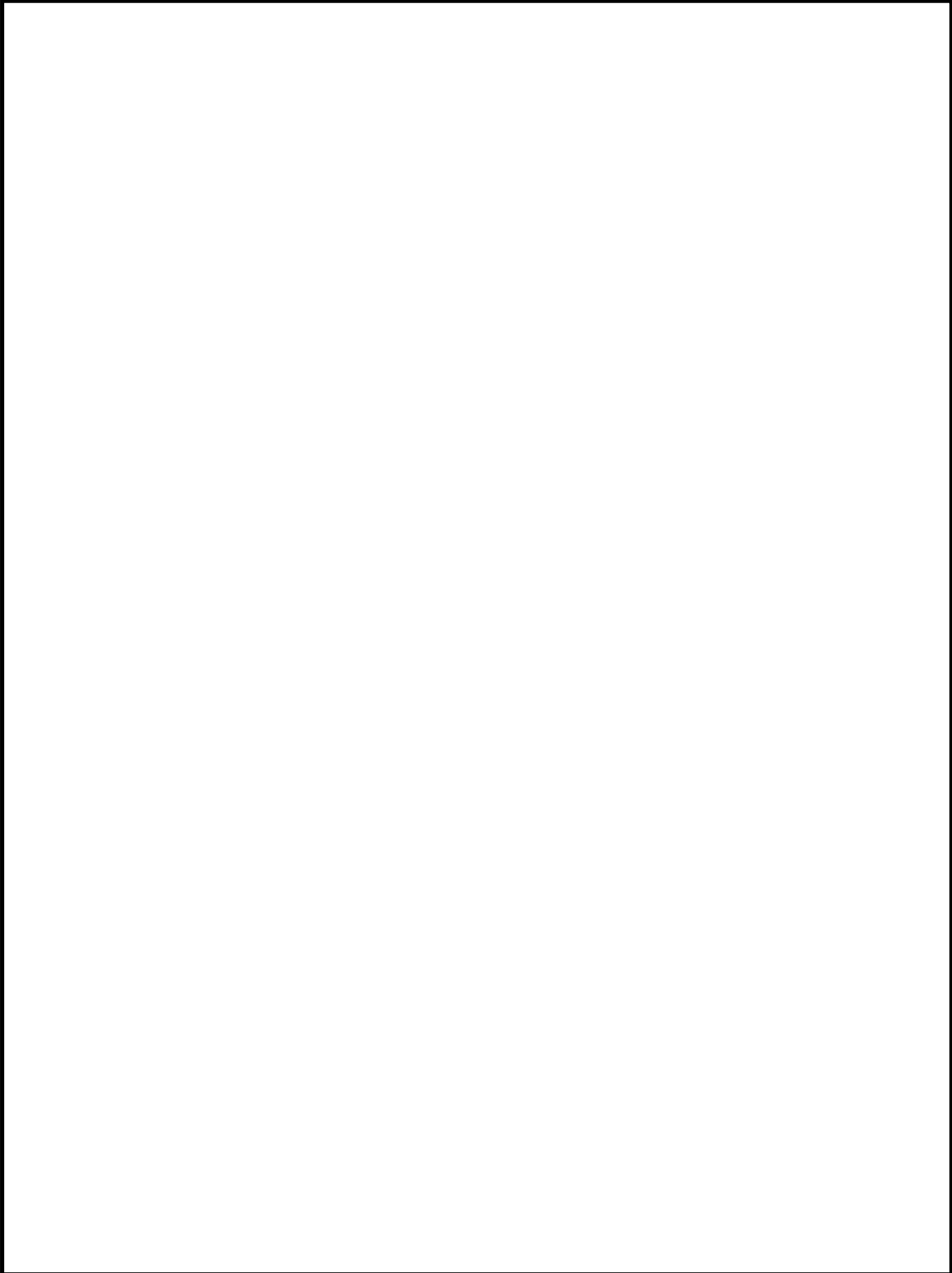
					172.4391.KP.ПЗ.Р1	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

відповідно до потреб користувача. Також передбачена можливість вибору активних рівнів керуючих сигналів та активації системи голосового керування (VAS). Для зручності використання реєстратор оснащений функцією швидкого форматування жорсткого диска та вбудованим годинником реального часу.

Серед основних технічних параметрів пристрою: частота оцифрування становить 44,1 кГц, розрядність кодека – 16 біт, підтримується жорсткий диск формату 2,5 дюйма з максимальним обсягом до 128 ГБ. Живлення здійснюється від джерела 5 В, а споживаний струм без урахування жорсткого диска складає 450 мА. Габарити пристрою – 130 × 65 × 30 мм.

До базового комплекту постачання входить сам реєстратор із жорстким диском об'ємом 120 ГБ, мережний адаптер для живлення у діапазоні 110-220 В, кабель USB, диск із програмним забезпеченням, чотири адаптери для запису з телефонної лінії та набір роз'ємів для підключення зовнішніх джерел аудіосигналів та керуючих сигналів.

					172.4391.КР.ПЗ.Р1	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		



					172.4391.КР.ПЗ.Р2			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Огляд інженерних рішень радіоприймальних пристроїв	Літ.	Арк.	Аркуші
Розробник		Кордюк А.О.						
Консультант							20	
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова		
Керівник		Ушкаренко О.О.						
Зав. каф.		Рябенський В. М.						

РОЗДІЛ 2. ОГЛЯД ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ РАДІОПРИЙМАЛЬНИХ ПРИБОРІВ

2.1. Опис радіоприймача УКХ діапазону

У радіотехнічній літературі останніх років з'явилося багато публікацій на тему радіоприймачів УКХ-діапазону, які ефективно працюють в умовах прямої видимості. Однак, моделі старого випуску не підтримують прослуховування радіостанцій верхнього FM-діапазону (88-108 МГц), або ж УКХ-2, як його ще називають.

Практичні аспекти побудови систем на основі ПЛІС детально висвітлено у працях Рябенського В.М. [5–10]. Ці джерела можуть бути корисними при проєктуванні апаратної частини приймального пристрою або при реалізації цифрових фільтрів. Для взаємодії з зовнішніми пристроями через інтерфейси доцільно використовувати рекомендації з [7].

Питання SCADA-технологій, які можуть бути залучені для візуалізації та моніторингу стану системи, добре розкриті у працях Рябенського В.М. [11] та Сергієнка О.Л. [16]. Зокрема, використання автоматного програмування дозволяє адаптувати SCADA-підсистему до специфіки мультимедійних потоків.

Недоліками багатьох існуючих рішень у галузі інтернет-радіомовлення є відсутність адаптивності до змін параметрів потоку, слабка інтеграція з локальними обчислювальними системами та відсутність автоматизованого розкладу запису. Частково ці проблеми можуть бути подолані шляхом впровадження стандартів ISO/IEC (зокрема ISO/IEC 13818-7:2003 [18]), які забезпечують якісне кодування аудіо, та використання стандартів управління якістю, як-от ISO 9001:2015 [31].

Також варто згадати дослідження, присвячені моделюванню цифрових структур, зокрема роботи Махмуда Аль-Суода [29], [28], які пропонують підходи до побудови аналітичних моделей цифрових систем обробки сигналів.

					172.4391.KP.ПЗ.P2	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Як відомо, в Україні до нещодавнього часу для стереорадіомовлення використовувалася лише система з полярною модуляцією (66-74 МГц). У той же час, у країнах Заходу для стерео передач застосовують систему з пілот-тоном. Наприклад, у США та Європі для цього виділений діапазон 88-108 МГц, а в Японії — 76-90 МГц. В останні роки в Україні також почали використовувати систему з пілот-тоном, для чого було відведено діапазон 100-108 МГц.

Зрозумівши переваги роботи в новому FM-діапазоні, багато радіостанцій, що працюють у стерео-режимі, активно переходять на нього. Лише за останнє десятиліття кількість таких радіостанцій у багатьох великих містах значно перевищила кількість тих, що працюють у старому діапазоні УКВ-1 [8].

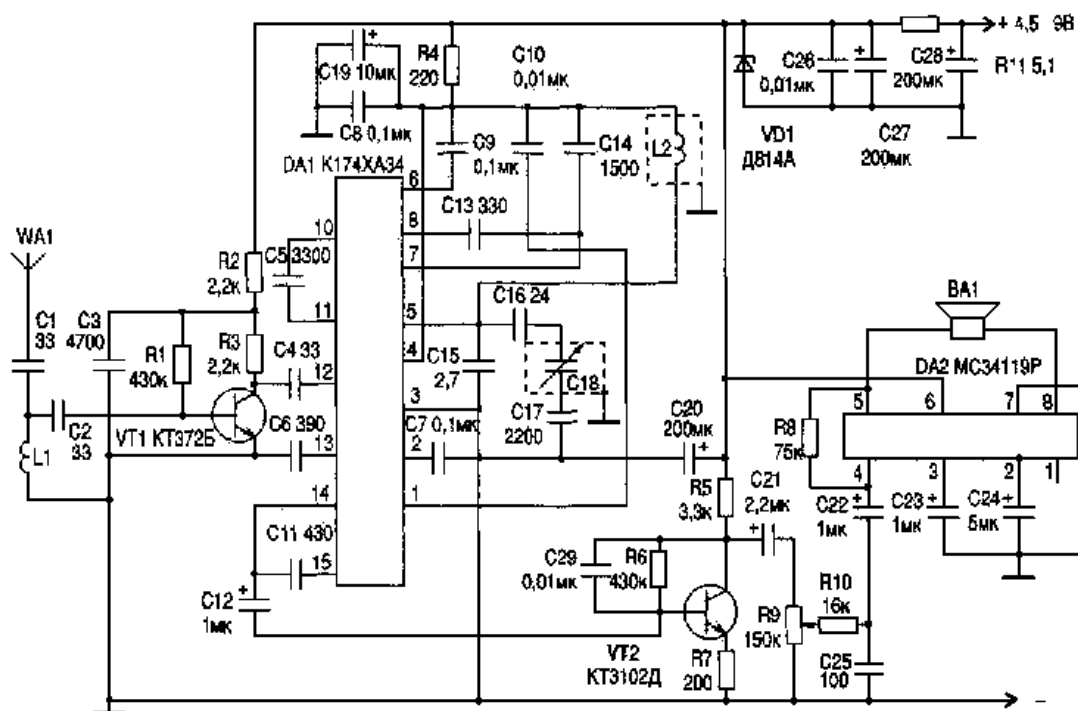


Рисунок 2.1 – Схема УКХ радіоприймача

Схема УКХ-приймача з конденсаторним настроюванням зображена на рис. 2.1. Основу становить однокристальний УКХ ЧМ приймач на мікросхемі K174XA34 (KP174XA34, аналог TDA7021), який підключений за типовою схемою [10-11]. Монтаж виконаний на двосторонній друкованій платі зі

склотекстоліту, яку можна виготовити вдома за кілька годин. Процес монтажу описано в [10]. У публікації збережено номери елементів для зручності монтажу. При складанні необхідно звертати особливу увагу на мінімальну довжину з'єднувальних проводів. Для зручності монтажу для мікросхеми DA1 використано 16-контактну DIP-панель. Для DA2 використана імпортна мікросхема MC34119P, але можна застосувати і аналог K1436УН1. Елементи R1, R4, C1, C18, VT1 і DA1 розміщені на друкованій платі [10]. Плата трохи збільшена для розміщення перемінного конденсатора C18 і додаткових елементів VT2 та УНЧ на мікросхемі DA2. Мікросхема DA2 працює з телефоном на 16 Ом (або відповідним динаміком). Для підвищення чутливості використано УВЧ на транзисторі VT1, а прийом ведеться через телескопічну антену WA1. Для налаштування служить конденсатор змінної ємності C18. Для фільтрації сигналів з частотами нижче 60 МГц на вході УВЧ використаний ВЧ-фільтр C1-L1-C2. Вихід мікросхеми DA1 підключений до широкосмугового підсилювача на транзисторі VT2, після чого НЧ сигнал подається на ФНЧ. Для зменшення шумів при прийомі слабких сигналів на виході підсилювача VT2 застосований простий пасивний фільтр низьких частот (ФНЧ) на елементах R10-C25 з частотою зрізу 70-80 кГц. Після ФНЧ сигнал подається на УНЧ (DA2), який включений за типовою схемою для 16-омного навантаження. Регулювання гучності здійснюється за допомогою резистора R9. Живлення приймача — від джерела напругою 4,5-9 В. За вимірами, при максимальній гучності і напрузі 8 В, споживаний струм складає близько 60 мА.

Мікросхема DA2 фірми Motorola має широкий діапазон напруг живлення (2-16 В) і низький струм споживання (3 мА при $U_{Ж} = 3$ В). Вихідна потужність не менша за 55 мВт при навантаженні 16 Ом та $U_{Ж} = 3$ В. У режимі блокування споживаний струм не перевищує 65 мкА. Завдяки наявності диференціальних входів, мікросхему DA2 можна використовувати як в схемі підсилювача, що інвертує, так і в схемі неінвертуючого з високим

					172.4391.KP.ПЗ.Р2	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

вхідним опором (близько 125 кОм). Коефіцієнт підсилення в цьому випадку становить близько 50, а коефіцієнт гармонік — не більше 0,5% [9].

Використані деталі: мікросхема DA1 — типу K174XA34, KP174XA34, TDA7021; мікросхема DA2 — MC34119P, K1436YH1; транзистори VT1 — KJ372, KT368, VT2 — KT3102, KT342; резистори типу МЛТ, ОМЛТ, С2-13 потужністю 0,25-0,125 Вт, R11 — потужністю 0,5 Вт; конденсатори типу КМ, К53, К50, КЛС, КЮ; змінний резистор R9 типу СП4-1; котушки L1 і L2 намотані проводом ПЕВ-2 діаметром 0,4 мм. Для налаштування спочатку встановлюють режими по постійному струмові для підсилювача ВЧ на VT1, перевіряють напругу на контакті 4 мікросхеми DA1, режим по постійному струмові широкосмугового підсилювача на VT2. Налагодження проводять у режимі прямої видимості радіосигналу. Для налаштування використовують осцилограф і намагаються налаштуватися на працюючі станції, перевіряючи наявність амплітудних збурювань на екрані осцилографа. Модифікація під FM-діапазон (88-108 МГц) буде простішою з конденсатором C18 меншої ємності (наприклад, 10-60 пФ). Екранування частин приймача виконується мідною або латунною фольгою. Після збору та налаштування монофонічного приймача можна спробувати зібрати стереоприймач, використовуючи стереодекодер KP174XA51 [12].

2.2. Елементна база, що використовується в радіоприймачах

Радіоприймачі УКХ-діапазону з частотною модуляцією, що забезпечують низький рівень атмосферних і промислових перешкод, відрізняються високою якістю звучання. Перелік радіодеталей, наданий нижче, дозволяє зібрати УКХ ЧМ радіоприймач на основі мікросхеми KC1066XA1 (аналог TDA7000 від фірми PHILIPS). Мікросхема включає регулятор безшумного настроювання, який відкриває тракт звукових частот тільки при наявності сигналу від прийнятої радіостанції.

					172.4391.KP.ПЗ.Р2	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

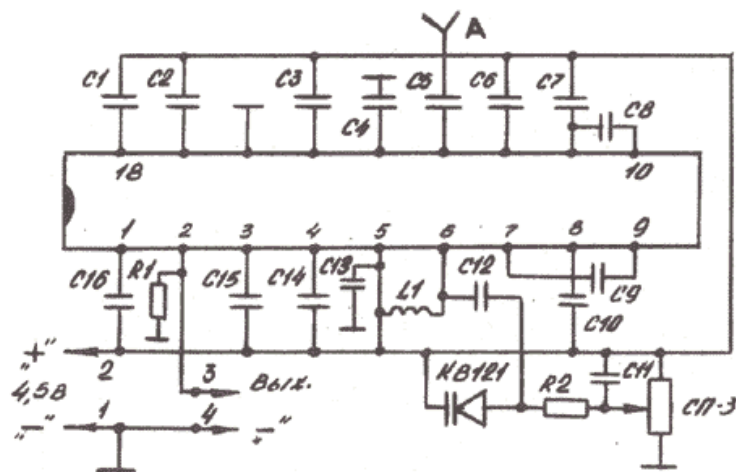


Рисунок 2.2 – Мікросхема KC1066XA1

Електронний пристрій, зібраний на основі варикапа KB121A, дозволяє охоплювати вітчизняний УКХ діапазон (65,8-73,0 МГц) або закордонний (88,0-108,0 МГц). Вихід приймача добре узгоджується з будь-яким підсилювачем низької частоти, чий вхідний опір становить не менше 22 кОм (наприклад, підсилювачі на мікросхемах К174УН7, К174УН14 та інші). Якщо напруга живлення підсилювача перевищує 4,5 В, живлення для УКХ-приймача слід подавати через параметричний стабілізатор. До виходу приймача можна підключити стереодекодер, що дозволить приймати стереопередачі.

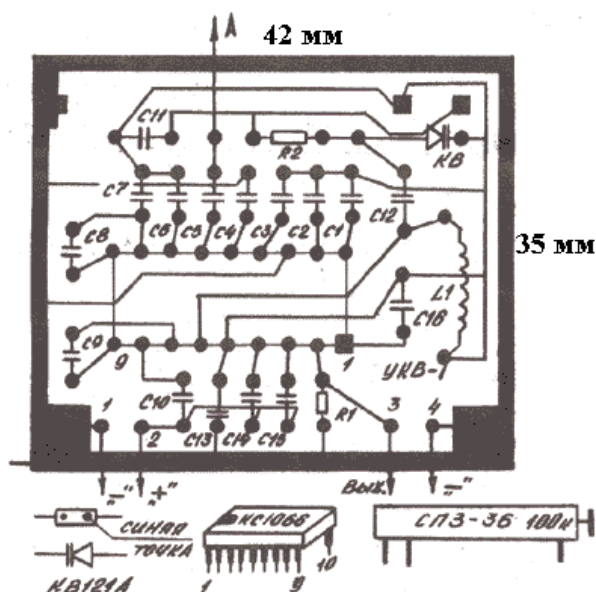


Рисунок 2.3 – Друкована плата радіоприймача

Основні технічні характеристики: діапазон частот – 65,8-73,0 МГц (88-108 МГц); номінальна напруга живлення – 4,5 В; споживаний струм – 8 мА; чутливість – 6 мкВ/м; коефіцієнт гармонік на частоті 1 кГц – 0,7; відношення сигнал/шум – 50 дБ; смуга захоплення АПЧ – 300 кГц; смуга відтворених частот – 10 кГц; вихідна напруга ЗЧ на навантаженні 22 кОм – 70 мВ. Для налаштування приймача необхідно встановити межі діапазону (65,8-73 МГц) за допомогою зміщення витків котушки L1 (котушка має 6-8 витків електричного дроту ПЕЛ 0,41 мм, намотаних на оправці діаметром 3,5 мм з кроком 1 мм, або 3-4 витки для діапазону 88,0-108,0 МГц). Як антена може використовуватись телескопічний штир або невеликий відрізок монтажного дроту довжиною не менше 0,5 м.

Деталі: варикап KB121A; електричний дріт ПЕЛ-0,41 (10 см); мікросхема КС1066ХА1 (або аналог); конденсатори: C1 – 220 пФ; C2 – 330-360 пФ; C3 – 0,1-0,15 мкФ; C4 – 220 пФ; C5 – 220 пФ; C6 – 150 пФ; C7 – 3300 пФ; C8 – 330-360 пФ; C9 – 3300 пФ; C10 – 180 пФ; C11 – 0,01 мкФ; C12 – 220 пФ; C13 – 0,01 мкФ; C14 – 0,01 мкФ; C15 – 0,015-0,022 мкФ; C16 – 0,1-0,15 мкФ; резистори: R1 – 22 кОм; R2 – 100 кОм; R3 – 100 кОм-СПЗ-36.

2.3. Структура УКХ ЧМ радіоприймача

УКХ ЧМ радіоприймач, схема якого показана на рис. 2.5, є простим у виготовленні та налаштуванні. Основою пристрою є інтегральна мікросхема КХА058, яка включає в себе гетеродин, змішувач, УПЧ та детектор. Чутливість приймача на антенному вході становить близько 5 мкВ/м при співвідношенні сигнал/шум 26 дБ. Частота гетеродина залежить від параметрів контуру L1, VD1 і конденсатора всередині мікросхеми. Якщо планується використання приймача з одним радіомікрофоном, можна видалити з схеми елементи VD1, R7, R8, а паралельно котушці L1 додати підстроювальний конденсатор з діапазоном 4-30 пФ, що дозволить покрити весь необхідний діапазон.

					172.4391.KP.ПЗ.P2	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

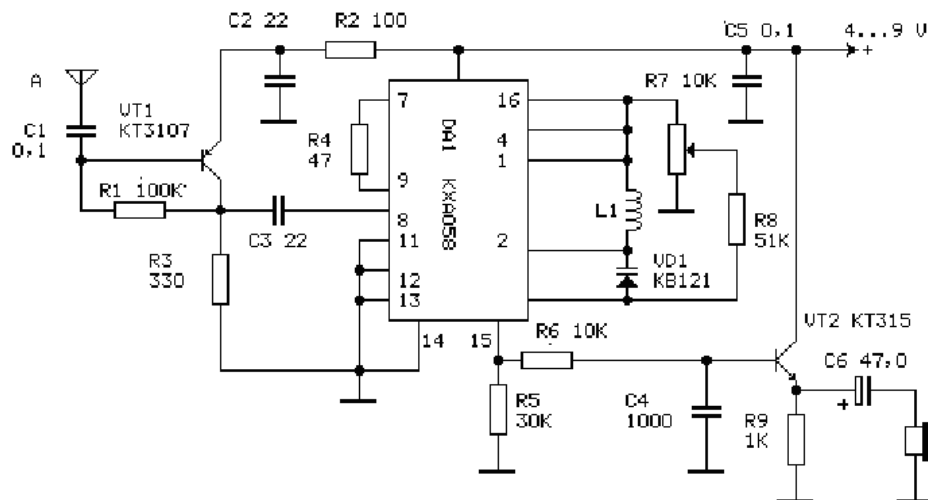


Рисунок 2.5 – Схема УКХ ЧМ радіоприймача

Деталі:

VT1 – KT3128, KT361

VT2 – KT3102

VD1 – KB109, KB122, KB123

L1 – безкаркасна котушка, намотана на оправленні діаметром 3,5 мм:
для діапазону 68-80 МГц – 7 витків електричного дроту ПЕВ 0,4 мм
для діапазону 80-108 МГц – 3 витки того ж дроту.

2.4. Огляд існуючих програмних засобів

У цьому розділі йтиметься про програми, що дозволяють записувати звук, який передається через звукову карту персонального комп'ютера. Навіщо потрібні такі програми? Звукова карта має не тільки виходи для динаміків, але й вхід для мікрофона та лінійний вхід. Мікрофонний вхід використовується для запису звуку з зовнішнього мікрофона, тоді як лінійний вхід дозволяє підключити різні аудіо пристрої, наприклад, радіоприймач або магнітофон. За допомогою програм для запису звуку можна зберігати звук, що надходить на ці входи: підключивши мікрофон, записати голос, а лінійний вхід дозволяє перевести в цифровий формат старі магнітофонні записи. Однак це не обмежує функціонал таких програм.

Якщо у вас є доступ до Інтернету, ви, ймовірно, використовуєте Інтернет-радіо. Це один з найбільш сучасних і прогресивних сервісів, який дозволяє слухати радіо з будь-якої точки світу, де є доступ до Інтернету. Трансляція здійснюється через TCP/IP протокол, і аудіосигнал передається частинами, що потребує більшого з'єднання з провайдером, ніж встановлений бітрейт станції. Можливість слухати радіо є в програмі Windows Media Player, а також в таких програмах, як RealAudio та спеціальних програмах для прослуховування певних радіостанцій. Проте більшість таких програм не дають можливості зберігати аудіо на жорсткому диску. Але все, що відтворюється через звукову карту, можна записати у вигляді звукового файлу за допомогою відповідної програми. У цьому розділі буде розглянуто дві такі програми.

Оскільки звуковий сигнал надходить на звукову карту в аналоговому вигляді, для перетворення його на цифрову форму потрібен аналогово-цифровий перетворювач (АЦП). Усі сучасні звукові карти оснащені АЦП, але їх якість може варіюватися. Щоб зрозуміти, як це працює, треба зробити невеликий теоретичний екскурс. Аналогово-цифрове перетворення здійснюється вимірюванням амплітуди аналогового сигналу через рівні проміжки часу, кожен вимір є семплом. Ці значення — це цілі числа, з яких утворюється цифровий звук. Частота дискретизації визначає, як часто вимірюються амплітуди звукового сигналу, і вона визначає якість звуку. Цілі числа зберігаються в комп'ютері в різних форматах: 8-, 16-, 32- або 64-бітних, а також зі знаком або без. Найважливіше — це розрядність, що визначає кількість біт, що займає кожне число. Сучасні звукові карти можуть працювати з 8-бітним і 16-бітним звуком, деякі — з 32-бітним (хоча на практиці часто використовують 24-бітний звук). Це схоже на кодування зображень, де розрядність пікселів визначає кількість кольорів і якість зображення. Аналогічно, якість звуку залежить від розрядності семплів.

Якщо розрядність семплів аналогічна кількості кольорів у зображенні, то частота дискретизації є аналогом роздільної здатності зображення. Чим

					172.4391.KP.ПЗ.Р2	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

вища частота дискретизації, тим краща якість звуку. Зазвичай використовуються частоти: 4000, 8000, 11025, 16000, 22050, 44100, 48000, 96000 Гц. Вони належать до двох серій кратних значень, що спрощує процес перетворення частоти — передискретизацію. Але оскільки різні організації створювали стандарти кодування цифрового звуку в різний час і з різними цілями, не всі частоти дискретизації є кратними одна одній.

Згідно з теоремою Найквіста-Котельникова, максимальна частота звукового сигналу, яку можна передати при цифровому кодуванні, становить половину частоти дискретизації. Тобто, якщо АЦП працює з частотою дискретизації, наприклад, 24 кГц, то максимально можлива частота в спектрі оцифрованого звуку буде 12 кГц. Однак вхідний аналоговий сигнал, ймовірно, містить складові з частотами, що перевищують 12 кГц. При безпосередньому перетворенні ці складові не зникнуть і можуть викликати спотворення в оцифрованому сигналі, зазвичай у вигляді характерного "деренчання". Для усунення таких спотворень застосовується фільтрація, яка відсікає частоти вище половини частоти дискретизації. Оскільки ідеальні фільтри не існують, на практиці максимальна частота, яку можна записати в цифровому вигляді, часто буває дещо меншою за половину частоти дискретизації.

Крім того, звук може бути багатоканальним. Сучасні звукові карти підтримують різну кількість каналів при відтворенні звуку, але для звичайного запису (не професійного обладнання) зазвичай вибір обмежується одним або двома каналами.

Програмне забезпечення Windows дозволяє вибирати частоту дискретизації для запису звуку з мікрофона або через лінійний вхід звукової карти, причому з широким діапазоном — до 48 кГц. Однак не варто надто захоплюватися цією можливістю. АЦП звукової карти зазвичай працює на фіксованій частоті, яка не є дуже високою. Система генерує оцифрований звук з заданою частотою дискретизації, використовуючи процес ресемплінгу. Ресемплінг не може покращити якість звуку, а іноді навіть погіршує її. Тому

					172.4391.KP.ПЗ.P2	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

різниці у якості звуку при записі на середній та високій частотах дискретизації ви, ймовірно, не помітите. Але розмір аудіофайлу (особливо якщо це wav-файл) значно зміниться. Якщо ви записуєте звук з входу звукової карти, не варто встановлювати високу частоту дискретизації, якщо тільки у вас немає особливих причин для цього. Наприклад, для перенесення запису на аудіо-CD потрібно використовувати частоту дискретизації 44,1 кГц, оскільки це стандарт для аудіо-CD. Ось деякі значення, що ілюструють співвідношення між параметрами цифрового звуку та його якістю: для телефонної лінії — розрядність семплів 8 біт, частота дискретизації 8 кГц, один канал; для радіопередачі у діапазоні FM — розрядність семплів 16 біт, частота дискретизації 22,05 кГц, два канали; для аудіо компакт-диску — розрядність семплів 16 біт, частота дискретизації 44,1 кГц, два канали.

Існує безліч програм для запису звуку. Неможливо охопити всі, тому для порівняння були обрані лише дві з них, які отримали високі оцінки на відповідному веб-сайті.

Програма Audiograbber (рис. 2.4) має низку функцій, серед яких: детектор тиші, можливість автоматичного поділу запису на треки, планувальник часу для запису з опцією автоматичного вимикання комп'ютера після завершення запису, а також різноманітні функції обробки записаних даних (плавне завершення треків, нормалізація та інші). Вона пропонує безліч налаштувань (рис. 2.5) і виконана на високому професійному рівні. Audiograbber підтримує запис у форматах wav, wma (за допомогою кодека Windows) та Ogg Vorbis. Запис у форматі mp3 можливий, але лише за наявності стороннього кодека.

					172.4391.KP.ПЗ.P2	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		



Рисунок 2.4 – Головне вікно програми Audiograbber

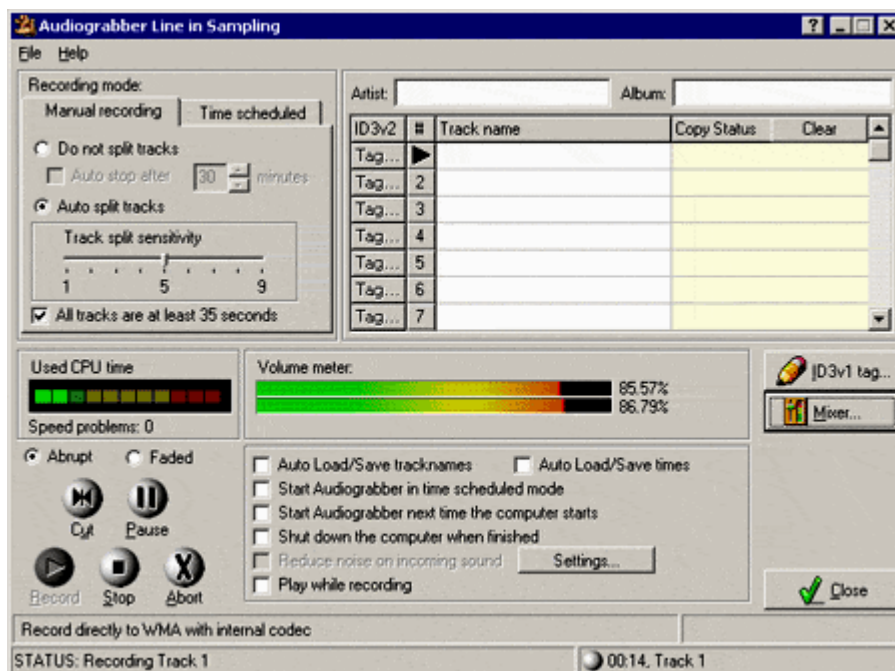


Рисунок 2.5 – Вікно запису Audiograbber

Функціональні можливості програми Audio Recorders переважно схожі з можливостями Audiograbber. Основною перевагою є вбудований mp3-кодек. Окрім mp3, програма підтримує збереження записів у форматах wav, wma та Ogg Vorbis. Audio Mid Recorder також має функцію запису телефонних розмов, хоча для цього необхідний відповідний модем. Іншою

особливістю програми є наявність програмних аудіофільтрів (НЧ, ВЧ та нутч-фільтр), які можуть бути корисними при запису звуку з мікрофона. Демонстраційна версія Audio Mid Recorder не обмежена за часом використання, але дозволяє записувати треки тривалістю не більше однієї хвилини, що ускладнює серйозне використання програми без реєстрації. Інтерфейс програми простий і зручний (рис. 2.6).



Рисунок 2.6 – Програма Audio Mid Recorder

					172.4391.КР.ПЗ.РЗ			
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата				
Розробник		Кордюк А.О.			Розробка програмних засобів для отримання за зберігання даних	Літ.	Арк.	Аркуші
Консультант							33	
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова		
Керівник		Ушкаренко О.О.						
Зав. каф.		Рябенський В. М.						

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ЗА ЗБЕРІГАННЯ ДАНИХ

3.1. Розробка блок-схеми алгоритму програми

Алгоритм підпрограми, необхідної для взаємодії клієнтської програми, яка розробляється, із сервером Інтернет-радіо, представлений на рис. 3.1.

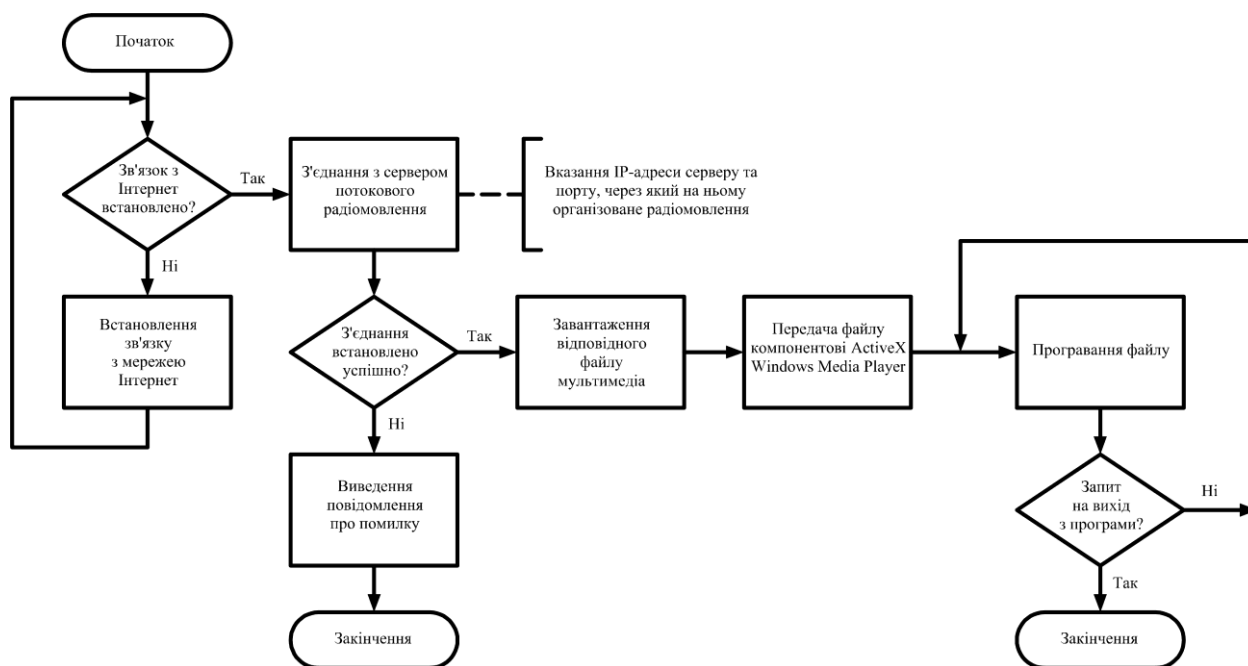


Рисунок 3.1 – Блок-схема алгоритму роботи програми

Після завантаження звукових даних із сервера, що здійснює трансляцію Інтернет-радіо, їх необхідно зберегти на жорсткому диску комп'ютера у форматі WAV. Мультимедійні дані, такі як звук і відео, зберігаються у файлах, що використовують так званий RIFF-формат (Resource Interchange File Format – формат файлу для обміну ресурсами). Як звукові файли WAV, так і відеофайли AVI мають структуру RIFF.

Файл у форматі RIFF складається з вкладених фрагментів (chunks). Зовнішній фрагмент містить заголовок і область даних (рис. 3.2).

DWORD	DWORD	
"RIFF"	Розмір	Дані

Рисунок 3.2 – Фрагмент "RIFF"

Перше подвійне слово заголовка містить чотирибуквений код FOURCC, який визначає тип даних, що зберігаються у фрагменті. Друге подвійне слово заголовка вказує розмір області даних у байтах, не враховуючи самого заголовка.

Область даних має змінну довжину, але повинна бути вирівняна по межі слова. Якщо необхідно, вона доповнюється наприкінці нульовим байтом для досягнення цілого числа слів.

Варто зазначити, що формат RIFF не регламентує структуру самих даних. Файл у цьому форматі може містити будь-які мультимедійні дані, а їхній конкретний формат визначається типом вмісту.

Область, позначена на рис. 3.2 як "Дані", може містити вкладені фрагменти. У файлі зі звуковими даними (WAV-файл) ця область включає ідентифікатор "WAVE", фрагмент із параметрами звукового формату "fmt " (три символи "fmt" і пробіл), а також сам звуковий фрагмент (рис. 5.3). WAV-файл може також містити додаткові фрагменти, тому його заголовок не має жорстко фіксованої структури. Наприклад, у файлі можуть бути присутні фрагменти "LIST" або "INFO", які зберігають інформацію про авторські права чи інші метадані.

Формати додаткових фрагментів ми розглядати не будемо, але за необхідності їх можна знайти в документації, що входить до складу Microsoft SDK for Windows.

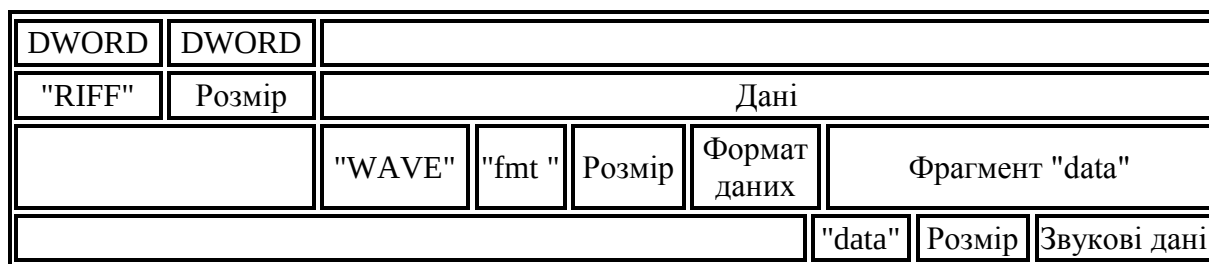


Рисунок 3.3 – Формат wav-файлу

Область, позначена на рис.3.3 як "Формат даних", містить інформацію про звукові дані. Для файлів PCM, які використовують імпульсно-кодову

модуляцію, структура цієї області відповідає формату PCMWAVEFORMAT, визначеному у файлі mmsystem.h наступним чином:

```
typedef struct pcinwaveformat_tag {  
    WAVEFORMAT wf;  
    WORD vBitsPerSample;  
} PCMWAVEFORMAT;  
typedef PCMWAVEFORMAT *PPCMWAVEFORMAT;
```

Структура WAVEFORMAT також описана у файлі mmsystem.h:

```
typedef struct waveformat_tag {  
    WORD wFormatTag;           // тип формату  
    WORD nChannels;            // кількість каналів (моно або стерео)  
    DWORD nSamplesPerSec;      // частота дискретизації  
    DWORD nAvgBytesPerSec;     // швидкість потоку даних  
    WORD nBlockAlign;          // вирівнювання блоку даних  
} WAVEFORMAT;  
typedef WAVEFORMAT *PWAVEFORMAT;
```

Поле wFormatTag визначає тип формату звукових даних. Для імпульсно-кодової модуляції (PCM), що підтримується стандартною бібліотекою mmsystem.dll, це поле має містити значення WAVE_FORMAT_PCM, визначене у файлі mmsystem.h: #define WAVE_FORMAT_PCM 1

Поле nChannels містить кількість каналів і може приймати значення 1 (моно) або 2 (стерео).

У полі nSamplesPerSec зберігається частота дискретизації, тобто кількість вибірок сигналу за секунду. Це можуть бути стандартні значення (11025 Гц, 22050 Гц, 44100 Гц) або нестандартні (наприклад, 5000 Гц або

					172.4391.КР.ПЗ.РЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4400 Гц). Важливо враховувати, що не всі драйвери звукових карт підтримують нестандартні частоти дискретизації.

Поле `nAvgBytesPerSec` визначає середню швидкість потоку даних, тобто кількість байтів, що передаються або приймаються пристроєм за секунду. Ця інформація допомагає оцінити необхідний розмір буфера для збереження звукових даних. Для монофонічного сигналу з розрядністю 8 біт значення швидкості потоку збігається з частотою дискретизації. Для стереофонічного сигналу з розрядністю 8 біт воно буде вдвічі більшим. Точне значення можна розрахувати за формулою:

$$nAvgBytesPerSec = (nChannels * nSamplesPerSec * wBitsPerSample) / 8$$

Поле `nBlockAlign` містить вирівнювання блоку в байтах, яке визначається за формулою:

$$nBlockAlign = (nChannels * wBitsPerSample) / 8$$

Поле `wBitsPerSample`, що входить до структури `PCMWAVEFORMAT`, визначає розрядність сигналу, тобто кількість біт, що використовуються для представлення однієї вибірки сигналу. Зазвичай застосовуються значення 8 або 16.

Структура звукових даних залежить від кількості каналів і розрядності. Для монофонічного сигналу з розрядністю 8 біт дані представлені у вигляді масиву однобайтових значень, кожне з яких є вибіркою сигналу. У стереофонічному режимі з розрядністю 8 біт звукові дані зберігаються як масив двобайтових слів, де молодший байт відповідає лівому каналу, а старший – правому.

Формат звукових даних із розрядністю 16 біт подібний. У монофонічному режимі дані представлені у вигляді масиву 16-бітових слів.

					172.4391.KP.ПЗ.РЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Для стереофонічного сигналу використовується масив подвійних слів, де молодше слово відповідає лівому каналу, а старше – правому.

Діапазон значень вибірок сигналу залежить від розрядності. Для 8-бітових даних значення змінюється від 0 до 255 (0xFF), при цьому відсутність сигналу (повна тиша) відповідає значенню 128 (0x80). Для 16-бітових даних діапазон становить від -32768 (-0x8000) до 32767 (0x7FFF), а значення 0 відповідає відсутності сигналу.

У Додатку А наведено вихідний код модуля, який дозволяє виконувати оцифровку звукового сигналу з використанням звукової карти.

3.2. Опис роботи програми

Програма призначена для запису, збереження та відтворення аудіофайлів, а також для прослуховування онлайн-радіостанцій. Вона використовує стандартні компоненти Delphi для роботи зі звуком, такі як TAudioIn, TWaveOut та TWindowsMediaPlayer. Користувач може вибирати параметри аудіозапису, такі як частота дискретизації, бітрейт і кількість каналів. Крім того, програма дозволяє прослуховувати радіостанції через Інтернет, використовуючи попередньо налаштований список потоків.

Основні можливості

1. Запис аудіо
2. Збереження аудіофайлів
3. Відтворення збережених записів
4. Прослуховування онлайн-радіостанцій
5. Налаштування параметрів запису

Інтерфейс користувача

Головна форма містить наступні основні елементи керування:

- Кнопки для запису та зупинки аудіо.
- Радіокнопки для вибору частоти дискретизації (11025 Гц, 22050 Гц, 44100 Гц).
- Радіокнопки для вибору бітрейту (8 біт або 16 біт).

					172.4391.KP.ПЗ.РЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- Радіокнопки для вибору кількості каналів (моно або стерео).
- Список доступних радіостанцій.
- Кнопка для запуску відтворення вибраної радіостанції.

3.3. Розробка інтерфейсу користувача програмних засобів

Зовнішній вигляд програми наведений на рис. 3.4.

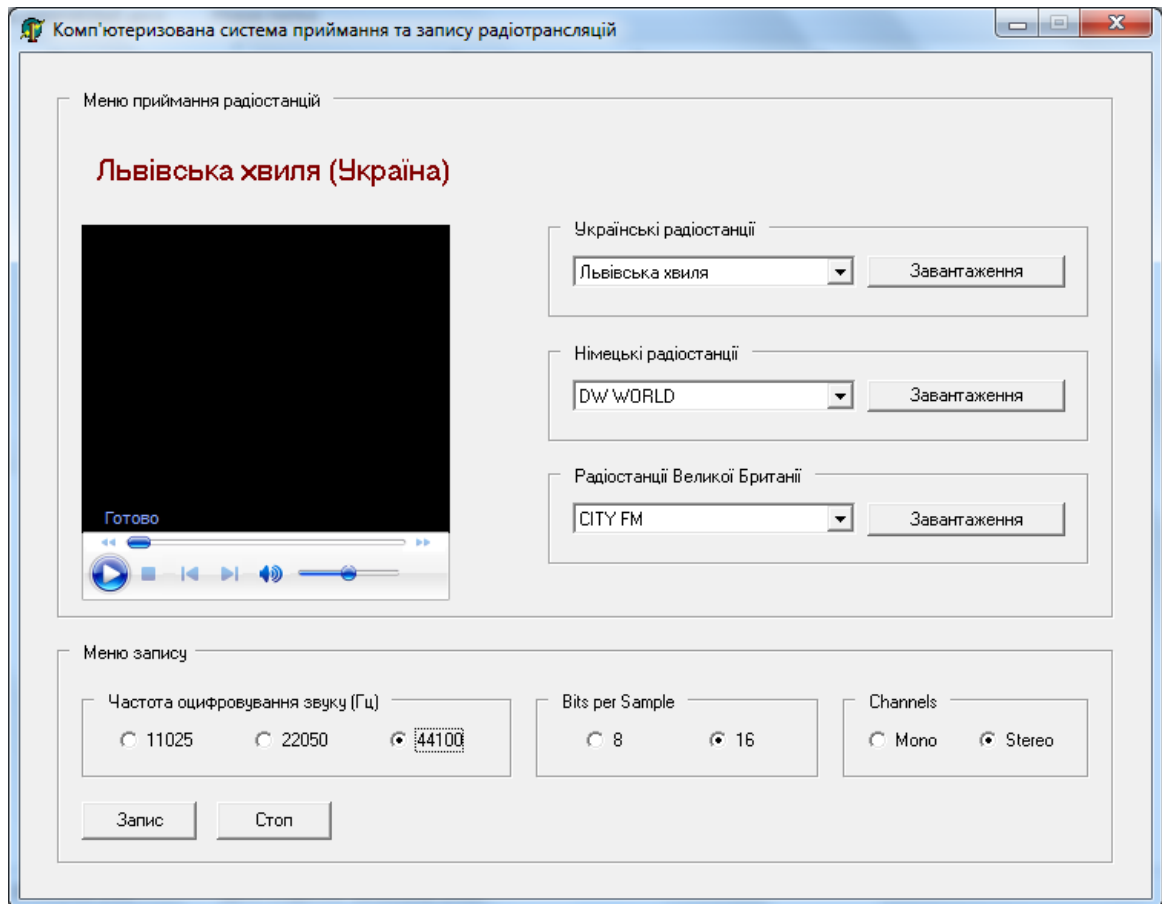


Рисунок 3.4 – Інтерфйс розробленої програми

Щоб розпочати роботу, необхідно запустити виконуваний файл програми. Після запуску відкриється головне вікно з основними елементами керування.

Запис аудіо

Для початку запису аудіо необхідно:

1. Натиснути кнопку "Запис".
2. Вибрати місце для збереження файлу у вікні "Збереження файлу" та натиснути "Зберегти".

3. Вибрати параметри запису:

- Частота дискретизації (11025 Гц, 22050 Гц або 44100 Гц).
- Бітрейт (8 біт або 16 біт).
- Кількість каналів (моно або стерео).

4. Після вибору параметрів запис автоматично розпочнеться.

5. Щоб зупинити запис, необхідно натиснути кнопку "Зупинити".

6. Записаний файл буде збережений у вибраному місці та доступний для подальшого використання.

Відтворення записаного файлу

Після завершення запису користувач може відтворити створений аудіофайл у будь-якому медіаплеєрі або використати його для подальшої обробки в інших програмах.

Прослуховування радіо

1. Вибрати одну з радіостанцій у випадяючому списку.

2. Натиснути кнопку "Відтворити".

3. Програма автоматично підключиться до вибраної радіостанції та розпочне відтворення.

4. Щоб змінити станцію, потрібно вибрати іншу станцію зі списку та знову натиснути "Відтворити".

5. Щоб зупинити відтворення, необхідно закрити програму або натиснути кнопку "Зупинити" у медіаплеєрі.

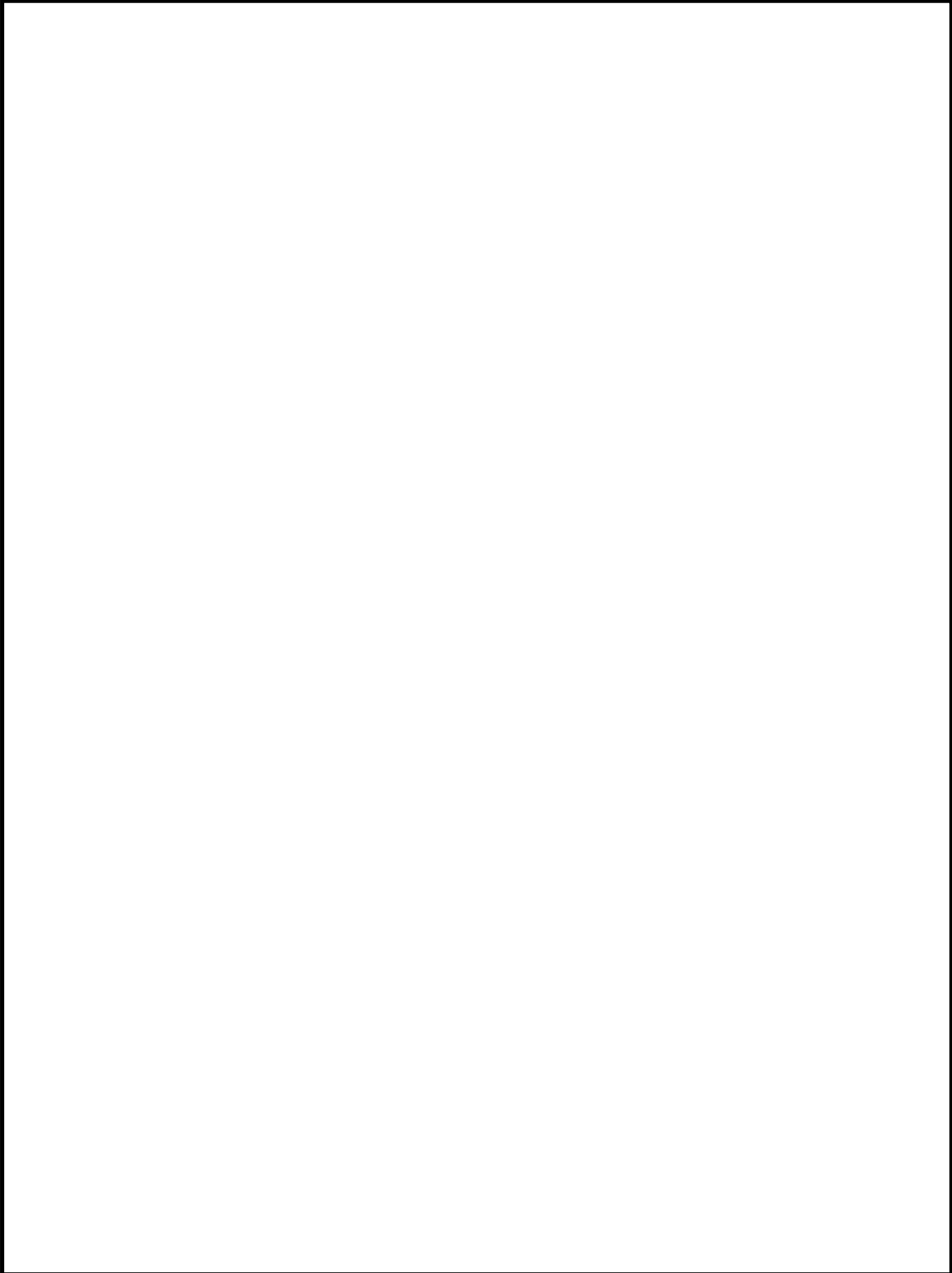
Під час запису користувач може вибирати різні параметри, що впливають на якість звуку. Важливо враховувати, що:

- Вища частота дискретизації (44100 Гц) забезпечує кращу якість звуку, але збільшує розмір файлу.
- Бітрейт 16 біт дає кращу якість запису, ніж 8 біт.
- Використання стереозвуку (2 канали) дозволяє записувати аудіо в об'ємному звучанні, тоді як моно (1 канал) зменшує розмір файлу.

					172.4391.KP.ПЗ.РЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Щоб завершити роботу з програмою, потрібно закрити головне вікно або скористатися кнопкою "Вихід" (якщо така є). Програма автоматично завершить усі активні процеси та закриється.

					172.4391.КР.ПЗ.РЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		



					172.4391.КР.ПЗ.Р4			
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата				
Розробник		Кордюк А.О.			Охорона праці	Літ.	Арк.	Аркуші
Консультант		Губальцев А. М.					42	
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова		
Керівник		Ушкаренко О.О.						
Зав. каф.		Рябенський В. М.						

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Вступ

Охорона праці – це сукупність законодавчих, соціально-економічних, технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та методів, спрямованих на захист здоров'я та працездатності людини під час виконання трудових обов'язків.

Закон України “Про охорону праці” від 14 жовтня 1992 року визначає ключові принципи реалізації конституційного права кожного працівника на безпечні умови праці. Він регулює взаємовідносини між роботодавцем або його уповноваженим представником та працівниками щодо забезпечення безпеки, гігієни праці та умов виробничого середовища. Закон встановлює єдиний підхід до організації охорони праці на території України. Його положення поширюються на всі підприємства, установи та організації, незалежно від форми власності та сфери діяльності, а також на всіх осіб, які залучені до трудового процесу.

Законодавчу базу у сфері охорони праці складають Закон України “Про охорону праці”, Кодекс законів про працю України та інші нормативні документи. У разі, якщо міжнародні угоди, ратифіковані Україною, встановлюють суворіші вимоги до охорони праці, ніж передбачені національним законодавством, застосовуються норми міжнародних договорів.

Державна політика у сфері охорони праці ґрунтується на таких принципах:

- Пріоритетності життя та здоров'я працівників у співвідношенні з економічними інтересами підприємства, повній відповідальності роботодавця за створення безпечних умов роботи.
- Комплексному вирішенні питань охорони праці на основі національних програм, з урахуванням економічних, соціальних аспектів, науково-технічного прогресу та екологічних чинників.

					172.4391.KP.ПЗ.P4	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

- Соціальному захисті працівників, забезпеченні повного відшкодування шкоди особам, які постраждали від професійних хвороб чи нещасних випадків на виробництві.
- Запровадженні єдиних норм і стандартів з охорони праці для всіх підприємств, незалежно від форми власності та галузі діяльності.
- Використанні економічних механізмів управління охороною праці, зокрема застосуванні системи податкових пільг для роботодавців, які інвестують у створення безпечних умов праці, а також державного фінансування заходів у цій сфері.
- Проведенні навчання працівників та підвищенні їхньої кваліфікації у питаннях безпеки праці.
- Координації діяльності державних органів, профспілок, громадських об'єднань та роботодавців у сфері безпеки та гігієни праці, а також створенні діалогу між усіма соціальними групами під час прийняття рішень на державному та місцевому рівнях.
- Співпраці на міжнародному рівні у сфері охорони праці та впровадженні передового світового досвіду щодо покращення умов праці та підвищення рівня безпеки трудової діяльності.

4.2. Шкідливі та потенційно небезпечні фактори

Під час трудової діяльності людина може зазнавати впливу небезпечних та шкідливих факторів виробництва. До небезпечних належать ті, які можуть спричинити аварійні ситуації або різке погіршення самопочуття. Шкідливі фактори, у свою чергу, здатні провокувати професійні хвороби. Взаємозв'язок між цими факторами є досить очевидним: часто негативний виробничий вплив сприяє виникненню загрозливих ситуацій. Наприклад, висока вологість повітря на виробництві у поєднанні з електропровідним пилом підвищує ризик ураження електрострумом.

					172.4391.KP.ПЗ.P4	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Основним завданням охорони праці є мінімізація ймовірності отримання травм або захворювань працівників при збереженні комфортних умов та оптимізації продуктивності. Завдяки сучасним технологіям, організаційним рішенням і напрацьованому досвіду можна досягти значного зменшення негативного впливу шкідливих факторів на людей. Втім, умови праці на деяких підприємствах досі не відповідають сучасним стандартам безпеки.

Спеціалісти, що працюють з комп'ютерною технікою (оператори, програмісти, системні адміністратори тощо), стикаються з такими несприятливими чинниками, як надмірний шум, підвищена температура довкілля, недостатнє освітлення, електромагнітне випромінювання. Крім того, на працівників впливають психофізичні фактори: перевантаження зорового і слухового апаратів, монотонність завдань, розумове перенапруження. Сукупність цих факторів зменшує ефективність роботи, призводить до перевтоми та функціональних розладів нервової системи.

Тривала дія несприятливих умов може викликати професійні захворювання. Наприклад, підвищена температура виробничого середовища разом із вологістю порушує тепловий баланс організму, що може спричинити зневоднення, розлади серцево-судинної системи, підвищену втому, порушення координації. Тривалий контакт з інтенсивним тепловим випромінюванням впливає на обмін речовин, артеріальний тиск і навіть може стати причиною захворювань очей.

Щодо моніторів комп'ютерів, дослідження показали, що рівень їхнього електромагнітного випромінювання не перевищує допустимих норм, хоча на робочих місцях користувачів фіксуються низькоінтенсивні електромагнітні поля. Однак довготривалий контакт із екраном без належної профілактики може викликати напруження зору та головний біль.

Важливим аспектом є правильне освітлення робочого простору. Рациональна система освітлення знижує напруження очей, підвищує продуктивність праці, покращує безпеку. Особливо це актуально для

					172.4391.KP.ПЗ.Р4	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

високоточних виробничих процесів, де зорове навантаження є значним. Недостатня або нерівномірна освітленість призводить до перевтоми та функціональних розладів зорового апарату.

Ще одним важливим фактором є виробничий шум. Постійний звуковий фон понад 80 дБ викликає дискомфорт, порушує концентрацію уваги, може призвести до погіршення слуху. Тривала дія високого рівня шуму спричиняє головний біль, запаморочення, стрес. Люди, що постійно працюють у шумному середовищі, можуть відчувати дратівливість і втому, що негативно позначається на їхньому здоров'ї.

Статична електрика також може бути небезпечною. При накопиченні електричних зарядів у матеріалах можуть виникати раптові розряди, що несуть ризики для здоров'я працівників. Висока напруженість електростатичних полів може спричиняти головний біль, дратівливість і розлади сну.

Електробезпека залишається ключовим аспектом у сфері охорони праці. Комп'ютерне обладнання, як і будь-які електричні пристрої, може становити небезпеку при порушенні правил експлуатації. Ураження електрострумом можливе в разі контакту з несправними або неізольованими провідниками. Важливим заходом безпеки є регулярні перевірки електрообладнання, заземлення техніки та дотримання відповідних стандартів роботи.

Таким чином, створення безпечних і комфортних умов праці є обов'язковою складовою ефективної роботи персоналу. Оптимізація мікроклімату, зниження шумового навантаження, контроль електробезпеки та дотримання ергономічних вимог допомагають мінімізувати професійні ризики та підтримувати високу продуктивність.

					172.4391.KP.ПЗ.Р4	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

4.3. Розрахунок загального освітлення

Основна задача освітлення у виробничих приміщеннях полягає в забезпеченні оптимальних умов для бачення. Ця задача вирішується вибором найбільш раціональної системи освітлення та джерел світла.

Постановка задачі:

Розрахувати освітлювальну установку в пульті керування судна розміром: довжина $A = 4$ м, ширина $B = 3$ м, висота $H = 2,5$ м.

Розв'язання:

1. Визначимо площу приміщення:

$$S = A \times B = 12 \text{ м}^2.$$

2. Вибираємо систему загального рівномірного освітлення з люмінесцентними лампами.
3. Вибираємо світильник типу СС-755 з чотирма лампами ЛБ15 по 15 Вт.
4. Знаходимо індекс приміщення за формулою:

$$i = \frac{A \times B}{h \times (A + B)} = \frac{3 \times 4}{2,5 \times (3 + 4)} = 0,7.$$

Для люмінесцентних ламп приймаємо $h = H$.

5. Визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку за наступними параметрами $\rho_{\text{п}} = 70\%$, $\rho_{\text{с}} = 50\%$, $\rho_{\text{р}} = 30\%$, $i = 0,7$: $\eta = 0,27$.
6. Вибираємо $K_z = 1,3$.
7. Мінімальна освітленість для пультів керування $E_{\text{min}} = 100$ лк.
8. Визначаємо світловий потік лампи ЛБ15. Номінальний світловий потік $\Phi_{\text{л}}$ люмінесцентної лампи ЛБ15 дорівнює 780 лк.
9. Коефіцієнт нерівномірності для люмінесцентних ламп приймаємо рівним $Z = 1,1$.
10. Визначаємо необхідне число світильників за формулою:

$$N = \frac{E_{\text{min}} \times S \times K_z \times Z}{n \times \Phi_{\text{л}} \times \eta} = \frac{100 \times 12 \times 1,3 \times 1,1}{4 \times 780 \times 0,27} = 2.$$

					172.4391.КР.ПЗ.Р4	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

Приймаємо для установки 2 світильники типу СС-755.

4.4. Заходи з техніки безпеки

У виробничих приміщеннях необхідно підтримувати належні умови мікроклімату, такі як температура, рівень освітленості, чистота повітря та ізоляція від зайвих шумів.

Зменшення теплового випромінювання та мінімізація негативного впливу виробничого середовища здійснюються за допомогою технологічних, санітарно-технічних і профілактичних заходів. Основними методами боротьби з високими температурами та інфрачервоним випромінюванням є впровадження сучасного обладнання, автоматизація процесів та дистанційне керування. Санітарно-технічні заходи спрямовані на обмеження поширення тепла та його ізоляцію, що дозволяє зменшити нагрівання робочих зон. До ефективних методів належать використання термоізоляційних матеріалів, герметизація обладнання, встановлення відбивальних екранів, організація вентиляції та застосування засобів індивідуального захисту.

До профілактичних заходів належать розробка оптимального режиму праці й відпочинку, підвищення стійкості організму до високих температур за допомогою фармакологічних засобів, збагачення киснем, а також проведення медичних оглядів при працевлаштуванні та впродовж трудової діяльності.

Захист від шуму забезпечується застосуванням безшумного обладнання, використанням засобів індивідуального й колективного захисту, архітектурно-планувальними та будівельно-акустичними рішеннями. До методів колективного захисту належать заходи, спрямовані на зменшення шуму безпосередньо в джерелі його виникнення або на шляху його розповсюдження. Засоби індивідуального захисту включають спеціальні навушники, вкладиші, шлемофони та захисні каски.

Методи боротьби з шумом поділяються на кілька категорій. Акустичні методи базуються на розрахунках рівня шуму та застосуванні

					172.4391.KP.ПЗ.Р4	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

звукоізоляційних і звукопоглинальних матеріалів. Будівельно-акустичні рішення передбачають використання спеціальних екранів, спостережних кабін, кожухів, ущільнень та дистанційного керування. Ефективними звукопоглинальними матеріалами є композитні покриття, бетон із додаванням тирси або соломи, мінеральна вата, деревостружкові плити та матеріали з пористою структурою. Також застосовується активний метод захисту, що полягає у створенні звуку в протифазі до шуму. Важливо своєчасно обслуговувати обладнання, регулювати його, змащувати та вчасно замінювати зношені деталі для мінімізації шумового впливу.

Заходи з нейтралізації статичної електрики спрямовані на попередження її накопичення та створення умов для безпечного відведення зарядів. Основні методи включають заземлення обладнання, зменшення інтенсивності утворення зарядів шляхом оптимізації технологічних процесів, вибору матеріалів і зменшення тертя. Додатково використовуються електропровідні покриття для підлог, антистатичні килимки, заземлені поручні та елементи робочих зон.

У приміщеннях із високим рівнем комп'ютеризації необхідно застосовувати антистатичні покриття для підлог, нейтралізатори електростатичних зарядів і зволожувачі повітря. Допустимий рівень напруженості електричного поля не повинен перевищувати 20 кВ/м.

					172.4391.КР.ПЗ.Р4	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Розробка автоматизованої системи прийому, обробки та запису Інтернет-радіомовлення є важливим кроком до вдосконалення процесів збереження та архівування аудіо контенту, що транслюється через Інтернет. Створена система дозволяє автоматизувати прийом поточкових аудіосигналів, їх обробку та збереження в обраних форматах, що значно полегшує подальшу роботу з контентом.

Вибір протоколів та форматів для прийому аудіопотоків має велике значення для забезпечення стабільності та якості системи. Використання таких стандартів, як HTTP, RTSP, RTP та форматів MP3, AAC і OGG, дозволяє ефективно працювати з потоками різних джерел, а також забезпечує зручність інтеграції з іншими програмними та апаратними рішеннями.

Методи обробки аудіо сигналів, що включають фільтрацію шуму, нормалізацію гучності та конвертацію в інші формати, дозволяють покращити якість отриманого аудіо та зробити його зручним для подальшого використання в різних програмах та пристроях.

Розробка програмного забезпечення для управління процесом запису і обробки аудіопотоків дозволяє створити зручний інтерфейс для користувача, що полегшує моніторинг і контроль за процесом прийому та запису радіо контенту. Система здатна працювати з великим числом каналів та одночасно записувати різні потоки без значних втрат у якості.

Практичне застосування системи полягає в забезпеченні високої якості архівації радіо контенту, моніторингу ефіру, а також у можливості аналізу отриманих даних для подальшого використання в медіа-індустрії, навчанні або створенні нових програм.

В результаті виконаної роботи створено автоматизовану систему, яка здатна обробляти Інтернет-радіо потоки різних форматів, зберігати їх у вигляді архіву та забезпечити користувачів зручним інтерфейсом для роботи з аудіо контентом. Це дозволяє значно підвищити ефективність і зручність роботи з Інтернет-радіо та аудіофайлами.

					172.4391.КР.ПЗ.Висновки	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

У подальшому, система може бути удосконалена за рахунок підтримки додаткових форматів, інтеграції з іншими медіа-платформами та розширення функціоналу для забезпечення ще більш широких можливостей для користувачів.

					172.4391.КР.ПЗ.Висновки	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабак, В. П. Інформаційні технології та системи / В. П. Бабак, А. О. Дроздов, Д. Є. Кондратьєв. – Київ: Наукова думка, 2020. – 356 с.
2. Глушаков, С. В. Системи обробки аудіо та відео сигналів / С. В. Глушаков. – Київ: Наукова думка, 2018. – 410 с.
3. Відкритий стандарт аудіо та відео потоків. Огляд та класифікація. – Київ: Техніка, 2021. – 189 с.
4. Пелипас В.В. Структурно-функціональна модель смугового фільтру для обробки аудіосигналів / В.В. Пелипас, О.І. Пілявський, Б.О. Єрмоленко О.О. Ушкаренко // Автоматика та електротехніка: Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених [Електронний ресурс]. Миколаїв: НУК, 2024. С. 67-69.
5. Рябенський В.М. Проектування цифрових пристроїв на ПЛІС. Навч. посібник / В.М. Рябенський, О.О. Ушкаренко. – К.: «Корнійчук», 2004, – 253 с.
6. Рябенський В.М. Verilog. Практика проектування цифрових пристроїв на ПЛІС. Навч. посібник / В.М. Рябенський, О.О. Ушкаренко. Миколаїв: Вид-во «Іліон», 2007. – 324с.
7. Рябенський В.М. Комп'ютерне керування зовнішніми пристроями через стандартні інтерфейси. Навч. посіб. / В.М. Рябенський, В.Є. Ходаков, О.О. Ушкаренко. Херсон: Олді-плюс, 2008. – 380 с.
8. Рябенський В.М. Схемотехніка електронних пристроїв та систем. Том 2. Прикладна теорія цифрових автоматів. Підручник / В.М. Рябенський, М.Т. Фісун, О.О. Ушкаренко. – Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2010. – 380 с.
9. Рябенський В.М. Схемотехніка електронних пристроїв та систем. Том 3. Мікропроцесорна техніка. Підручник / В.М. Рябенський, О.О. Ушкаренко, В.С. Буряк. – Миколаїв: Вид-во «Іліон», 2012. – 445 с.

					172.4391.КР.ПЗ.Джерела	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

10. Рябенський В.М. Схемотехніка електронних пристроїв та систем. Том 6. Апаратно-програмні засоби відображення інформації. Підручник / В.М. Рябенський, О.О. Ушкаренко. – Миколаїв: Вид-во «Іліон», 2013. – 464 с.
11. Рябенський В.М. Особливості використання автоматного програмування при розробці спеціалізованої SCADA-системи для автономних електроенергетичних установок / В.М. Рябенський, А.О. Ушкаренко, О.І. Дорогань // Технічна електродинаміка. Тем. випуск. Харків, 2012. Ч.3. – С.155-159.
12. Рябенський В.М. Моделювання електронних, електротехнічних та електроенергетичних систем / Рябенський В.М., Ушкаренко О.О., Махмуд М.С. Аль-Суод. Миколаїв: Іліон, 2024. – 424 с.
13. Harrison, S. Streaming Media: Concepts and Technologies / S. Harrison. – London: Springer, 2019. – 310 p.
14. FFmpeg Documentation. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ffmpeg.org/documentation.html>
15. Schmidt, L. Audio Signal Processing and Systems / L. Schmidt. – Oxford: Oxford University Press, 2021. – 432 p.
16. Shoutcast: Internet Radio for Everyone. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.shoutcast.com>
17. RFC 2326. Real-Time Streaming Protocol (RTSP). – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://tools.ietf.org/html/rfc2326>
18. ISO/IEC 13818-7:2003. Information technology – Generic coding of moving pictures and associated audio information – Part 7: Advanced Audio Coding (AAC). – Geneva: International Organization for Standardization, 2003. – 90 p.
19. VLC Media Player Documentation. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.videolan.org/doc/>
20. PortAudio. A cross-platform audio library. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://portaudio.com>

21. Pydub Documentation. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pydub.com>
22. Sun, Y. Introduction to Audio Signal Processing / Y. Sun. – Berlin: Springer, 2019. – 384 p.
23. Bray, T. HTTP Streaming and Media / T. Bray. – Boston: Pearson, 2020. – 249 p.
24. Dunning, G. Introduction to Digital Audio / G. Dunning. – New York: Wiley, 2021. – 498 p.
25. SoX - Sound eXchange Manual. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://sox.sourceforge.net>
26. IEEE 802.11 - Wireless LANs. Standard for local and metropolitan area networks. – New York: IEEE, 2020. – 247 p.
27. Lee, C. Audio and Video Signal Processing / C. Lee. – London: Academic Press, 2021. – 512 p.
28. Mahmoud Al-Suod. Method for describing signal conversion processes in analog electronic systems / Mahmoud Al-Suod, Abdullah Eial Awwad, Alaa Al-Quteimat, O. Ushkarenko // Bulletin of Electrical Engineering and Informatics. 2022. Vol. 11, No. 1. P. 82–92. DOI: 10.11591/eei.v11i1.3545.
29. Mahmoud M.S. Al-suod. Development of Graphical Analytical Models for Digital Signal Processing System Structures / Mahmoud M.S. Al-suod, O. Ushkarenko [et al.] // Jordan Journal of Electrical Engineering. 2020. Vol. 6, No. 2. P. 140-153. DOI: 10.5455/jjee.204-1581484702.
30. FFmpeg: Command-line Tool for Audio and Video Processing / FFmpeg. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ffmpeg.org>
31. ISO 9001:2015. Quality Management Systems – Requirements. – Geneva: International Organization for Standardization, 2015. – 34 p.

					172.4391.КР.ПЗ.Джерела	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

Лістинг програми для роботи з аудіо системою комп'ютера

```
unit ACS_Audio;

interface

uses

    Classes,    SysUtils,    ACS_Types,    ACS_Classes,    Windows,
MMSystem;

const

    // Розмір вхідного буфера
    INPUT_BUFFER_SIZE = $4000;
    BLOCK_COUNT = 4;

    // Розмір вихідного буфера та інші константи для TAudioOut
    OUTPUT_BUFFER_SIZE = $2000;
    AUDIO_DELAY_MS = 6;
    READ_CHUNKS_COUNT = 8;

type

    // Вказівник на структуру заголовка звукового блоку
    PWaveHeaderPtr = ^PWaveHdr;

    // Перелік можливих форматів аудіо
    TAudioFormat = (af1M08, af1M16, af1S08, af1S16, af2M08,
af2M16, af2S08, af2S16,
                    af4M08, af4M16, af4S08, af4S16);

    // Набір форматів аудіо
    TAudioFormats = set of TAudioFormat;

    // Структура інформації про пристрій
    TDeviceInfo = record
        DeviceName: String;
        DriverVersion: LongWord;
        SupportedFormats: TAudioFormats;
        IsStereo: Boolean;
```

					172.4391.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		


```

end;

// Клас для роботи з аудіовиходом
TAudioOutput = class(TAuOutput)
private
    BlockChain: PWaveHdr;
    EndOfChain: PWaveHeaderPtr;
    ActiveBlockCount: Integer;
    BaseChannelIndex: Integer;
    VolumeLevel: Byte;
    AudioDeviceHandle: Integer;
    ReadChunks: Integer;
    procedure SetChannel(ChannelIndex: Integer);
    function GetDeviceInfo: TDeviceInfo;
    procedure WriteAudioBlock(Buffer: Pointer; BufferSize:
Integer);
    procedure AddBlockToChain(Block: PWaveHdr);
protected
    procedure Done; override;
    function DoOutput(Abort: Boolean): Boolean; override;
    procedure Prepare; override;
public
    constructor Create(AOwner: TComponent); override;
    destructor Destroy; override;
    property DeviceInfo: TDeviceInfo read GetDeviceInfo;
    property ReadChunkCount: Integer read ReadChunks write
ReadChunks;
    published
        property BaseChannel: Integer read BaseChannelIndex
write SetChannel stored True;
        property Volume: Byte read VolumeLevel write
VolumeLevel;
end;

// Клас для роботи з аудіовходом
TAudioInput = class(TAuInput)

```

					172.4391.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		

```

private
    BlockChain: PWaveHdr;
    EndOfChain: PWaveHeaderPtr;
    ActiveBlockCount: Integer;
    BaseChannelIndex: Integer;
    AudioDeviceHandle: Integer;
    BitsPerSample: Integer;
    ChannelCount: Integer;
    SampleRate: Integer;
    InputBuffer: array[1..INPUT_BUFFER_SIZE] of Byte;
    IsOpened: Integer;
    RecordingTime: Integer;
    RecordedBytes: Integer;
    procedure OpenAudioDevice;
    procedure CloseAudioDevice;
    function GetBitsPerSample: Integer; override;
    function GetChannelCount: Integer; override;
    function GetSampleRate: Integer; override;
    procedure SetChannel(ChannelIndex: Integer);
    function GetDeviceInfo: TDeviceInfo;
    procedure AllocateNewBlock;
    function GetTotalDuration: Integer; override;
    procedure AddBlockToChain(Block: PWaveHdr);
public
    constructor Create(AOwner: TComponent); override;
    destructor Destroy; override;
    procedure GetData(var Buffer: Pointer; var Bytes:
Integer); override;
    procedure Init; override;
    procedure Flush; override;
    property DeviceInfo: TDeviceInfo read GetDeviceInfo;
published
    property BaseChannel: Integer read BaseChannelIndex
write SetChannel stored True;
    property InputBitsPerSample: Integer read
GetBitsPerSample write BitsPerSample stored True;

```

					172.4391.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		

```

        property InputChannels: Integer read GetChannelCount
write ChannelCount stored True;

        property InputSampleRate: Integer read GetSampleRate
write SampleRate stored True;

        property RecordingDuration: Integer read RecordingTime
write RecordingTime stored True;

    end;

var
    InputChannelCount: Integer;
    OutputChannelCount: Integer;

function          GetAudioDeviceInfo(DeviceID:          Integer;
IsOutputDevice: Boolean): TDeviceInfo;

implementation

var
    InputCriticalSection,          OutputCriticalSection:
TRTLCriticalSection;

    // Отримання інформації про аудіопристрій
function          GetAudioDeviceInfo(DeviceID:          Integer;
IsOutputDevice: Boolean): TDeviceInfo;
var
    WaveCaps: TWaveInCaps;
    NameLength: Integer;
begin
    if IsOutputDevice then
    begin
        if DeviceID >= OutputChannelCount then
            raise          EAUException.Create('Device          ' +
IntToStr(DeviceID) + ' is not available.');
```

					172.4391.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

```

        if DeviceID >= InputChannelCount then
            raise EAUException.Create('Device ' +
IntToStr(DeviceID) + ' is not available.');
```

```

        end;

        if IsOutputDevice then
            waveOutGetDevCaps(DeviceID, @WaveCaps, SizeOf(WaveCaps))
        else
            waveInGetDevCaps(DeviceID, @WaveCaps, SizeOf(WaveCaps));

        NameLength := 0;
        while WaveCaps.szPname[NameLength] <> #0 do
            Inc(NameLength);
        SetLength(Result.DeviceName, NameLength);
        Move(WaveCaps.szPname[0], Result.DeviceName[1],
NameLength);

        Result.SupportedFormats := [];
        if (WaveCaps.dwFormats and WAVE_FORMAT_1M08) <> 0 then
Result.SupportedFormats := Result.SupportedFormats + [af1M08];
        if (WaveCaps.dwFormats and WAVE_FORMAT_1M16) <> 0 then
Result.SupportedFormats := Result.SupportedFormats + [af1M16];
        if (WaveCaps.dwFormats and WAVE_FORMAT_1S08) <> 0 then
Result.SupportedFormats := Result.SupportedFormats + [af1S08];
        if (WaveCaps.dwFormats and WAVE_FORMAT_1S16) <> 0 then
Result.SupportedFormats := Result.SupportedFormats + [af1S16];
        // Аналогічно перевіряємо підтримку інших форматів...
        Result.DriverVersion := WaveCaps.vDriverVersion;
        Result.IsStereo := WaveCaps.wChannels > 1;
    end;

    // Обробка подій виводу звуку
    procedure WaveOutProc(hwo, Msg: LongWord; Instance: Pointer;
Param1, Param2: LongWord); stdcall;
    var
        Audio: TAudioOutput;
```

					172.4391.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		

```

begin
    EnterCriticalSection(OutputCriticalSection);
    if Msg = WOM_DONE then
    begin
        Audio := TAudioOutput(Instance);
        Audio.AddBlockToChain(PWaveHdr(Param1));
    end;
    LeaveCriticalSection(OutputCriticalSection);
end;

// Обробка подій вводу звуку
procedure WaveInProc(hwi, Msg: LongWord; Instance: Pointer;
Param1, Param2: LongWord); stdcall;
var
    Audio: TAudioInput;
begin
    EnterCriticalSection(InputCriticalSection);
    if Msg = WIM_DATA then
    begin
        Audio := TAudioInput(Instance);
        Audio.AddBlockToChain(PWaveHdr(Param1));
    end;
    LeaveCriticalSection(InputCriticalSection);
end;
end.

```

					172.4391.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		

ДОДАТОК Б

Лістинг для створення інтерфейсу програми

```
unit Main;

interface

uses

    Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics,
Controls, Forms,

    Dialogs, StdCtrls, ACS_Classes, ACS_Wave, ACS_Audio,
ComCtrls, Spin,

    ExtCtrls, OleCtrls, WMPLib_TLB;

type

    TГоловнаФорма = class(TForm)
        ВхідАудіо: TAudioIn;
        ВихідАудіо: TWaveOut;
        ДіалогЗбереження: TSaveDialog;
        ГрупаНалаштувань: TGroupBox;
        КнопкаЗапису: TButton;
        КнопкаЗупинки: TButton;
        ГрупаЧастоти: TGroupBox;
        Радіо11025Гц: TRadioButton;
        Радіо22050Гц: TRadioButton;
        Радіо44100Гц: TRadioButton;
        ГрупаБітрейту: TGroupBox;
        Радіо8Біт: TRadioButton;
        Радіо16Біт: TRadioButton;
        ГрупаКаналів: TGroupBox;
        РадіоМоно: TRadioButton;
        РадіоСтерео: TRadioButton;
        ГрупаПрогравача: TGroupBox;
        Програвач: TWindowsMediaPlayer;
        Напис1: TLabel;
        ГрупаРадіо: TGroupBox;
        СписокРадіостанцій: TComboBox;
```

					172.4391.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

```

        КнопкаВідтворити: TButton;
    procedure КнопкаЗаписуClick(Sender: TObject);
    procedure КнопкаЗупинкиClick(Sender: TObject);
    procedure КнопкаВідтворитиClick(Sender: TObject);
private
    { Приватні змінні та методи }
public
    { Публічні змінні та методи }
end;

var
    ГоловнаФорма: TГоловнаФорма;

implementation

{$R *.dfm}

procedure TГоловнаФорма.КнопкаЗаписуClick(Sender: TObject);
begin
    if ДіалогЗбереження.Execute then
    begin
        // Встановлення частоти дискретизації
        if Радіо11025Гц.Checked then
            ВхідАудіо.InSampleRate := 11025
        else if Радіо22050Гц.Checked then
            ВхідАудіо.InSampleRate := 22050
        else
            ВхідАудіо.InSampleRate := 44100;

        // Встановлення бітрейту
        if Радіо8Біт.Checked then
            ВхідАудіо.InBitsPerSample := 8
        else
            ВхідАудіо.InBitsPerSample := 16;

        // Встановлення каналів

```

					172.4391.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

```

        if РадіоМоно.Checked then
            ВихідАудіо.InChannels := 1
        else
            ВихідАудіо.InChannels := 2;

        ВихідАудіо.FileName := ДіалогЗбереження.FileName;
        ВихідАудіо.Run;
        КнопкаЗапису.Enabled := False;
        КнопкаЗупинки.Enabled := True;
    end;
end;

procedure ТГоловнаФорма.КнопкаЗупинкиClick(Sender: TObject);
begin
    ВихідАудіо.Stop;
    КнопкаЗапису.Enabled := True;
end;

procedure ТГоловнаФорма.КнопкаВідтворитиClick(Sender:
TObject);
begin
    case СписокРадіостанцій.ItemIndex of
        0: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/229.m3u';
        1: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/215.m3u';
        2: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/476.m3u';
        3: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/1227.m3u';
        4: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/1277.m3u';
        5: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/1255.m3u';
        6: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/287.m3u';
        7: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/481.m3u';
        8: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/201.m3u';
        9: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/206.m3u';
        10: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/237.m3u';
        11: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/955.m3u';
        12: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/480.m3u';
        13: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/228.m3u';
    end;
end;

```

					172.4391.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		


```

14: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/1193.m3u';
15: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/482.m3u';
16: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/217.m3u';
17: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/1251.m3u';
18: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/952.m3u';
19: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/227.m3u';
20: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/225.m3u';
21: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/428.m3u';
22: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/242.m3u';
23: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/210.m3u';
24: Програвач.URL := 'http://sradio.tv/stream/209.m3u';
end;
Програвач.controls.play;
end;
end.

```

					172.4391.КР.ПЗ.Додатки	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		