

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до кваліфікаційної роботи магістра на тему:

**ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА МІКШУВАННЯ АУДИОСИГНАЛІВ  
З ВИКОРИСТАННЯМ BLUETOOTH-КАНАЛІВ**

Завідувач кафедри електроніки  
та комп'ютерної техніки

А.С. Опанасюк

Керівник роботи

І.А. Кулик

Консультант з економічної частини

О.М. Маценко

Розробила студентка групи ЕС.м-11

Г.В. Тарасенко

Суми 2022

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка випускної роботи містить: 80 сторінок, \_\_\_  
рисуноків, \_\_\_ таблиць і \_\_\_ розділів.

Об'єкт розробки – електронна система мікшування аудіосигналів з  
використанням bluetooth-каналів та її модифікації..

Мета роботи– розробка, проектування, оцінка можливостей та факторів  
для реалізації даної електронної системи.

У першому розділі проведений огляд технічної літератури по даному  
напрямку проектування, розглянуті існуючі методи і варіанти побудови  
подібних пристроїв.

У другому розділі міститься науково-дослідна частина, присвячена  
дослідженню, проектуванню та створенню блок-схеми електронної системи

У третьому розділі обґрунтовується вибір схеми алгоритму, а також  
проводиться синтез структурної та електричної функціональної схем.

У четвертому розділі проводиться вибір елементної бази та розрахунок  
принципових електричних схем вузлів і блоків системи.

П'ятий розділ включає в себе оцінку можливостей впровадження.

У шостому розділі розглянуто економічні аспекти проектування електронної  
системи мікшування аудіосигналів з використанням bluetooth-каналів. Зроблено  
розрахунок собівартості проектованої системи.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ.....	5
1.1. Опис концепту, версії, профілі, елементна база Bluetooth.....	5
1.2 Взаємодія Bluetooth - сигналів .....	14
1.3 Опис основних характеристик Bluetooth-каналів	
1.4 Постановка завдання проектування	
1.3 Звук та його властивості.....	18
1.4 Мікшерна електронна система.....	21
1.5 Розробка функціональної схеми Bluetooth-мікшерної системи.....	25
РОЗДІЛ 2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА .....	26
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ТА АЛГОРИТМУ РОБОТИ.....	
3.1. Синтез структури електронної системи мікшування аудіосигналів.....	
3.2. Синтез алгоритму роботи електронної системи мікшування аудіосигналів.....	
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ-БЛОКІВ.....	
4.1. Блок передавання-приймання сигналів на основі Bluetooth-каналів.....	
4.2. Блок мікшування аудіо сигналів.....	
4.3. Блок цифрового перетворення аудіосигналів.....	
РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ.....	
РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	

ВИСНОВОК.....

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....

ДОДАТКИ.....

## ВСТУП

Радіоефір – це середовище, що має досить унікальні особливості у якості простору для передачі інформації. Однією з поточних переваг є теоретично необмежена швидкість для передачі даних у такого типу технологій. Це, в свою чергу, допомагає на математичному та алгоритмічному рівнях оптимізувати передачу даних, частково оновлювати обладнання в системі без втрати функціональності між старими пристроями та новими.

Більшість сучасної техніки, серед якої мобільні телефони; безпроводні колонки, мишки, клавіатури, ігрові джойстики, а також ваги, фітнес-браслети та інші працюють з унікальною технологією бездротової передачі даних **Bluetooth**, яка реалізує передачу даних по однойменному комунікаційному інтерфейсу.

Комунікаційний безпроводний інтерфейс **Bluetooth** є аналогом комунікаційного **провідного інтерфейсу RS432/RS485/RS422**, але зі складнішою організацією протоколів в межах моделі OSI та її аналогій.

За час свого існування технологія **Bluetooth** не зазнала суттєвих методологічних змін, зміни відбулися лише в оптимізації параметрів каналів зв'язку, які реалізує ця технологія безпроводної передачі даних.

Для комунікаційного безпроводного інтерфейсу **Bluetooth (радіочастотний інтерфейс)** на відміну, наприклад, від **IrDA** (оптичний інтерфейс) не обов'язкова пряма видимість між портами для передачі даних, достатньо знаходитись у так званій зоні покриття.

В нашій задачі стоїть розглянути інтерфейс bluetooth та його характеристики, розглянути **профіль A2DP**, спроектувати декілька варіантів Bluetooth-мереж типу **точка-до-точки** або **точка-до-багатоточки**. Розробити структурну та принципову схеми електронної системи мікшування аудіосигналів з використанням bluetooth-каналів, пояснити алгоритм роботи.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ

### 1.1. Опис концепту, версії, профілі та елементна база Bluetooth

**Bluetooth** - міжнародний стандарт бездротових комунікацій малого радіусу дії. Основне призначення - забезпечення економічного радіозв'язку між компактними електронними пристроями. Концепт **Bluetooth** створений **Ericsson** у 1994 році (бездротова альтернативу кабелям за комунікаційним стандартом **RS232**). Технологія була пристосована у інтерфейсі між мандрівниками та системою. Згодом розроблений комунікаційний стандарт Bluetooth (групою **Bluetooth SIG**) виробників мобільних електронних пристроїв **Ericsson, IBM, Intel, Toshiba** и **Nokia** у 1998 році. 14 червня 2002 року Bluetooth SIG та IEEE електротехніки та електроніки) досягли угоди - специфікація **Bluetooth 1.1** стала частиною стандарту **IEEE 802.15.1**.

Радіообмін відбувається на частотах **2,402 - 2,48 ГГц** (див табл. 1). Діапазон розділюється на субканали. Діапазон у більшості країн вільний від ліцензування крім Франції, Іспанії та Японії (частково зайнятий під військові потреби).

CH. NO.	FRE.	Hex Value	CH. NO.	FRE.	Hex Value	CH. NO.	FRE.	Hex Value	CH. NO.	FRE.	Hex Value
CH0	2402MHz	0	CH26	2428MHz	1A	CH52	2454MHz	34	CH78	2480MHz	4E
CH1	2403MHz	1	CH27	2429MHz	1B	CH53	2455MHz	35			
CH2	2404MHz	2	CH28	2430MHz	1C	CH54	2456MHz	36			
CH3	2405MHz	3	CH29	2431MHz	1D	CH55	2457MHz	37			
CH4	2406MHz	4	CH30	2432MHz	1E	CH56	2458MHz	38			
CH5	2407MHz	5	CH31	2433MHz	1F	CH57	2459MHz	39			
CH6	2408MHz	6	CH32	2434MHz	20	CH58	2460MHz	3A			
CH7	2409MHz	7	CH33	2435MHz	21	CH59	2461MHz	3B			
CH8	2410MHz	8	CH34	2436MHz	22	CH60	2462MHz	3C			
CH9	2411MHz	9	CH35	2437MHz	23	CH61	2463MHz	3D			
CH10	2412MHz	A	CH36	2438MHz	24	CH62	2464MHz	3E			
CH11	2413MHz	B	CH37	2439MHz	25	CH63	2465MHz	3F			
CH12	2414MHz	C	CH38	2440MHz	26	CH64	2466MHz	40			
CH13	2415MHz	D	CH39	2441MHz	27	CH65	2467MHz	41			
CH14	2416MHz	E	CH40	2442MHz	28	CH66	2468MHz	42			
CH15	2417MHz	F	CH41	2443MHz	29	CH67	2469MHz	43			
CH16	2418MHz	10	CH42	2444MHz	2A	CH68	2470MHz	44			
CH17	2419MHz	11	CH43	2445MHz	2B	CH69	2471MHz	45			
CH18	2420MHz	12	CH44	2446MHz	2C	CH70	2472MHz	46			
CH19	2421MHz	13	CH45	2447MHz	2D	CH71	2473MHz	47			
CH20	2422MHz	14	CH46	2448MHz	2E	CH72	2474MHz	48			
CH21	2423MHz	15	CH47	2449MHz	2F	CH73	2475MHz	49			
CH22	2424MHz	16	CH48	2450MHz	30	CH74	2476MHz	4A			
CH23	2425MHz	17	CH49	2451MHz	31	CH75	2477MHz	4B			
CH24	2426MHz	18	CH50	2452MHz	32	CH76	2478MHz	4C			
CH25	2427MHz	19	CH51	2453MHz	33	CH77	2479MHz	4D			

Табл.1 Частоти інтерфейсу у *Bluetooth 2.1 + EDR*

## **Версії Bluetooth інтерфейсу**

Версії Bluetooth інтерфейсу відрізняються набором підтримуваних технологій передачі даних, протоколів і профілів, а також максимальною швидкістю з'єднання. У міру розвитку технологій і розширення функціональності мобільних пристроїв виникає необхідність у внесенні відповідних змін і доповнень до специфікації Bluetooth. Це дозволяє реалізувати нові функціональні можливості, а також підвищити пропускну здатність інтерфейсу.

Перша версія специфікації (Bluetooth 1.0) була затверджена в 1999 році. В ході експлуатації перших пристроїв було виявлено чимало недоліків, в тому числі проблеми перехресної сумісності продуктів різних виробників.

Незабаром після проміжної специфікації (Bluetooth 1.0B) була затверджена Bluetooth 1.1 - в ній були виправлені помилки і усунені багато недоліків першої версії.

У 2003 році була затверджена базова специфікація Bluetooth 1.2. Одним з її ключових нововведень стало впровадження методу адаптивного переналаштування робочої частоти (Adaptive frequency-hopping spread spectrum, AFH), завдяки якому бездротове з'єднання стало набагато більш стійким до впливу електромагнітних завад. Крім того, вдалося скоротити час, що витрачається на виконання процедур виявлення і підключення пристроїв.

Ще одним важливим поліпшенням версії 1.2 стало підвищення швидкості обміну даними до 433,9 Кбіт / с в кожную сторону при використанні асинхронного зв'язку з симетричного каналу. У разі асиметричного каналу пропускну здатність становила 723,2 Кбіт / с в одну сторону і 57,6 Кбіт / с - в іншу.

Крім того, було додано вдосконалений варіант технології синхронної зв'язку з встановленням з'єднання (Extended Synchronous Connections, eSCO), який дозволив поліпшити якість передачі потокового звуку за рахунок використання механізму повторної відправки пакетів, пошкоджених в процесі передачі.

В кінці 2004 року була затверджена базова специфікація Bluetooth 2.0 + EDR. Найбільш важливим нововведенням другої версії стала технологія Enhanced Data Rate (EDR), завдяки впровадженню якої вдалося значно (в кілька разів) збільшити пропускну здатність інтерфейсу. Теоретично використання EDR дозволяє досягти швидкості передачі даних 3 Мбіт / с, проте на практиці цей показник зазвичай не перевищує 2 Мбіт / с.

Необхідно відзначити, що EDR не є обов'язковою функцією для приймачів, відповідних специфікації Bluetooth 2.0.

Пристрої, обладнані приймачами Bluetooth 2.0, сумісні з модулями попередніх версій (1.x). Природно, що швидкість передачі даних обмежується можливостями більш повільного пристрою.

У 2007 році було затверджено базова специфікація Bluetooth 2.1 + EDR. У ній була додана технологія розширеного запиту характеристик пристрою для додаткової фільтрації списку при сполученні. Ще одне нововведення - енергозберігаюча технологія Sniff Subrating, яка дозволила значно (від 3 до 10 разів) збільшити тривалість автономної роботи мобільних пристроїв. Також була істотно спрощена процедура встановлення зв'язку між двома пристроями і реалізована підтримка NFC-з'єднань.

У серпні 2008-го були затверджені базові доповнення (Core Specification Addendum, CSA) до специфікацій Bluetooth 2.0 + EDR і Bluetooth 2.1 + EDR. Внесені зміни спрямовані на зниження рівня енергоспоживання, підвищення рівня захисту даних, що передаються і оптимізацію процедур ідентифікації і з'єднання Bluetooth-пристроїв.



У квітні 2009 року була затверджена базова специфікація Bluetooth 3.0 + HS. Абревіатура HS в даному випадку розшифровується як High Speed - висока швидкість. Її головне нововведення - реалізація технології Generic Alternate MAC / PHY (AMP), що забезпечує можливість передачі даних зі швидкістю до 24 Мбіт / с. Крім того, передбачається використання двох модулів приймачів: низької з невисоким енергоспоживанням і високошвидкісного, сумісного зі стандартом 802.11. Залежно від ширини потоку трансльованих даних (або розміру переданого файлу) задіюється або низькошвидкісний (до 3 Мбіт / с), або високошвидкісний приймач. Це дозволяє знизити рівень енергоспоживання в тих випадках, коли не потрібна висока швидкість передачі даних.

У червні 2010 року була затверджена базова специфікація Bluetooth 4.0. Ключова особливість цієї версії - використання технології передачі даних з низьким енергоспоживанням (low energy technology). Зниження енергоспоживання досягається як за рахунок обмеження швидкості передачі даних (не більше 1 Мбіт / с), так і за рахунок того, що приймач не працює постійно, а вмикається тільки на час обміну даними. Застосування даної технології забезпечує до декількох років автономної роботи пристроїв, які отримують живлення від малогабаритної літієвої батареї.

Необхідно відзначити, що специфікація Bluetooth 4.0 орієнтована головним чином на мініатюрні цифрові пристрої і різні електронні датчики (температури, тиску, вологості і т.д.), застосовувані в медичних і промислових системах віддаленого моніторингу.

## Профілі Bluetooth

Будь-який пристрій, обладнаний інтерфейсом Bluetooth, підтримує заданий його виробником набір профілів. Кожен профіль забезпечує підтримку певних функцій (наприклад, передачу файлів або потоку мультимедійних файлів, забезпечення підключення до мережі і т.д.), які можуть бути задіяні при підключенні двох або більше пристроїв за допомогою Bluetooth. Таким чином, набір профілів визначає функціональні можливості пристрою, доступні через Bluetooth-з'єднання.

Щоб задіяти Bluetooth-з'єднання для виконання певного завдання, потрібна наявність підтримки відповідного профілю як у ведучого, так і у відомого пристрою. Так, передати по Bluetooth-з'єднанню список контактів з одного мобільного телефону на інший можна лише за умови, що обидва апарати підтримують профіль OPP (Object Push Profile). А, наприклад, для використання мобільного телефону в якості бездротового стільникового модему необхідно, щоб цей апарат і застосовуваний комп'ютер підтримували профіль DUN (Dial-up Networking Profile). Якщо ж Bluetooth-з'єднання між двома пристроями встановлено, але виконати вказану дію (скажімо, передати файл) не вдається, то вирогідною причиною виникнення цієї проблеми може бути відсутність підтримки відповідного профілю у одного з пристроїв.

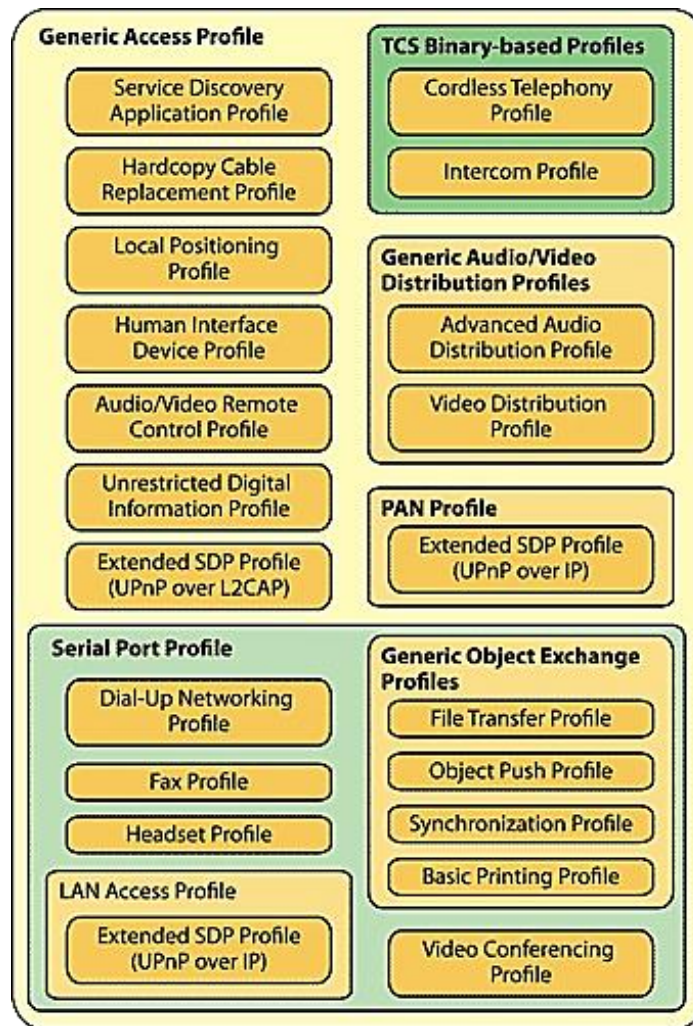


Рисунок 1 – Ієрархія профілей Bluetooth

Існує велика кількість різноманітних профілів Bluetooth, які описують різні варіанти і способи використання підключених пристроїв.

Кожен профіль Bluetooth обов'язково містить наступну інформацію:

- залежність від інших профілів;
- пропонуваній формат призначеного для користувача інтерфейсу;
- частини стека протоколів Bluetooth, що застосовуються даним профілем.

Все різноманіття профілів можна розділити на дві групи: базові і прикладні.

Далі наведена коротка інформація про три базові профілі:

- GAP (Generic Access Profile) - загальний профіль доступу Bluetooth. Підтримується всіма без винятку Bluetooth-пристроями і служить базисом для функціонування всіх інших профілів;
- SPP (Serial Port Profile) - профіль емуляції послідовного порту. Базується на профілі GAP і описує механізм обміну даними між двома пристроями, аналогічний тому, який задіюється при підключенні через послідовний провідний інтерфейс (RS-232, USB та ін.);
- GOEP (Generic Object Exchange Profile) - загальний профіль обміну об'єктами, що базується на GAP і SPP. Описує механізм обміну даними між двома пристроями з використанням протоколу передачі OBEX (OBject EXchange) і вимоги до переданих об'єктів.

В даний час існує велика кількість прикладних профілів, які забезпечують роботу самих різних функцій.

### **Елементна база Bluetooth**

Одне з необхідних умов успіху такої технології, як Bluetooth - недорога програмно-апаратна реалізація. Це більш важливо, оскільки для багатьох пристроїв бездротове з'єднання - це фактично додаткова, і важлива функція. І коштує вона відповідно. Однак в разі успіху обсяг потенційного ринку досить спокусливий. І провідні світові виробники інтегральних компонентів не забарилися зробити ставки. Причому настільки жваво, що виявити лідера вкрай важко, оскільки про свою першість заявляють багато.



Рисунок 2 – Структура пристрою Bluetooth

Настільки швидкому старту чимало сприяла простота структури пристроїв Bluetooth (рис. 2). До їх складу входять радіомодуль-трансивер, контролер зв'язку (він же baseband - процесор) і управляє зв'язком пристрій, власне реалізує протоколи Bluetooth верхніх рівнів, а також інтерфейс з термінальним пристроєм. Причому якщо трансивер і контролер зв'язку (в перших чіпсетах для Bluetooth) - це спеціалізовані мікросхеми (інтегральні або гібридні), то пристрій управління зв'язком реалізують на стандартних мікроконтролерах, сигнальних процесорах або його функції підтримують центральні процесори потужних термінальних пристроїв (наприклад, ноутбуків).

Так, однією з перших своє рішення для Bluetooth представила фірма Philips Semiconductors, запропонувавши комплект, до складу чотири мікросхеми - синтезатор UMA1022, підсилювач потужності SA2410, схему модуляції SA639 і трансивер SA2420. Дві з них - UMA1022 і SA639 - використовуються в DECT-пристроях. Однак незабаром Philips запропонувала спеціалізований чіпсет, що підтримує специфікацію Bluetooth 1.0. Він включає однокристальний трансивер UAA3558, заснований на оригінальній технології "низькою проміжної частоти" (спочатку створювався для DECT!), і baseband-процесор серії VWS2600x. Процесор VWS26002 може працювати із трансивером компанії Ericsson PBA 313, він містить ядро 32-розрядної RISC-мікроконтролерів ARM7 TDMI (компанії ARM), кодек голосу, підтримує інтерфейси UART, USB, PCM і I2C.

Виготовляється процесор по 0,25-мкм КМОП-технології, тому характеризується малою споживаною потужністю і низькою напругою: 1,8-2,5 В для цифрового ядра і 2,5-3,3 В для портів введення / виводу.

Взагалі слід зазначити, що ядро ARM TDMI застосовується в baseband-процесорах багатьох фірм. Так, воно інтегровано в Bluetooth baseband-процесор фірми Ericsson. На основі цього ядра побудований і однокристальний контролер Bluetooth компанії Atmel AT76C551. Atmel пропонує чіпсет, що включає даний контролер і однокристальний трансивер T2901 компанії Temic Semiconductors (яка тепер увійшла до складу Atmel).

Трансивер T2901 забезпечує радіус дії до 10 м. Якщо його треба збільшити до 100 м, Atmel пропонує SiGe IC T7024 (також колишній Temic Semiconductors), що включає малопотужний передпідсилювач і 23-dBm підсилювач потужності (рис. 3).

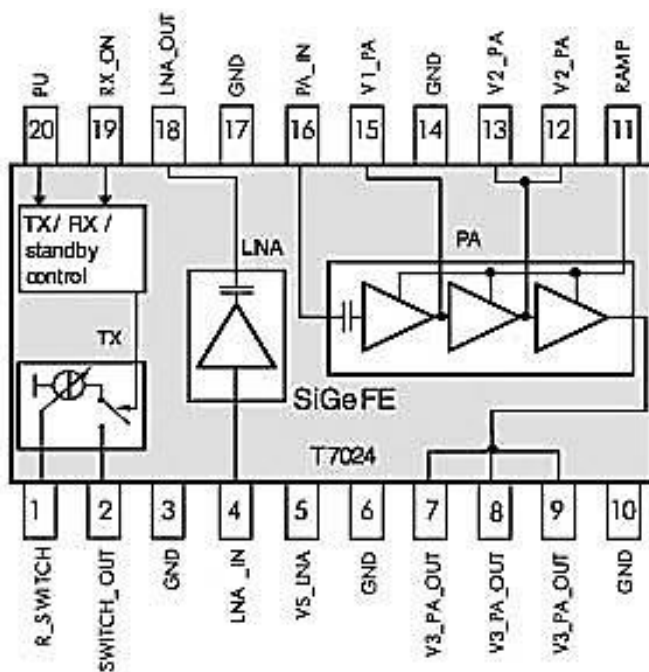


Рисунок 3 – Структура T7024

Трансивер компанії Ericsson PBA31301, хоча і заснований на спеціалізованій БіКМОП ІС, але є гібридним модулем, зібраним на багатошаровій керамічній підкладці (шість шарів металізації). У 100-Вт виконанні розміри Компанія Lucent Technologies також виробляє чіпсет для Bluetooth, що містить однокристалний передавач W7020 з низькою споживаною потужністю (напруга живлення - до 2,7 В), і baseband-контролер W7400. Свій комплект ІС Odissey випустила і фірма Silicon Wave. У нього входять ІС радіомодема SiW1501 і контролер зв'язку SiW1601.

Не залишилася осторонь і National Semiconductor. Її чіпсет складається з трансивера з вбудованим ФАПЧ LMX3162 і контролера зв'язку LMX5001. Як і в разі чіпсета Odissey, при реалізації Bluetooth-пристроїв на базі цього комплекту схем необхідний процесор, що виконує функції управління зв'язку. Їм може бути центральний процесор комп'ютера або, наприклад, сигнальний процесор ADSP-218x (Analog Devices) з відповідним програмним забезпеченням.

## 1.2 Взаємодія Bluetooth - сигналів

Основним призначенням Bluetooth є створення персональних мереж (**Private Area Networks, PAN**), для обміну даними між близькими (всередині одного будинку, приміщення, транспортного засобу і т.д.) настільними і портативними ПК, периферійними і мобільними пристроями.

**ISM - Industry, Science, Medicine** - смуга промислового, наукового та медичного застосування, що дозволяє вільно використовувати пристрої **Bluetooth** у всьому світі. На цих частотах працюють мікрохвильові печі, бездротові мережі стандарту 802.11b/g, радіотелефони інщі, які агресивно конфліктують між собою. Для вирішення проблеми в технології **Bluetooth** передбачений спеціальний - **FHSS** - алгоритм стрибкоподібної перебудови частоти в діапазоні 2,4 ГГц-2,4835 ГГц. Для повнодуплексної передачі використовується дуплексний режим із тимчасовим поділом (**TDD**).

Підтримується **ізохронна та асинхронна передача даних** та забезпечується проста інтеграція з протоколом TCP/IP. Стійкість приймачів до невизначених станів лінії досягнена за рахунок алгоритму FHSS та програмного алгоритму, у стеках протоколів.

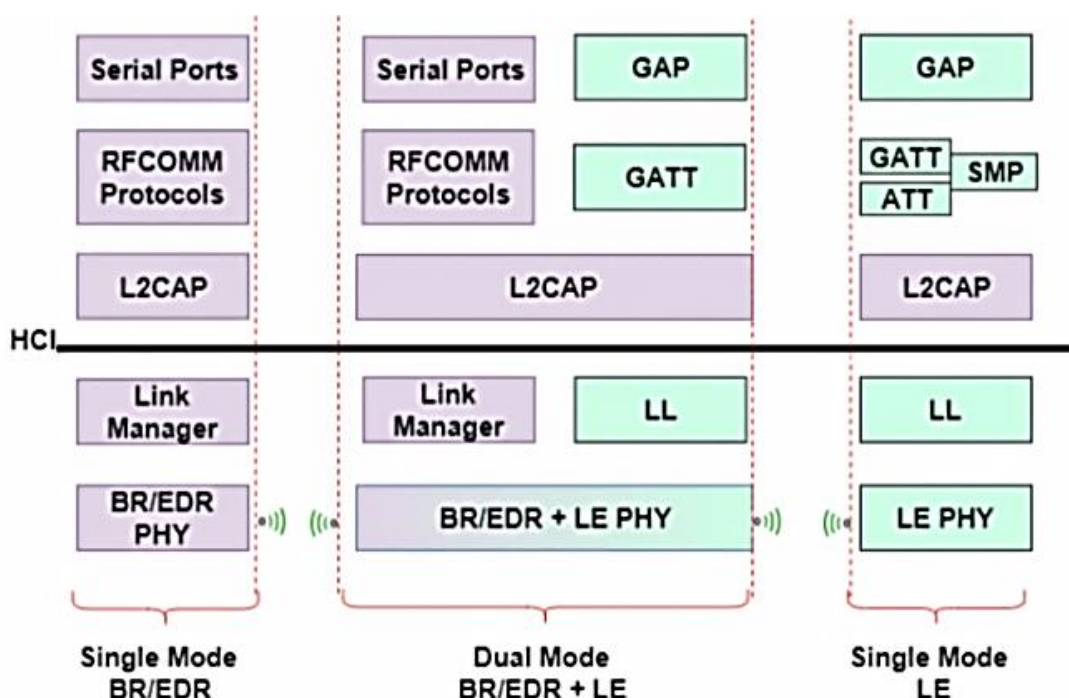
**Piconet** - мережа 2-х пристроїв або більше. Передавач передає дані пакетами за алгоритмом FHSS або шаблоном (pattern).

Клас	Максимальна потужність(споживання), мВт	Максимальна потужність(рівня сигналу покриття), дБм	Радіус дії, м
1	100	20	100
2	2,5	4	10
3	1	0	<10

Табл. 2 Дальність зв'язку у межах комунікаційного інтерфейсу Bluetooth

### Протоколи і режими роботи Bluetooth – з'єднання

Ієрархічну схему передачі в Bluetooth – стеках (програмно-протокольні модулі) **Bluetooth LE**, **Bluetooth BR/EDR** та **Bluetooth BR/EDR+LE** та порівняємо з моделлю OSI:





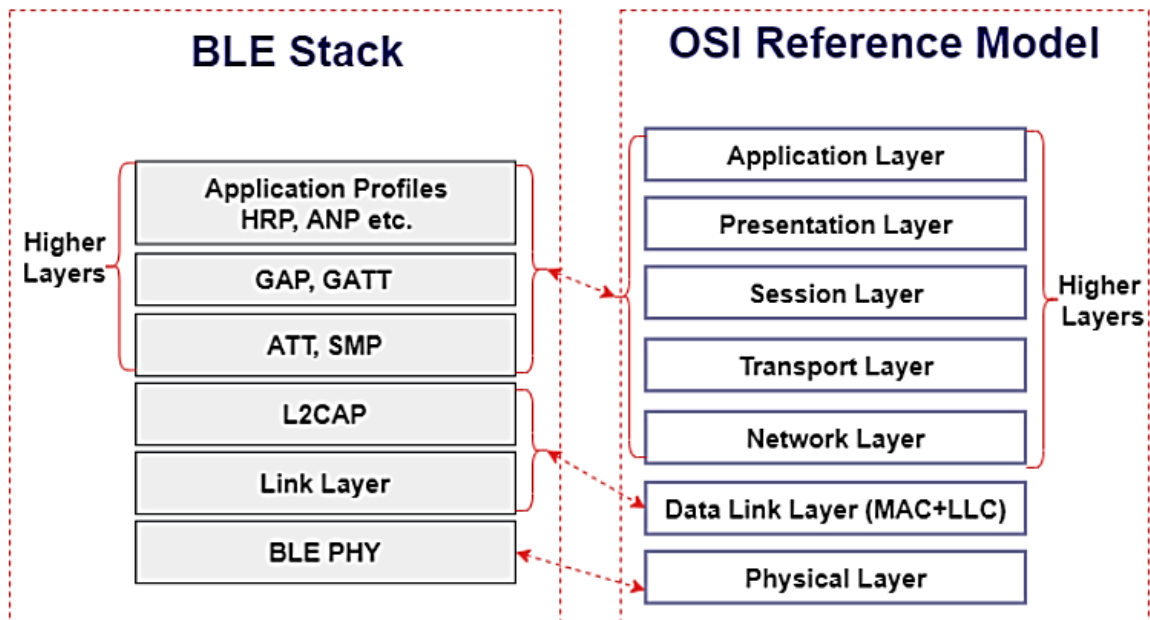


Рисунок 4 Архітектура стеків Bluetooth LE, Bluetooth BR/EDR та Bluetooth BR/EDR+LE

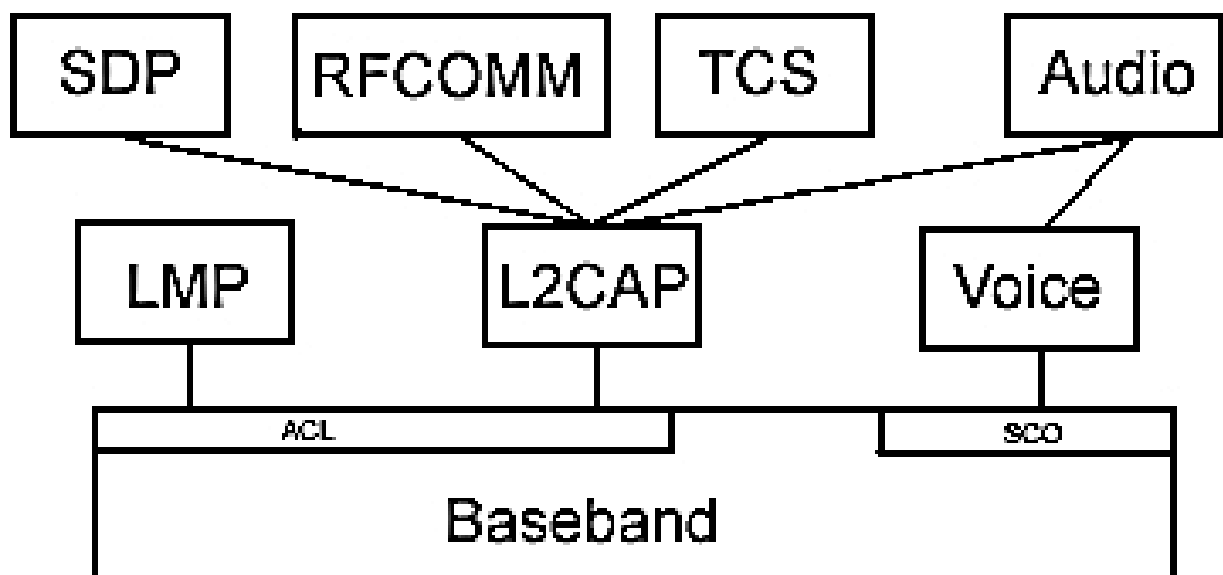




Рисунок 5 Ієрархічний набір базових протоколів стеку Bluetooth (зверху) та стеку BLE (Bluetooth Low Energy) (знизу)

Стек BLE та стек Bluetooth: контролер (Controller), вузол мережі (Host). Контролер включає фізичний (PHY) (Baseband) і канальний рівень (LL) і реалізується в системи-на-кристалі (СнК) і інтегрованим бездротовим трансівером. Частина стека, що називається вузлом мережі реалізується програмно на мікроконтролері додатків - включає функціональність верхніх рівнів: рівень логічного зв'язку (Logical Link Control - LLC), протокол адаптації (Adaptation Protocol - L2CAP), атрибутів (Attribute Protocol - ATT), протокол атрибутів профілів пристроїв (Generic Attribute Profile - GATT), забезпечення безпеки (Security Manager Protocol - SMP), забезпечення доступу до функцій профілю пристроїв (GAP) Взаємодія між верхньою та нижньою частинами стека здійснюється інтерфейсом Host Controller Interface (HCI). Додаткова функціональність реалізується зверху рівня вузла мережі.

Рівень протоколу адаптації для управління логічним каналом (L2CAP) - верхній рівень протоколів Bluetooth. Протокол є транспортом передачі даних; голосовий протокол звертається до рівня базового діапазону частот. Рівень L2CAP приймає від протоколів верхнього рівня сегменти даних розміром до 64 Кбайт і поділяє їх на невеликі кадри рівня базового діапазону частот. При прийомі рівень L2CAP збирає кадри у вихідний сегмент і передає протоколу верхнього рівня.

SCO (Synchronous Connection-Oriented) – синхронне з'єднання та ACL (Asynchronous Connection-Less) асинхронне з'єднання.

RFCOMM протокол - використовує транспортний L2CAP. Протокол емулює з'єднання PPP (point-to-point) серійним портом (RS-232 або EIA/TIA-232-E (COM-порт)).

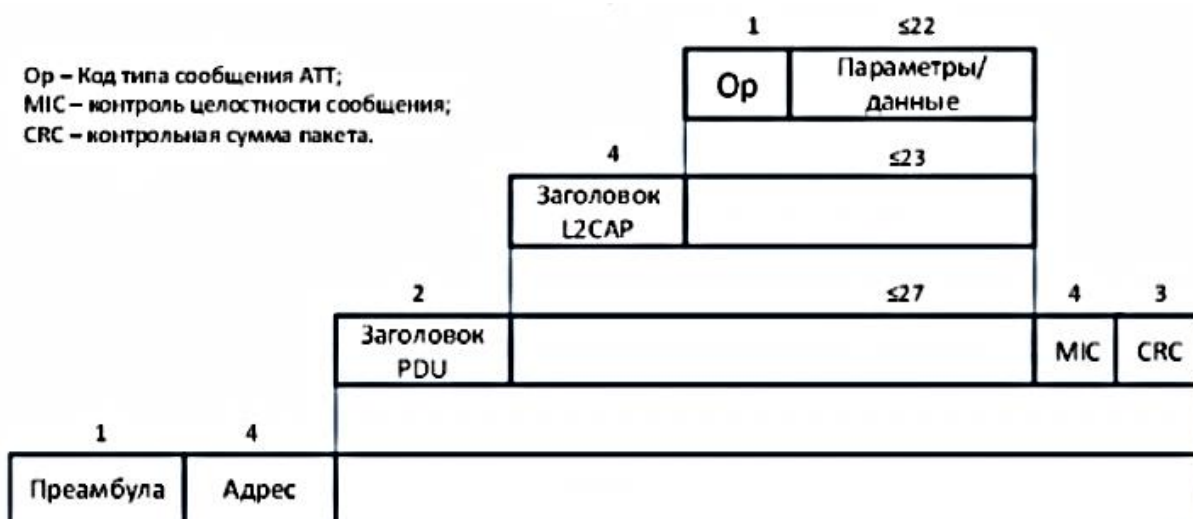


Рисунок 6 Формат фрейму (кадру) передачі даних у стеку BLE

### 1.3 Звук та його властивості

Звук - це коливальний рух частинок пружного середовища, що поширюється у вигляді хвиль, у рідині або у твердому тілі. Органи слуху людини сприймають звуки у вузькому частотному діапазоні (20Гц - 20кГц).

Акустика - наукова дисципліна, що вивчає закономірності генерації, поширення та сприйняття звуків в різних середовищах.

#### **Класифікація звуків:**

##### 1. З точки зору муз.теорії:

- а) Музичні звуки
- б) шуми.

##### 2. За частотними характеристиками акустичної хвилі:

- а) простий тон-синусоїдальні коливання
- б) складний тон

Гармонічний тон - складається з основного тону та обертонів.

Не гармонічний тон- складається з основного тону та негармонічних обертонів.

Білий шум - хаотичне коливання, спектральні складові, що розміщуються рівномірно по всьому діапазону.

Кольоровий шум - хаотичні коливання, спектральні складові які розміщуються нерівномірно по всьому діапазону, з поступовим зменшенням інтенсивності від низьких до високих частот.

Характеристика каналового цифрового перетворення:

1. Частотна дискретизація (частота квантування) визначає швидкість проходження відліків на секунду. (11 - 96кГц)
2. Амплітудна-розрядність квантування - кількість розрядів двійкового числа, що використовують для визначення кількості рівнів квантування (16р-24р-32р).

Прилади частотної обробки сигналу:

- Графічний еквайзер
- Прилади часової обробки сигналу
- Реверберація-ділей
- Хорус
- Фленжер

Акустика-це:

- 1) вузьке розуміння-вчення про звук (пружні коливання та хвилі у газах, рідинах і твердих тілах, які сприймаються органами чуття людини.
- 2) У широкому сенсі –галузь фізики . що досліджує властивості пружних коливань та хвиль від найнижчих частот (умовно від 0.1Гц, до гранично високих частот( $10^{12} - 10^{13}$  Гц) їхньої взаємодії з речовиною і застосування одержаних знань для вирішення широкого кола інженерних проблем.

## Розділи акустики:

- 1.Електроакустика-це розділ акустики, що займається питаннями прийому,запису та відтворення звуку за допомогою електричних приборів, також вивчає електричне колювання та їх перетворення у звук.
- 2.Фізіологічна та психологічна акустика- наукова дисципліна, що вивчає особливості і закономірності процесу сприйняття звуків, їхнього впливу (позитивного/негативного) на людину — її свідомість, організм. Це міждисциплінарна галузь: перебуває на стикові фонетики, психолінгвістики, фізіології, основи психоакустики були закладені Г. Гельмгольцем.
- 3.Гідроакустика- Терміном гідроакустика визначаються усі акустичні дослідження, пов'язані з вивченням особливостей генерування та поширення звуків у різних водоймах та практичне використання знань про ці особливості.
- 4.Медична акустика- Значну увагу у медичній акустиці приділяється також вивченню дії на організм людини звуків та вібрацій різної інтенсивності.
- 5.Архітектурна акустика- Не зважаючи на те, що історія акустики досить багата прикладами споруд (особливо культових храмів), відкритих театрів, які славляться чудовими умовами для сприйняття звуків людиною, формування наукової дисципліни, яка б давала обґрунтовані систематичні рекомендації для досягнення таких звукових якостей, відбулося лише на початку ХХ століття.
- 6.Екологічна акустика- Поява цього напрямку у сучасній акустиці, є прикладом змін у цій науці, що відповідають змінам умов існування людства. Сам по собі великий інтерес до проблем екології, тобто проблем взаємодії людини з навколишнім середовищем, є характерною ознакою сьогодення.
- 7.Біоакустика- Вивченням особливостей створення звуків живими істотами, сприйняття ними звуків, характерних особливостей використаних звуків, опікуються у такому розділі акустики, як біоакустика.

8.Аероакустика- це розділ акустики, в якому вивчають механізми виникнення та властивості звуків, що створюються потоком повітря, або збуреннями у повітрі, породженими рухом у ньому, різних об'єктів.

9.Ультразвук (вище 20кГц)- Ультразвук визначають як звукові хвилі у газах, рідинах та твердих тілах, спектр яких, містить складові з частотами вище 20 кГц. Виділення досліджень звукових хвиль такого діапазону частот в окремий розділ акустики зумовлено, перш за все, надзвичайно широким використанням ультразвуку для вирішення технологічних завдань.

10. Нелінійна акустика -співвідношення визначають міру нелінійності акустичного середовища. Як приклад, можна вказати, що для двоатомних газів . Значення цього співвідношення, важливе для обробки результатів ультразвукового зондування людських органів.

11.Геоакустика- Геоакустика-- розділ акустики, що пов'язаний з вивченням властивостей інфразвукових, звукових та ультразвукових хвиль у земній корі, гідросфері та атмосфері. Цей розділ акустики є складовою такої загальної дисципліни у науках про землю, як геофізика.

12.Музична акустика- Музична акустика є розділом акустики, у якому досліджується широке коло питань музики, фізики музичних інструментів та особливості сприйняття музики людиною.

#### 1.4 Мікшерна електронна система

Мікшерний пульти ("мікшер", або "мікшерна консоль", від англ. "mixing console") - електронний пристрій, призначений для зведення звукових сигналів: підсумовування декількох джерел в один або більше виходів. Також за допомогою мікшерного пульта здійснюється маршрутизація сигналів. Мікшерний пульти використовують при звукозаписі, відомості та концертному звукопідсиленні.

Існують аналогові та цифрові мікшерні пульти, і у кожного з цих видів існують свої прихильники та противники, так як обидва види мають свої очевидні переваги та недоліки. Також мікшерні пульти розрізняються за кількістю входів та виходів. Професійні концертні та студійні мікшерні консолі, як правило, мають не менше 32 входів, більше 6 Аух-шин, потужний еквалайзер на входах, 4 або більше підгруп, а також оснащуються високоточними та довгохідними фейдерами. У свою чергу компактні та бюджетні мікшери мають малу кількість каналів, більш мізерні еквалайзери, і нерідко позбавлені фейдерів (які замінюються звичайними потенціометрами).

Існує окремий клас мікшерних пульти, призначених до роботи діджея. Основна відмінність DJ-пульта полягає в меншій кількості вхідних каналів (наприклад, один мікрофонний і два стерео канали), наявність кросфейдера, за допомогою якого діджей плавно зводить сигнали вхідних каналів, а також блоку спеціальних звукових ефектів.



## Структура мікшерного пульта

Загалом, будь-який мікшерний пульт має секцію входів та секцію виходів. Секція входів складається з певної кількості вхідних каналів (осередків) - монофонічних та стереофонічних. Як правило, кількість вхідних каналів на пультах кратна двом. Вхід кожного моно каналу зазвичай оформлений двома гніздами:

для мікрофона – тип XLR;

для лінійного джерела сигналу - TRS або RCA.

Кожен вхідний канал складається з кількох блоків обробки та маршрутизації сигналу. Основні з них:

Попередній підсилювач із регулюванням чутливості (Gain або Trim), що дозволяє оптимально задати робочий рівень вхідного сигналу.

Переважає більшість мікшерних пультів мають на вході джерело «фантомного» живлення, яке потрібне при використанні конденсаторних мікрофонів або деяких ді-боксів.

Багатосмуговий еквалайзер, що дозволяє відкоригувати частотну характеристику сигналу. Професійні мікшерні пульти оснащуються напівпараметричним регулюванням смуг, кількість яких може досягати шести.

Блок маршрутизації вхідного сигналу на додаткові шини (Aux), які можна використовувати для обробки сигналу зовнішнім (або вбудованим) процесором ефектів або для надсилання його на окрему моніторну лінію. Залежно від конфігурації консолі мікшера, Aux-шин може бути від двох до дванадцяти. Будь-яка Aux-шина може працювати у двох режимах: Pre і Post - вони визначають залежність рівня сигналу в шині від положення гучності фейдера.

Таким чином, Аух-шині можна створити індивідуальний мікс (баланс) вхідних джерел.

Регулятор панорамування, за допомогою якого визначається положення сигналу у звуковій стерео картині.

Фейдер гучності вхідного сигналу, що визначає його рівень у загальному балансі всіх каналів.

Входи деяких пультів мікшера оснащуються «точкою розриву» (Insert), яка знаходиться після підсилювача. Дане гніздо є одночасно вхід і вихід даного каналу, який можна використовувати для індивідуального підключення будь-якого пристрою обробки сигналу, наприклад компресор.

Секція виходів мікшерного пульта є системою управління і маршрутизації всіх присутніх на пульта виходів. Ця секція може складатися з:

- Фейдери рівня загального (головного) виходу.
- Осередків підгруп, які є універсальними шинами, що дозволяють об'єднувати вхідні сигнали для певної мети і керувати такою групою одним фейдером, або навіть відправити групу на окремий вихід. Наприклад, можна поєднати всі сигнали ударної установки в одну підгрупу.
- Регулятори рівня виходу Аух-шин. Крім виходів для Аух-шин, багато мікшерних пультів мають Аух-входи (т. зв. «повернення»), які, по суті, є додатковими входами. Зазвичай система «поширення-повернення» використовується для обробки сигналу Аух-шини зовнішнім процесором ефектів.
- Додаткові функції, такі як: загальний еквайзер, суматор загального стерео-виходу в моно-сигнал, матриця (додатковий набір універсальних шин), блоки прослуховування окремих каналів у навушниках без втручання в основний баланс та багато іншого.

## **Застосування та різноманітність мікшерних пультів**

Мікшери застосовуються у всіх сферах звукового посилення — студії звукозапису, концертне обладнання, трансляційне обладнання, радіостанції тощо. Існують пульти мікшера з вбудованими підсилювачами потужності (т.з. «активні мікшери»), які підходять для компактних і мобільних звукових комплектів. Деякі професійні студійні та концертні мікшерні консолі оснащуються електронною моторикою всіх регуляторів, що дозволяє керувати ними з комп'ютера, при цьому сама консоль залишається аналоговою, проте її застосування обмежується досить високою вартістю.

### **Цифрова мікшерна консоль Digidesign**

На окрему увагу заслуговують цифрові пульти мікшера, основні переваги яких полягають у більш функціональних блоках обробки і маршрутизації, можливістю збереження всіх налаштувань в пресети, а також в набагато компактніших розмірах. Однак оцифрування вхідних сигналів і зворотне перетворення цифрового сигналу на аналоговий призвело до появи великої кількості противників цієї технології. Крім того, на відміну від традиційних мікшерних консолей, де всі функції та органи управління зрозумілі будь-якому звукорежисеру, цифрові мікшери вимагають певного часу на їхнє вивчення.

Інший клас мікшерних пультів складають консолі для мовних студій радіостанцій. Дані мікшери, як правило, оснащуються високоякісними та наднадійними компонентами та фейдерами, а також так званими «телефонними гібридами», які є коміркою, призначеною для узгодження з телефонною лінією.

## 1.5 Розробка функціональної схеми Bluetooth-мікшерної системи

**Кількість пристроїв, що можливо сполучити, залежить від архітектури та інтерфейсу цих пристроїв.**

**Архітектура інтерфейсу може бути магістральною і радіальною.**

**В радіальному варіанті (об'єднання типу «точка-до-точки») функціональність системи в частині передачі синхронних даних ширше. Контролер(К) зв'язаний лише з одним кінцевим пристроєм (ОУ-оконечное устройство).**

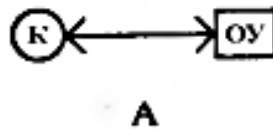
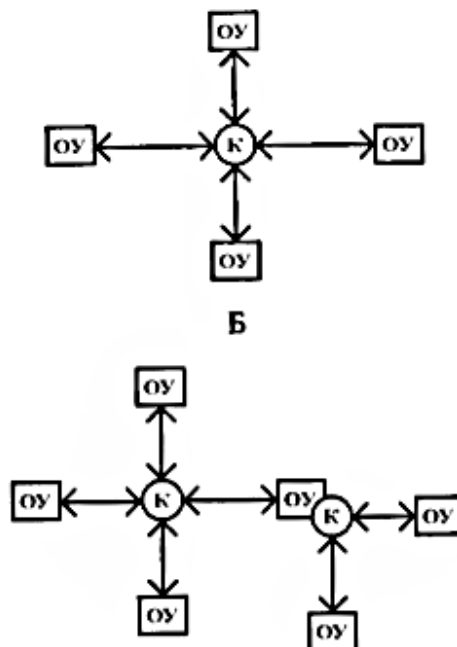


Рисунок 7 Об'єднання типу «точка-до-точки»

**Магістральний варіант (об'єднання типу «точка-до-багатоточок») (рис.2) реалізується за допомогою пікомереж (piconet) - сукупність від 2 пристроїв (працюють на одному шаблоні передачі даних та scatternet (розсіяні мережі).**



## Рисунок 8 Об'єднання типу «точка-до-багатоточок»

### РОЗДІЛ 2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Реалізувати електронну Bluetooth-мікшерну систему можна кількома варіантами:

Варіант 1. Один з найоптимальніших це удосконалити існуючий мікшер інтегрувавши в нього кілька пар трансиверних систем, що під'єднуються до усіх важливих входів та виходів. Важливим моментом є те, що вибрані трансиверні пари мають аналогові виходи, тому потрібен саме мікшер, що працює з аналоговими аудіосигналами. Тому маємо 1-у трансиверну пару на один канал входу чи виходу, що утворює свою мережу типу **точка-до-точки**. Таке жорстке розділення на власні Bluetooth-мережі дає можливість уникнути складного проектування і виключити плутанину з «власником каналу». З іншої сторони збільшиться навантаження на радіоефірну частину виділеного частотного спектру і такі мережі можливо будуть конкурувати за вільний простір.

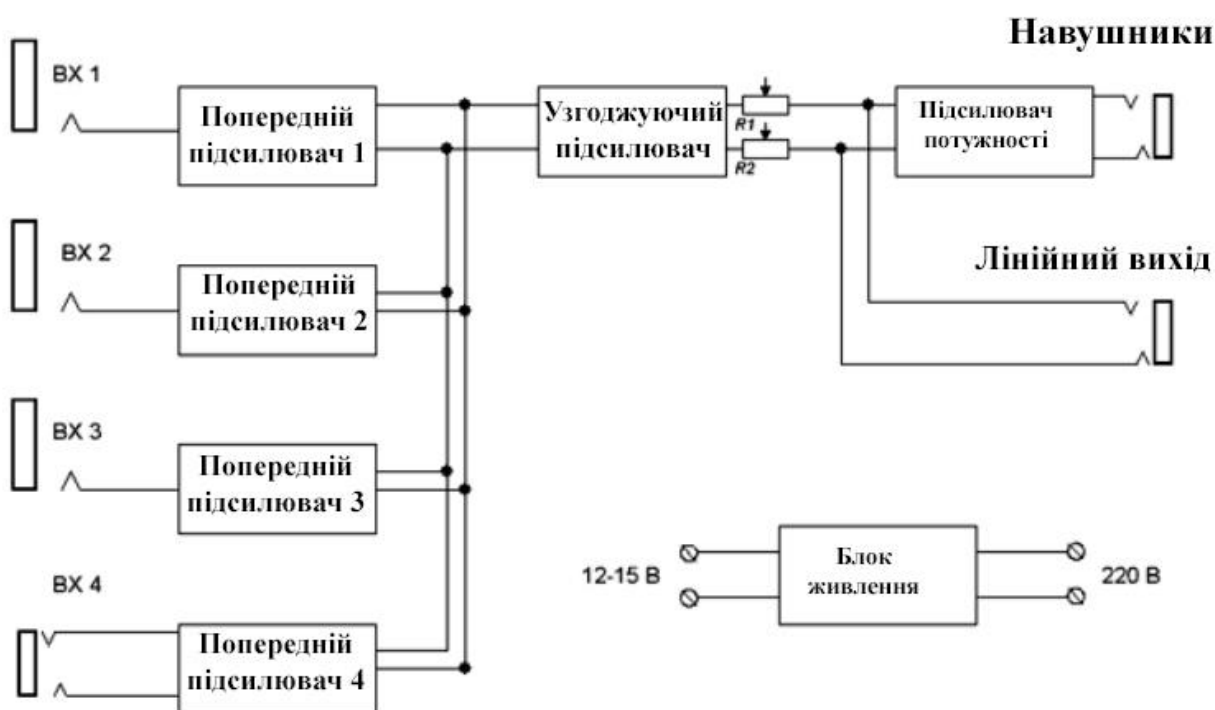


Рисунок ? Блок-схема 4-канального аналогового мікшера

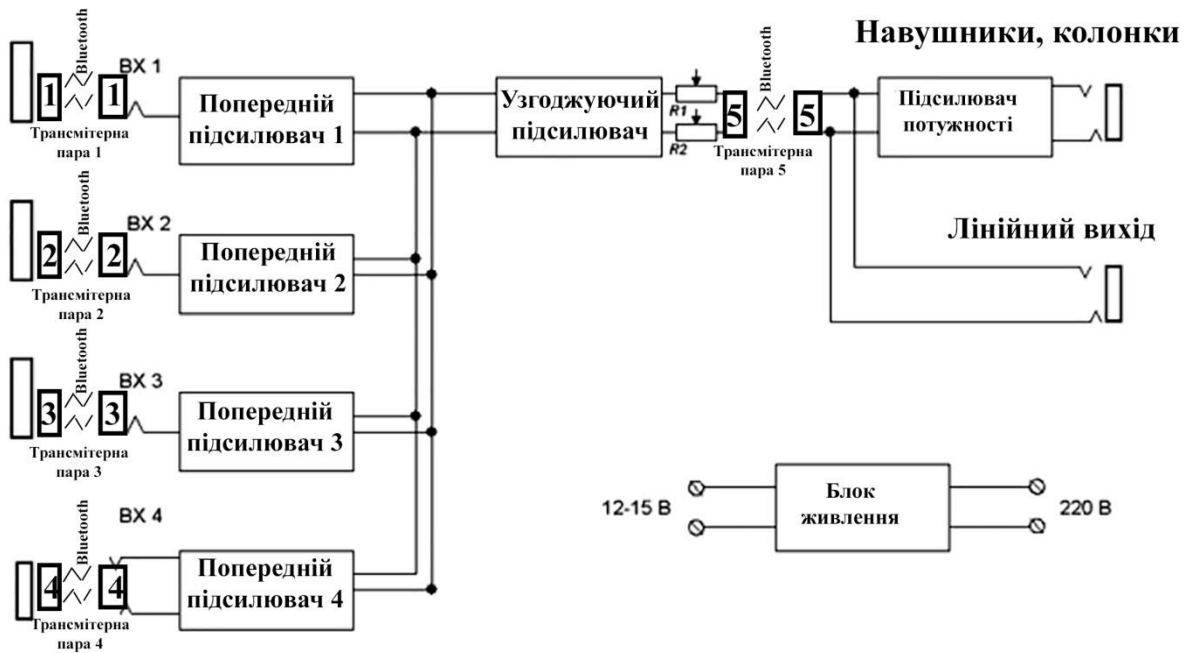
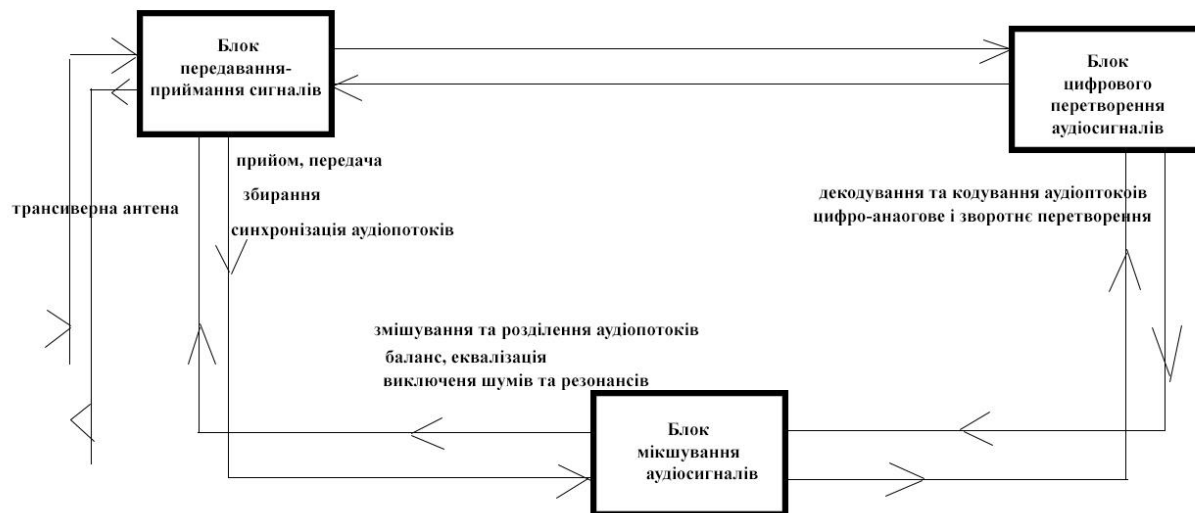


Рисунок ? Блок-схема 4-канального аналогового мікшера з Bluetooth – трансиверними парами комутацій

Варіант 2. Розробити мережеву систему типу **точка-до-багатоточки**. Тут роль суматора сигналів гіпотетично має взяти роль bluetooth-мікроконтролер або декілька таких мікроконтролерів. Складність проектування такої системи зумовлена насамперед тим, що ми просто ускладнюємо попередній варіант і при проектуванні все-одно треба буде мікшерна електронна система між прийомно-передаваючою ланкою Bluetooth-сигналів, в якій потрібні будуть саме функції зведення, вирівнювання балансу та еквалізацією і саме тому ми знову повернемося до варіанту 1. Частково таку систему можна зробити на базі цифрового мікшера, але вартість буде в рази більшою.



Обидва шляхи мають раціональний корінь, справа буде лише в собівартості даних рішень.

### Варіант 1

Серед варіантів мікшерів та трансиверних систем були розглянуті такі пристрої:

- Аудіо Мікшер Mixer BT 4000 4 каналу Bluetooth

Ви власник клубу чи кафе? Вирішили запустити власну радіостанцію чи зайнятися звукозаписом власної творчості, але не вистачає фінансів для професійної студії? У такому випадку вам на допомогу прийде недорогий, але якісний мікшер BT-4000. 4 незалежні канали, можливість підключення мікрофона без додаткового джерела живлення, вбудований еквайзер на кожному каналі – дозволить вам проводити експерименти зі звуком та досягти ідеальної якості звучання вашої апаратури як на відкритих майданчиках, так і в домашній студії звукозапису. Мінімум налаштувань і регуляторів дозволять розібратися з пристроєм навіть починаючий звукорежиссер або ді-джей.

Аудіо мікшер Mixer BT 4000 – це електронний пристрій, призначений для зведення звукових сигналів: підсумування кількох джерел в один або більше виходів. Також за допомогою пульта мікшера здійснюється маршрутизація сигналів. Мікшерний пульт використовують при звукозаписі, зведенні та концертному звукопідсиленні.

Характеристики аудіо мікшера Mixer BT 4000 4 каналу Bluetooth:

активний мікшер: 4-канальний вхід;

загальний регулятор гучності;

запобіжник :2 А;

напруга живлення 230 В, 50 Гц;

частотний діапазон системи 20 Гц – 20 кГц;

вхідна чутливість: mic – 10mv, line – 120mv;

вихідна на навушники: 900m;

SNR 62dB;

THD: 0,1%;

еквайзер: HI +-15dB/10Khz, MID +-15dB/2.5Khz, LOW +-15dB/80Hz;

вбудування Bluetooth;



FM радіо;

два виходи на мікрофоні;

Aux вхід;

USB роз'єм для підключення флеш накопичувачів.

Комплектація аудіо мікшера Mixer BT 4000 4 каналу Bluetooth:

аудіо мікшер;

блок живлення;

інструкція англійською;

Упаковка.

Зроблено у Китаї.

Термін гарантії – 14 днів.

- Трансиверна пара BT660 (ресивер + трансмітер)

Опис пристрою:

Bluetooth 5,0 аудіо передавач/ приймач USB адаптер для ТВ ПК автомобільний, для домашнього використання, в офісі і т.д.

Розмір: 32 \* 18 \* 10мм.

В комплекті: сам блютуз адаптер + шнур AUX-AUX + інструкція англійською.

Версія Bluetooth: 5,0+EDR.

Сумісна система: для Windows, Mac та інших основних операційних систем.

Живиться через порт USB від телефонних зарядок, від повербанка, юсб роз'єму телевізора, комп'ютера, автомагнітоли і т.д.

Режим прийому передачі перемикається автоматично при подачі, відключенні живлення.

- режим приймач-блимає червоним при включенні, при підключенні горить червоним постійно.

- режим передачі моргає синім під час пошуку, горить постійно під час з'єднання.

Цей прилад невеликий та легкий, що зручно для вас.

Цей аудіоадаптер має світлодіодний індикатор, тому ви можете легко розрізняти різні режими.

Режим передавача: він може передавати аудіо з не bluetooth телевізора, динаміка та C-D-плеєра, і ви можете використовувати bluetooth навушники для підключення до нього.

Режим приймача: він може передавати аудіо зі смартфона, планшета та комп'ютера, тому підключений пристрій може підключатися до телефону та відтворювати музику.

Цей bluetooth-аудіо адаптер підтримує bluetooth 5,0, ви можете використовувати його для підключення до багатьох видів телефонів, і стабільний і швидкий сигнал.

Робоча частота: 2.4 ГГц.

## Варіант 2

## **РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ТА АЛГОРИТМУ РОБОТИ ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ МІКШУВАННЯ АУДІОСИГНАЛІВ**

### **3.1 Синтез структури електронної системи мікшування аудіосигналів**

Розробка структурної схеми і алгоритму роботи адаптивної системи передачі даних (АСПД) є досить творчим та клопітливим процесом, тому треба розробити та опрацювати варіанти логіки заданої системи.

Для забезпечення завадостійкої передачі АСПД повинна виконувати наступні функції:

- завдання режимів перетворення кодів згідно з числом помилок в прийнятих приймачем даних;
- перетворення даних з паралельного формату в послідовний для передачі по КЗ;
- перетворення початкового двійкового коду цифри в код з перевіркою на парність або в рівноважний код, або в площинний код;

- перетворення даних з послідовного формату в паралельний при прийому слова щодо кількості помилок;
- аналіз слова щодо кількості помилок;
- контроль і сигналізація розриву зв'язку;
- архівація слів щодо кількості помилок в каналі зв'язку.

У відповідності до виконуваних функцій структурна схема АСПД повинна складатися з блоку 1 буферних регістрів; блоку 2 комутатора кодів; першого 3, другого 4 і третього 5 блоків перетворення кодів; блоку 6 управління і синхронізації; блоку 7 завдання режимів, блоку 8 архівації, блоку 9 перетворення формату і блоку контролю розриву зв'язку (рисунок 9).

Блок 1 буферних регістрів призначений для прийому і тимчасового зберігання початкового двійкового коду цифри числа, а також для логічної розв'язки ЗП і АСПД.

Блок 2 комутатора кодів служить для мультиплексування виходів блоку 1 відповідно до заданого режиму перетворення.

Перший блок 3 перетворення кодів виконує перетворення початкового двійкового коду цифри в код з перевіркою на парність.

Другий блок 4 перетворення кодів призначений для перетворення початкового коду цифри в рівноважний код.

Блок 7 завдання режимів служить для установки режимів кодоперетворення по прийнятому слову щодо кількості помилок.

Блок 8 призначений для архівації слів щодо кількості помилок для подальшого аналізу стану каналу зв'язку із ЗП.

Блок 9 перетворення формату призначений для перетворення паралельного коду числових даних в послідовний, перетворення послідовного коду слова про помилки в паралельний.

Блок 10 контролю розриву служить для виявлення обриву каналу передачі через значний рівень перешкод і формування ознаки розриву.

Порядок роботи проекрованої АСПД виглядає таким чином. Двійковий код передаваної цифри завантажується із ЗП у блок 1 буферних регістрів по сигналу "Запис". Цей сигнал також включає в роботу блок 6 управління і

синхронізації. Після занесення даних у блок 1 ЗП повертається до своєї перерваної програми, а адаптивна телекомунікаційна система починає цикл перетворення і передачі коду цифри в КЗ. Початковий код цифри по заданій адресі з блоку 7 завдання режимів поступає на один з блоків перетворення кодів: перший 3, другий 4 або третій 5. Одночасно з цим на один з цих блоків подається сигнал "Дозвіл" з блоку 7, що підключає виходи вибраного блоку до загальної шини даних. Далі відбувається перетворення простого двійкового коду цифри в один із завадостійких кодів, після закінчення якого отриманий код поступає на вхід блоку 9 перетворення формату. Завадостійкий код по сигналу "Завантаження" з блоку 6 записується у блок 9 для паралельно-послідовного перетворення і зсуву до КЗ. Зсув даних у блоці 9 здійснюється по сигналах "Зсув" з блоку 6. Число імпульсів зсуву повинне відповідати

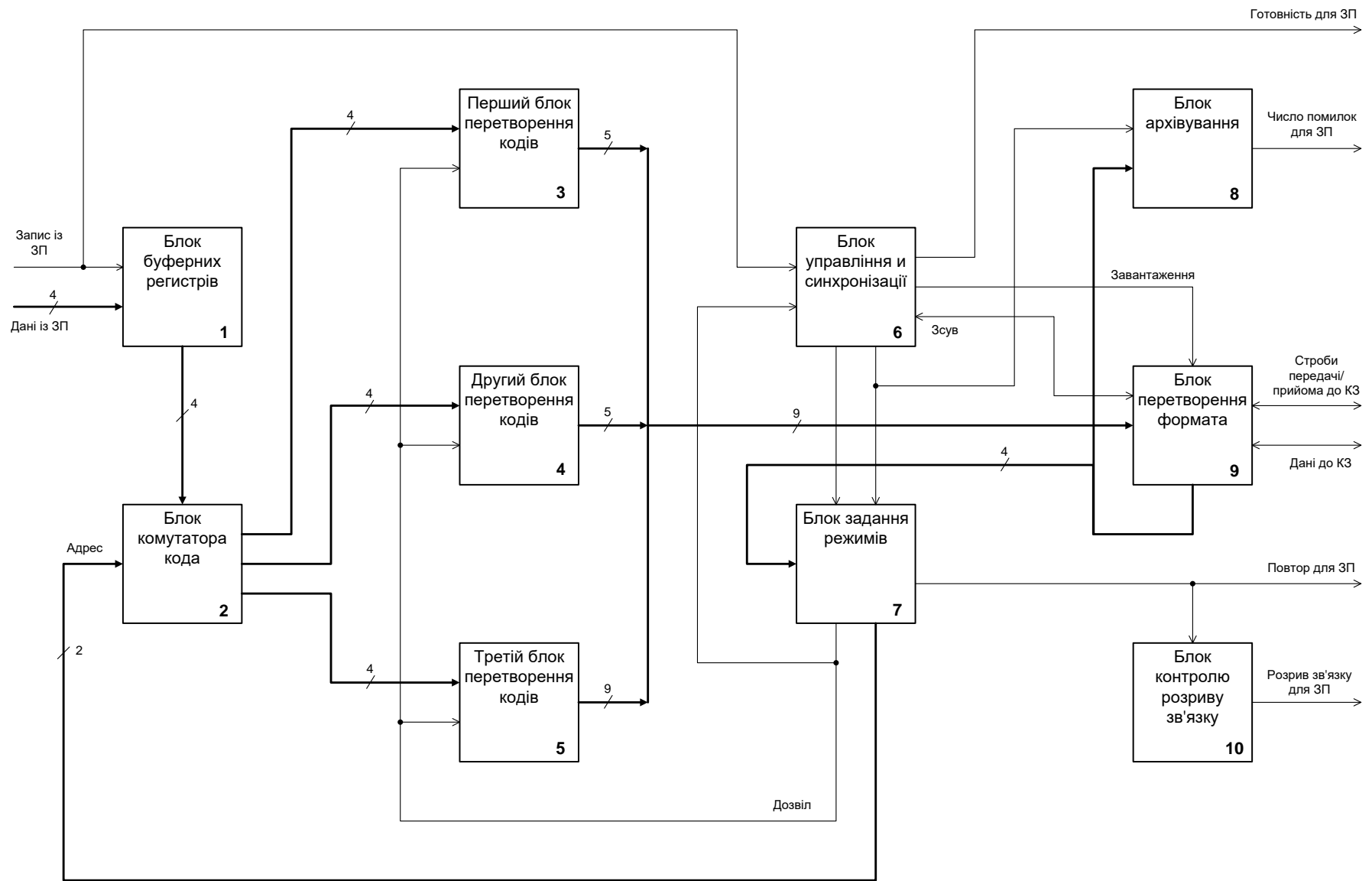


Рисунок 9 Структурна схема адаптивної системи передачі даних

розрядності отримуваних в результаті перетворення помилковиявляючих кодів і кодів, які коригують, що забезпечується блоком 7 завдання режиму. Закінчення зсуву в КЗ двійкового коду цифри фіксується сигналом "Готовність", який формується блоком 6 для ЗП. Така черговість дій повторюється для усіх розрядів передаваного числа. Після передачі двійкового коду останньої цифри числа блок 9 перетворення формату по сигналу з блоку 6 управління і синхронізації переводиться в режим прийому слова щодо кількості помилок в переданих даних. Слово щодо кількості помилок завантажується у блок 7 і записується у блок 8 архівування. Якщо число помилок дорівнює нулю, то формується нульове (неактивне) значення сигналу "Повтор" для ЗП і режим перетворення кодів залишається без зміни. Інакше, сигнал "Повтор" є одиничним, тим самим інформуючи ЗП про необхідність повторної передачі того ж числа. При цьому блок 7 задає новий режим кодоперетворення для АСПД, яка переходить до більше завадостійкого коду. При фіксації неодноразових спроб (не менше 10) передачі одного і того ж числа блок 10 контролю розриву формує ознаку "Розрив зв'язку" для ЗП і забезпечує індикацію виявленого обриву каналу передачі. Така послідовність дій повторюється для передачі наступних числових даних.

### 3.2 Синтез алгоритму роботи електронної системи мікшування аудіосигналів

В якості елемента адаптації для проектованої АСПД пропонується розглянути процедуру вибору декількох кодів, що розрізняються між собою помилковиявляючою і коригувальною здатністю. Кількість помилок в інформаційному пакеті, що приймається приймачем, знаходиться в прямо пропорційній залежності від рівня перешкод в КЗ. Отже, дана АСПД повинна здійснювати вибір коду залежно від числа спотворених двійкових розрядів, зафіксованих приймаючою системою. Інформацію про число помилок,

присутніх в даних, необхідно передавати в АСПД регулярно. Таке повідомлення від приймача повинне поступати після передачі усіх розрядів числа. Таким чином, має бути забезпечений інформаційний зворотний зв'язок в проєктованій системі. В цілях економії апаратурних витрат і простоти алгоритму передачі інформаційний обмін необхідно проводити в напівдуплексному режимі.

В якості кодів, використовуваних в АСПД для передачі, пропонується застосувати наступні: помилковиявляючий код з перевіркою на парність (непарність); помилковиявляючий рівноважний код; площинний код, що коригує.

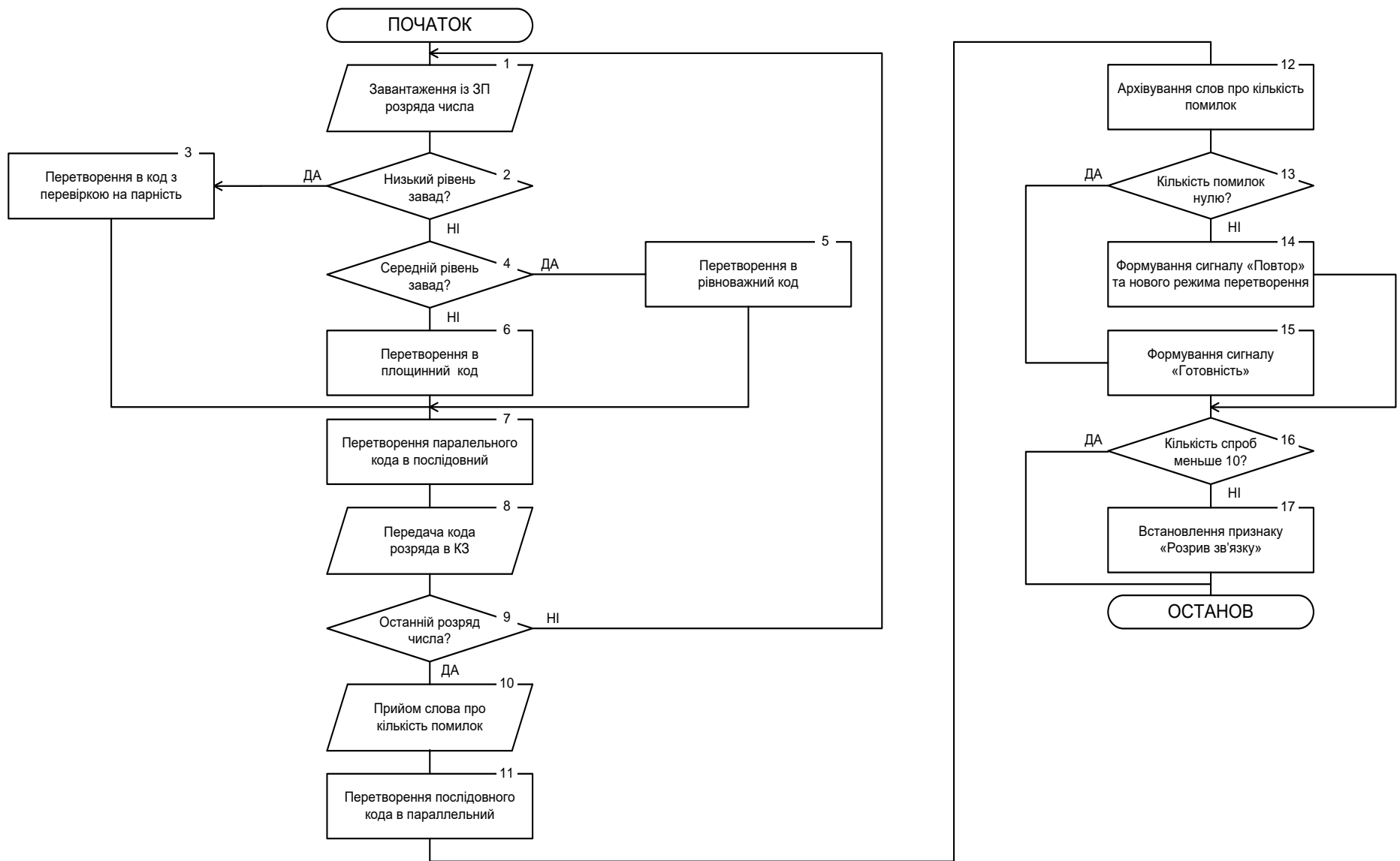
Код з перевіркою на парність призначений для передачі інформації в умовах невисокого рівня перешкод в КЗ, іншими словами для "доброго" каналу. Рівноважний код служить для передачі даних в умовах середнього рівня перешкод, або для "середнього" каналу, а також для несиметричного КЗ.

Площинний код призначений для передачі інформації в умовах високого рівня перешкод, тобто для "поганого" каналу.

У результаті алгоритм роботи АСПД виглядає таким чином (рисунок 10). Зовнішній пристрій при необхідності передачі числових даних, виконуючи крок 1, завантажує в проєктовану АСПД десятковий розряд числа, представлень в двійковому виді. Далі діями кроків 2 і 4 перевіряється стан КЗ. У разі, якщо рівень перешкод в каналі низький, тобто виконується крок 2, робота АСПД триває перетворенням початкового двійкового коду в код з перевіркою на парність (крок 3). У разі, якщо рівень перешкод середній, тобто виконується крок 4, здійснюється далі крок 5 – перетворення двійкового коду цифри в рівноважний код. Якщо кроки 2 і 4 не виконуються, то це означає, що рівень перешкод в КЗ високий. Тоді кроком 6 алгоритму відбувається перетворення початкового коду в площинний код. Отриманий завадостійкий код дією кроку 7 з паралельного формату перетвориться у формат послідовний. Після цього по кроку 8 здійснюється передача даних в послідовний КЗ. Якщо



був переданий не останній розряд десяткового числа, що контролюється кроком 9, то завантажується із ЗП наступний розряд в двійковому виді. Інакше згідно з кроком 10 АСПД переходить в режим прийому і приймає слово, що несе інформацію про число помилок в прийнятих даних. З послідовного формату воно має бути перетворене до паралельного виду, що і виконується кроком 11. Далі за допомогою кроку 12 робиться архівація отриманого слова про число помилок для подальшого аналізу ЗП. Якщо число помилок не дорівнює нулю, то крок 13 передає управління кроку 14, який встановлює для ВУ сигнал "Повтор" і задає новий режим перетворення, що відповідає поточному стану КЗ. Інакше виконується крок 15, що встановлює для ЗП сигнал "Готовність". Наявність сигналу "Повтор" вказує ЗП про необхідність повторного завантаження числа в АСПД і його передачі в КЗ. Наявність сигналу "Готовність" для ВУ означає те, що передача числових даних сталася успішно. Після виконання кроків 14 або 15 дія алгоритму триває кроком 16, який аналізує число безуспішних спроб. Якщо їх більше або рівне 10, то виконується крок 17, який формує ознаку "Розрив зв'язку". Якщо безуспішних спроб менше 10, то формування такої ознаки не робиться. Після кроків 16 або 17 дія алгоритму проектованої АСПД завершується.



**Рисунок 10** Алгоритм роботи адаптивної системи передачі даних



## Реальний алгоритм роботи Bluetooth-пристроїв

"Зрозуміти" один одного можуть тільки ті пристрої, які налаштовані на той самий шаблон передачі - для сторонніх приладів передана інформація буде звичайним шумом. **Кожна така порція мовлення утворює time-slot (тайм-слот) або слот. Дані розбиваються на пакети по 2745 біт кожен.** Інші пари приймач-передавач не заважають один одному. Алгоритм FHSS є також складовою системи захисту конфіденційності інформації.

## РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ МІКШУВАННЯ АУДІОСИГНАЛІВ

### Щодо SiW3500 Управління живленням

Сигнали HOST\_WAKEUP та EXT\_WAKE використовуються для керування живленням SiW3500. HOST\_WAKEUP - вихідний сигнал, який використовується для вказівки активності Bluetooth хосту. EXT\_WAKE - використовується вхідний сигнал господарем, щоб пробудити SiW3500 зі сну.

Для управління джерелом опорних годин, CLOCK\_REQ\_IN та CLOCK\_REQ\_OUT можуть бути доступні для включення / вимкнення зовнішнє джерело опорних годин.

Аналого-цифровий перетворювач загального призначення (АЦП) SiW3500 може бути включений для вибірки зовнішнього аналогового напруги. АЦП має 8-бітовий дозвіл.

									Лист
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕЛІТ 8.171.00.10.503 ПЗ				

## **Зовнішній контролер та інтерфейс EEPROM**

Цей інтерфейс призначений для зв'язку з додатковим EEPROM при використанні SiW3500 в режимі ROM. EEPROM не потрібен для конфігурацій із зовнішнім спалахом. EEPROM - це енергонезалежна пам'ять (NVM) у системі і містить параметри конфігурації системи, такі як адреса пристрою Bluetooth типу CODEC, а також інші параметри. Ці параметри за замовчуванням встановлюються на заводі, і деякі параметри змінюватимуться залежно від конфігурації системи. Необов'язково параметри пам'яті можна завантажувати з хост-процесора при завантаженні усунути потреби в EEPROM. EEPROM повинні мати послідовний інтерфейс I2C з мінімальним розміром 2 Кбіт та 16-байтними можливостями буфера для запису на сторінку.

### **Загальні системні вимоги**

Мікросхема SiW3500 може використовувати зовнішній кристал або опорний годинник як вхід системного годинника. Частковий перелік підтримувані частоти (в МГц) включають: 9,6, 12, 12,8, 13, 14,4, 15,36, 16, 16,8, 19,2, 19,68, 19,8, 26, 32, 38,4 і 48.

Опорний кристал / годинник системи повинні мати точність від  $\pm 20$  PPM або краще, щоб відповідати специфікації Bluetooth.

Для тактових частот малої потужності Bluetooth може використовуватися кристал 32,768 кГц для приведення в дію схеми генератора SiW3500, або замість кристала може використовуватися опорний тактовий сигнал 32,768 кГц.

SiW3500 працює на напрузі в ядрі 1,8 В для внутрішніх аналогових та цифрових схем. У мікросхеми є внутрішній аналог і цифрові регулятори напруги, що спрощують вимоги до електроживлення мікросхеми. Внутрішні регулятори напруги можуть поставлятися безпосередньо від акумулятора або з інших джерел напруги системи. Необов'язково внутрішні регулятори можна обійти, якщо в системі є джерело, що регулюється 1,8 В.

									Лист
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕЛІТ 8.171.00.10.503 ПЗ				

У SiW3500 використовуються однобічні ВШ вхідні та вихідні штифти для зменшених зовнішніх компонентів. У типовому класі 2 (0 дБм номінальних) додатково, не потрібні зовнішні відповідні компоненти.

### **Вбудована пам'ять**

Радіопроцесор SiW3500 інтегрує як SRAM, так і ROM. ПЗУ попередньо запрограмована за допомогою протоколу Bluetooth, програмного забезпечення стека (програмне забезпечення HCI) та завантажувальний код, який автоматично виконується після скидання. Код завантаження служить для управління послідовності завантаження, а також направляє виконання у відповідну пам'ять для продовження роботи.

SiW3500 розроблений для роботи з декількома опорними частотами. Під час завантаження конкретної частоти потрібно вибирати штифти вводу / виводу.

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.10.503 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змін.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



## По реалтеку Розробка структурної схеми

Трансивер на основі Bluetooth 5 складається з фізичного (радіочастотного) **рис.5.1** і канального (через інтерфейс UART) **рис.5.2** має такий вигляд:

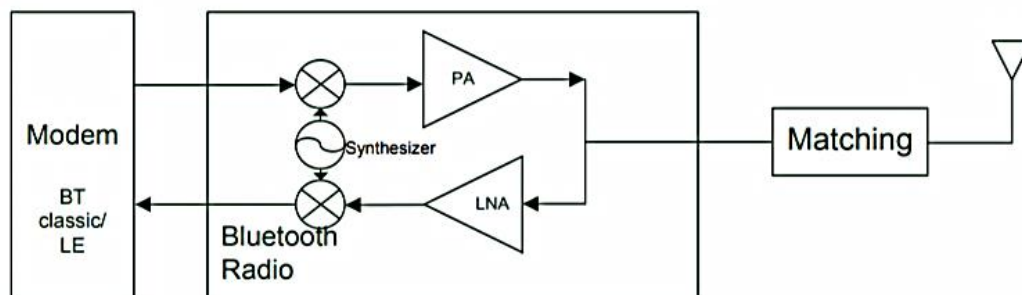


Рис. 5.1 Блок-діаграма фізичного(радіочастотного) трансивера на основі інтерфейсу Bluetooth 5. Matching=пін BT-RFIO

*Transmit part(частина передавача):*

Позначення на схемі:

**Мікшер передачі** транлює вхідний сигнал основної смуги, щоб сформувати радіочастотний сигнал. Розроблений для забезпечення хорошої стабільності та характеристик модуляції. **РА**: підсилювач потужності, вбудований в чіп, може забезпечити до +3 дБм в діапазоні ISM.

*Receive part (частина отримувача):*

**LNA**-Підсилювач з низьким рівнем шуму: без значного підсилення низькоенергетичного радіосигналу до потрібного рівня збільшення потужності шуму. **Мікшер прийому** отримує вхідний РЧ(радіочастота)-сигнал і виводить сигнал ПЧ. Сигнал ПЧ (проміжна частота) потім пройшов по шляху ПЧ до демодулятора.



**Синтезатор:** це контур управління, який порівнює частоту на кристалі і частоту на VCO - voltage-controlled oscillator (осцилятор), встановлює їх фази. Якщо VCO має зсув частоти, тоді різниця фаз виробляє сигнал помилки для контуру керування.

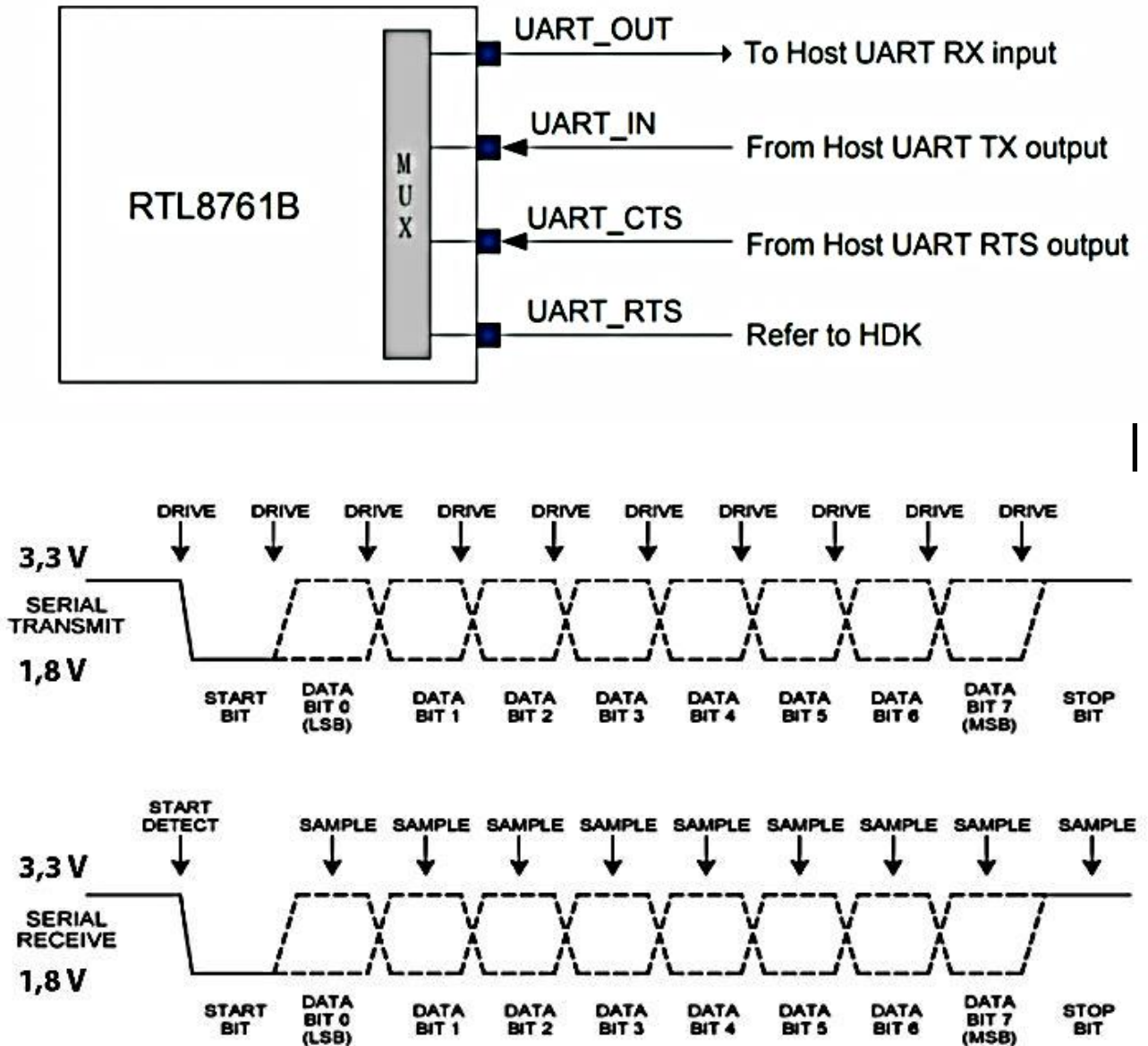


Рис. 5.2 Канальний рівень (через UART) трансивера на основі інтерфейсу Bluetooth 5(зверху), аналогія інтерфейсу RS232/RS485(знизу)

Позначення на схемі:

Пін	Позначення	Опис
UART_OUT	UART RX input	Вихід передавача(RX вхід до UART)
UART_IN	UART TX output	Вхід приймача(TX вихід від UART)
UART_CTS	UART RTS output	Програмоване живлення
UART_RTS	UART CTS input	Програмоване живлення

Структурна схема мікроконтролеру на основі інтерфейсу Bluetooth 5:

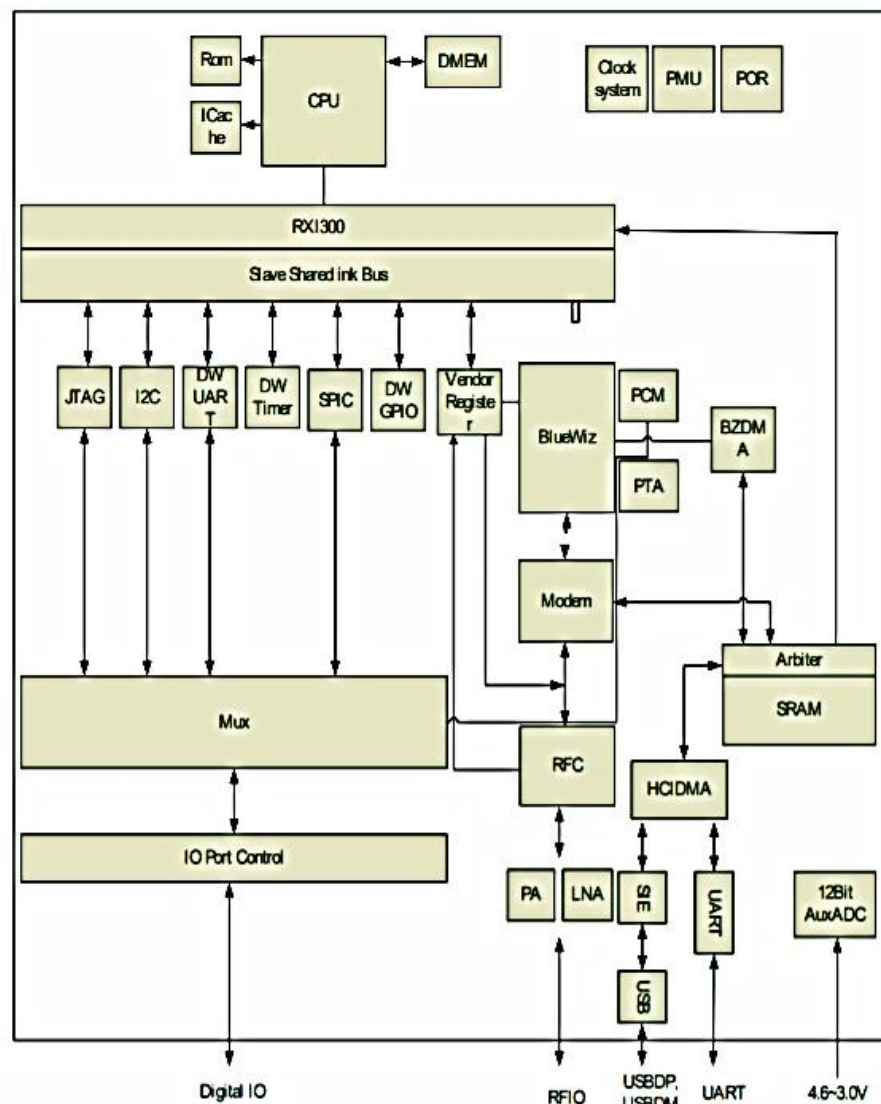


Рис.6 Структурна схема контролеру **Realtek RTL8761B**

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

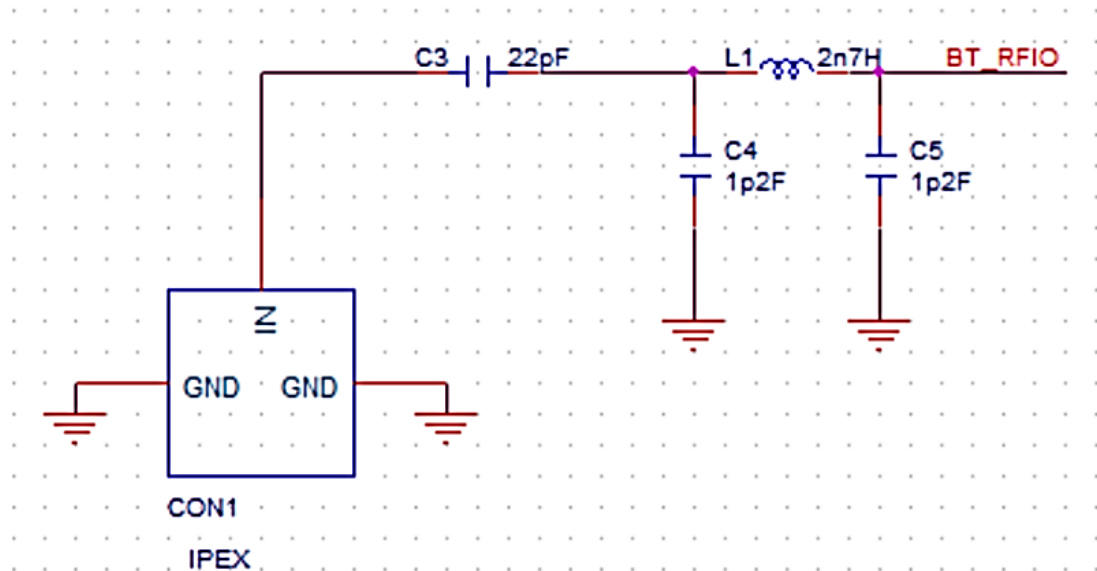


Рис.7 Референс коливального контуру

Референсна схема коливального контуру: відповідно специфікації до Realtek 8761B серії HDK. Рекомендовані схеми складаються з рі-узгодження (1,2 пФ – 2,7 нГн – 1,2 пФ) і конденсатора із змінним струмом (22 пФ).

Таблиця 4.1. Характеристики живлення DC

Symbol	Parameter	Minimum	Typical	Maximum	Units
REG_IN, USB33, VDDIO33	3.3V Живлення	3.0	3.3	3.63	V
BT_VDD33PA	RF PA Живлення (підсилювача PA)	3.0	3.3	3.63	V
VDD12BT	RF LNA Живлення підсилювача LNA)	1.23	1.26	1.29	V
BT_VD12SYN	Synthesizer control	1.23	1.26	1.29	V
BT_VD12RTXBB, BT_VD12RTXFE	RF контролер трансиверу	1.23	1.26	1.29	V
VDDIO_SB	IO Живлення	1.8	3.3	3.63	V

Робота контролеру **Realtek RTL8761B** у режимі сполучення інтерфейсів USB та

Bluetooth – конфігурація **USB(RTL8761BUV)** за розпіновкою:



Symbol	Pin No	Power Domain	Description
ICFG(0)	25	VIO_UART	Тестовий режим іо0
ICFG(1)	26	VIO_UART	Тестовий режим іо1
ICFG(2)	27	VIO_UART	Тестовий режим іо2
ICFG(3)	28	VIO_UART	Тестовий режим іо3
SPS_LDO_SE L	23	VIO_UART	Зміна LDO режиму
TEST_MODE _SEL	21	VIO_UART	Тестова перевірка живлення чи менша за 3.3V, низьке якщо менше
EEPROM_SE L	11	VIO_SB	низьке при живленні 3.3V

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.10.503 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змін.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



боку, тип **Inquire** з'являється в "лексиконі" вузла, який намагається виявити всі інші пристрої в межах досяжності (General Inquire - GIAC) або будь-який певний тип пристроїв (Dedicated Inquire - DIAC).

Синхрослово утворюється з 64-бітової адреси вузла - майстра чи іншого ініціатора з'єднання (paging). Алгоритм його обчислення гарантує досить велику відстань Хеммінга (*Hamming distance*) між згенерованими синхропослідностями (це означає, що навіть при декодуванні прийнятого з помилками слова сплутати "позивні" двох пристроїв складно).

Трейлер (**TRAILER**) - це своєрідний "буфер-прошарок" між Access Code і тілом пакета. Він необхідний для відновлення балансу постійного струму (DC balance), оскільки на стику різних полів часто виникають одиниці або нулі, що йдуть підряд, що "збиває з пантелику" приймач (губиться синхронізація).

Заголовок пакету (**HEADER** FORMAT): **AM ADDR** - 3-бітова адреса пристрою, внутрішня для піконет. У полі **TYPE** 4 біти записується тип пакету - інтерпретація вмісту залежить від з'єднання (ACL або SCO). Прапорець **FLOW** (управління потоком) скидається в 0, коли буфер пристрою-приймача переповнений. У **ARQN** поточного кадру записується підтвердження (1) або непідтвердження (0) успішного прийому попереднього пакета. Стробуючий біт **SEQN** відсіює помилково повторно передані пакети: для кожного нового пакета даних (що має поле контрольної суми) цей біт інвертується. **HEC** підсумовує заголовок контрольною сумою вмісту.

## 5.2 Блок мікшування аудіосигналів

Блоком мікшування аудіосигналів може виступати безпосередньо мікшер, що в свою чергу дозволяє спростити проектування bluetooth-мікшеру

									Лист
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕЛІТ 8.171.00.10.503 ПЗ				

### 5.3 Блок цифрового перетворення аудіосигналів

МК RTL8761В підтримує цифровий аудіоінтерфейс PCM, який використовується для передачі цифрових аудіо/голосових даних до/з аудіокодека.

Підтримуються функції:

Підтримує режими **Master** та **Slave**, програмована синхронізація довгого/короткого кадру(Frame), підтримує 8-розрядні/16-розрядні лінійні формати PCM, Вихід головної тактової частоти PCM: 64, 128, 256 або 512 кГц, Підтримує зв'язок SCO/ESCO(синхронний).

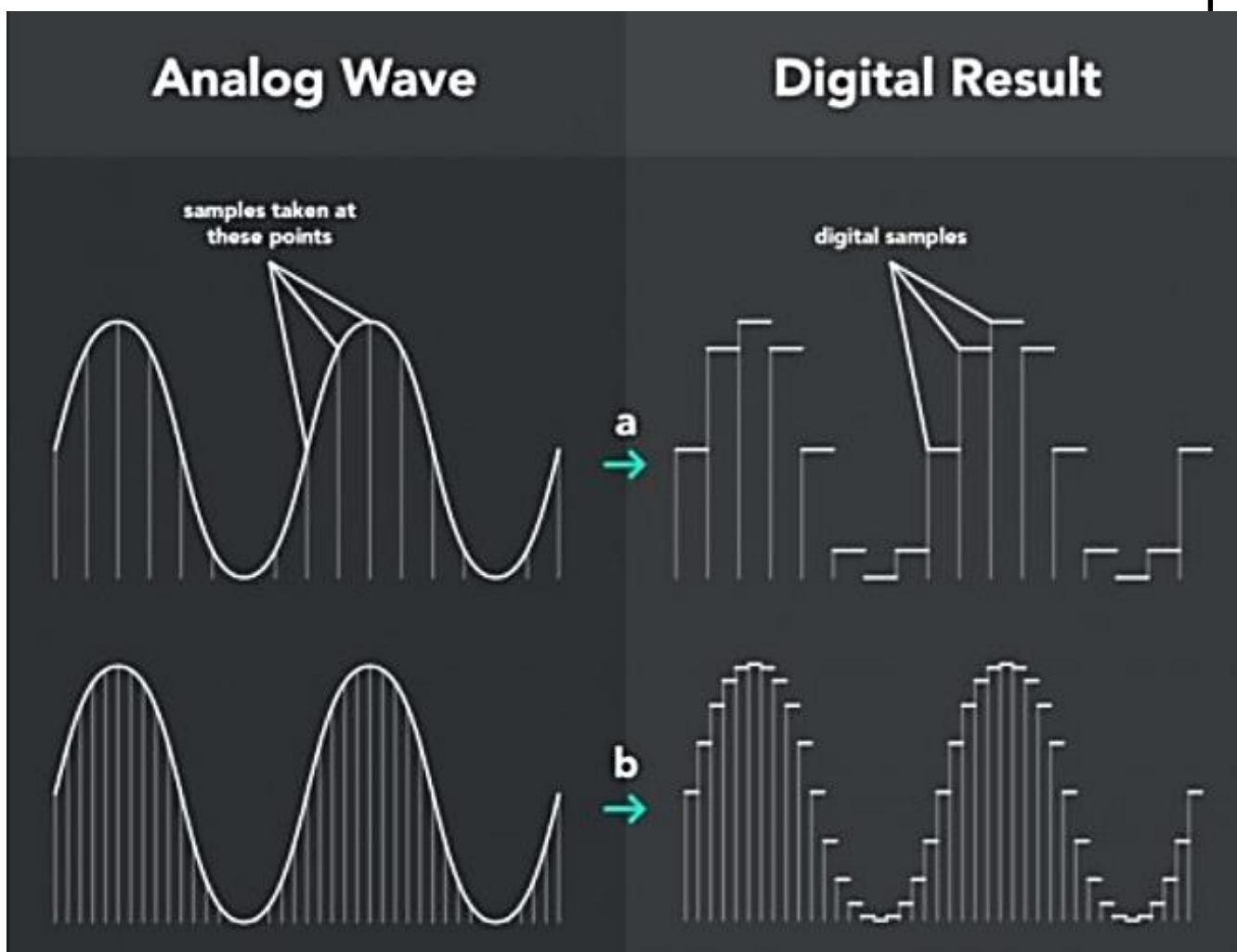


Рис.12 Порівняння низької та високої частоти дискретизації при кодуванні звуку

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.10.503 ПЗ</i>	Лист
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



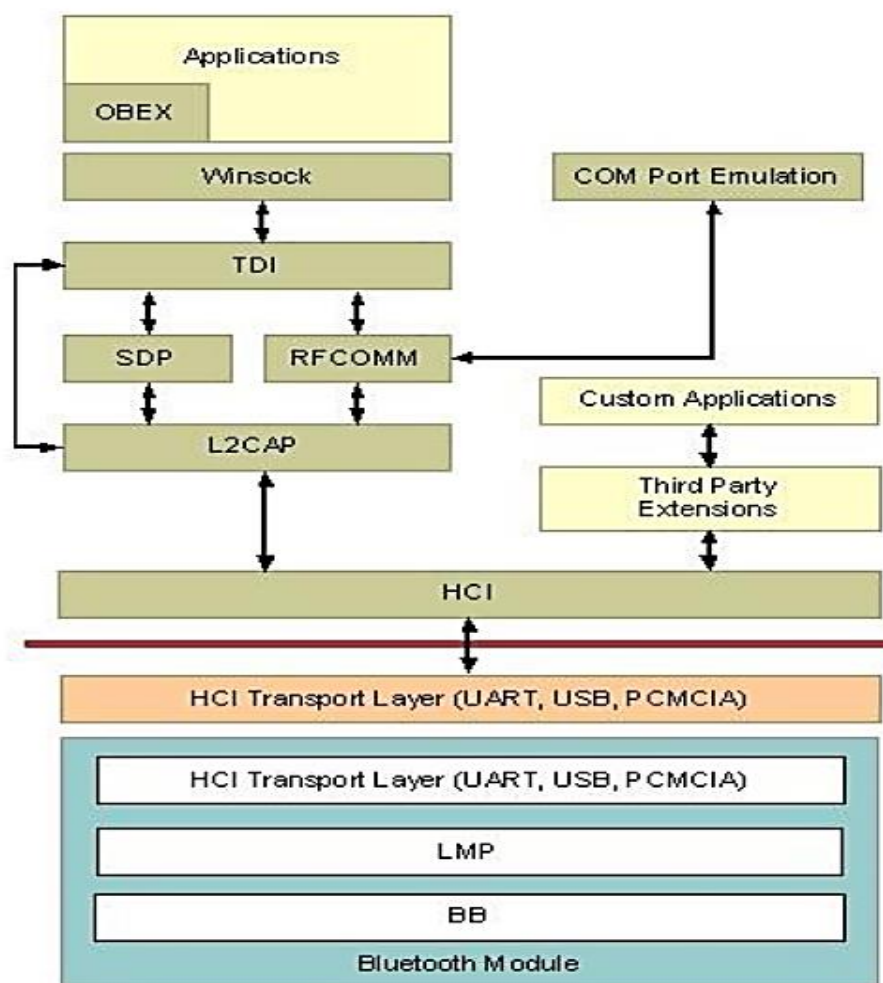


Рис.13 Місце інтерфейсу РСМ (РСМСІА) у стеку Bluetooth BR/EDR (HCI host controller interface-інтерфейс хост контролеру), *ініціалізація в пікомережі через емуляції RS232*

Варто зазначити, що схему кодування-декодування аудіосигналу за інтерфейсом РСМ визначає **аудіокодек**.

**A2DP (Advanced Audio Distribution Profile)** - розширений профіль розповсюдження аудіо визначає протоколи та процедури, які реалізують розповсюдження високоякісного аудіоконтенту в моно або стерео по каналах **ACL (асинхронний)**. Профіль працює у межах **стеку Bluetooth BR/EDR (див. рис.2, 3)**. Як показано на рис.14, Профіль **A2DP залежить від**

протоколів AVDTP i SDP (Service discovery protocol) – протокол узгодження підтримуваних сервісів

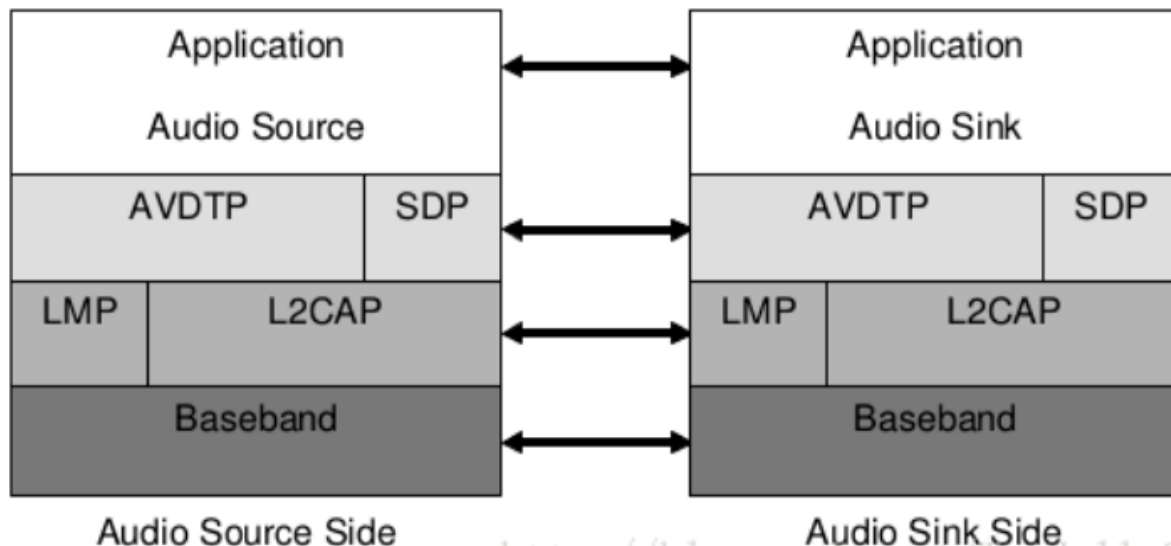


Рис.14 Модель профілю A2DP

Профіль AVDTP визначає процедури, необхідні для налаштування потокового аудіо. A2DP визначає параметри та процедури, які є специфічними для потокової передачі звуку, включаючи аудіокодек, параметри SDP. Основний фокус на параметри: MP та Media PL. Специфікація AVDTP описує MP, а специфікація A2DP описує Media PL. Цей профіль підтримує обов'язковий кодек: SBC, 3 додаткові кодеки: MPEG-1,2 Audio, MPEG-2,4 AAC та ATRAC сімейство, а також кодеки A2DP, специфічні для виробника, наприклад. aptX. Розглянемо SBC.

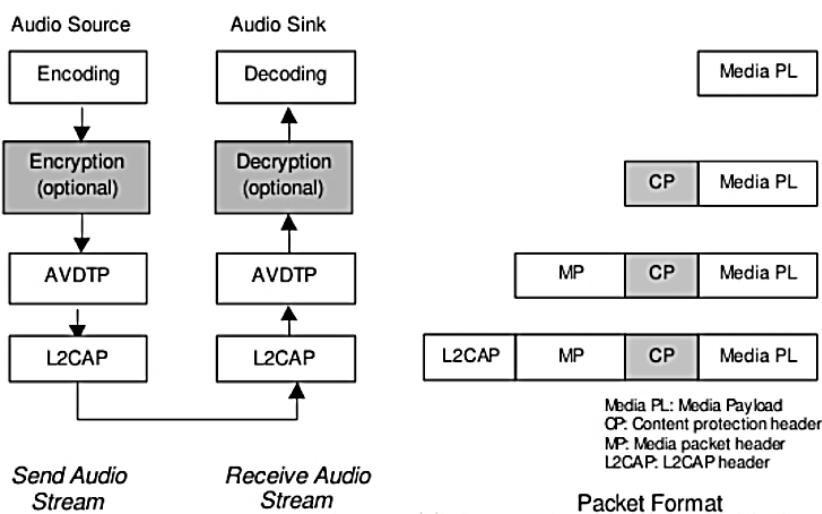


Рис.15 Блок-схеми передачі/отримання потокового аудіо (зліва) та створеного формату пакету (зправа)

**Audio Source** –джерело цифрового аудіо потоку, **Audio Sink** - приймач цифрового аудіо потоку

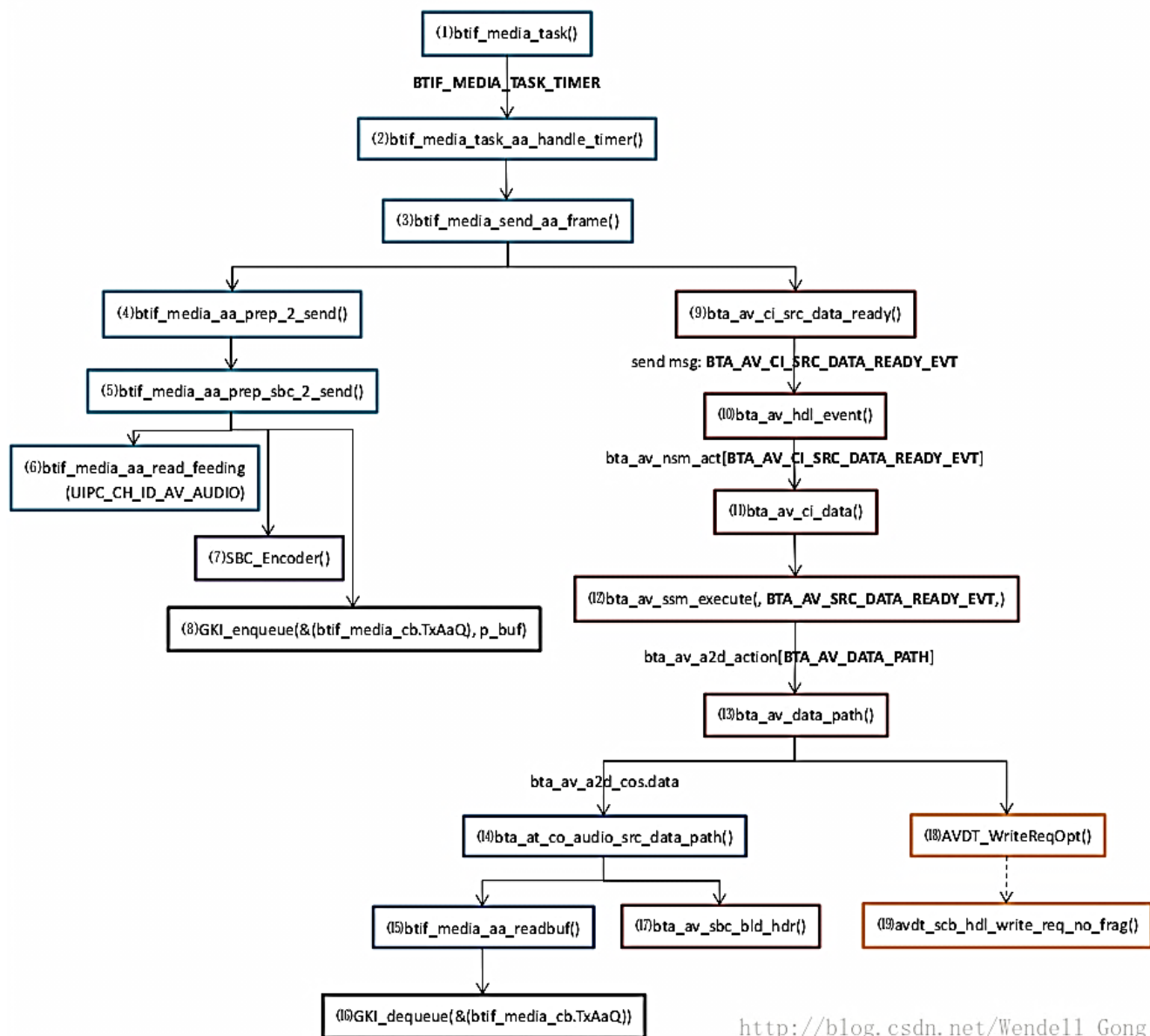
Головним протоколом профілю A2DP є протокол AVDTP.

### **Взаємодія стандартних функцій AVDTP**

Організація протоколу досить складна, тому функції логічно зобразити у вигляді блок-схеми (рис.17). Процес передачі обробляється за допомогою 'btif\_media\_task'(це медіа-завдання\_A2DP для **SBC**). Завдання створюється, коли Bluetooth увімкнено (btif\_enable\_bluetooth\_evt() у btif/src/btif\_core.c). Таймер керує завданням кодування та передачею звукового потоку. Таймер запускається в btif\_media\_task\_aa\_start\_tx(), коли інтерфейс 'audio\_stream\_out' має буфер даних PCM, готовий до запису (hardware/libhardware/include/hardware/audio.h). Отримавши подію таймера, завдання обробляє готові буфери даних PCM. Потік запущено- запускається кодер SBC на кожній порції зразків PCM і створюється вихідний пакет (один або кілька закодованих кадрів SBC).

1. BTIF зчитує дані PCM з аудіо-флінджера через Audio HAL. (Крок 6)
2. BTIF викликає SBC для кодування даних PCM у кадри SBC(поміщаються в чергу) (Крок 7 і 8)
3. BTIF повідомляє BTA: «вихідні дані готові в черзі». (Крок 9~13)
4. BTA отримує кадри SBC з черги, а потім додає заголовок SBC. Media PL створено зараз. (Крок 15~17)
5. BTA записує Media PL до AVDTP. (Крок 18)
6. AVDTP додає заголовок медіа-пакету (Крок 19)

									Лист
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕЛІТ 8.171.00.10.503 ПЗ				



[http://blog.csdn.net/Wendell\\_Gong](http://blog.csdn.net/Wendell_Gong)

Рис.16 Блок-схема передачі аудіоданих по AVDTP

ВТА - виконання програмних дій зв'язаних з адмініструванням

ВТІФ - виконання програмних дій зв'язаних з кодуванням (декодуванням)

stack/avdt - виконання програмних дій зв'язаних зі звітуванням

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## Стандартні коди помилок

<p style="text-align: center;">AVDT_ERR_HE</p> <p>ADER 0x01 Поганий формат заголовка пакета.</p>	<p style="text-align: center;">AVDT_ERR LENGT</p> <p>H 0x11 Погана довжина пакета.</p>	<p style="text-align: center;">AVDT_ERR_SEI</p> <p>D 0x12 Недійсний SEID.</p>
<p style="text-align: center;">AVDT_ERR_IN</p> <p>_USE 0x13 SEP використовується.</p>	<p style="text-align: center;">AVDT_ERR_NOT_I</p> <p>N_USE 0x14 SEP не використовується.</p>	<p style="text-align: center;">AVDT_ERR_CA</p> <p>TEGORY 0x17 Погана категорія обслуговування.</p>
<p style="text-align: center;">AVDT_ERR_PA</p> <p>YLOAD 0x18 Поганий формат корисного навантаження.</p>	<p style="text-align: center;">AVDT_ERR_NSC</p> <p>0x19 Запитувана команда не підтримується.</p>	<p style="text-align: center;">AVDT_ERR_INV</p> <p>ALID_CAP 0x1A Повторно налаштувати недійсні можливості.</p>
<p style="text-align: center;">AVDT_ERR_RE</p> <p>COV_TYPE 0x22 Запитуваний тип відновлення визначено.</p>	<p style="text-align: center;">AVDT_ERR_MEDIA</p> <p>_TRANS 0x23 Неправильна можливість транспортування медіа.</p>	<p style="text-align: center;">AVDT_ERR_REC</p> <p>OV_FMT 0x25 Неправильна можливість служби відновлення.</p>
<p style="text-align: center;">AVDT_ERR_RO</p> <p>HC_FMT 0x26 Неправильна можливість служби стиснення заголовка.</p>	<p style="text-align: center;">AVDT_ERR_CP_FM</p> <p>T 0x27 Неправильна функція служби захисту вмісту.</p>	<p style="text-align: center;">AVDT_ERR_MU</p> <p>X_FMT 0x28 Неправильна можливість служби мультиплексування.</p>
<p style="text-align: center;">AVDT_ERR_UN</p> <p>SUP_CFG 0x29 Конфігурація не</p>	<p style="text-align: center;">AVDT_ERR_BAD_S</p> <p>TATE 0x31 Повідомлення не може бути оброблено в</p>	<p style="text-align: center;">AVDT_ERR_REP</p> <p>ORT_FMT 0x65 Неправильна функція</p>



## РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ МІКШУВАННЯ АУДИОСИГНАЛІВ

### Рівні сигналів та основні параметри інтерфейсу

Табл 3. Основні параметри інтерфейсу Bluetooth

Тип модуляції	FHNS, GFSK	Призначення	Заміна кабельних з'єднань
Частотний діапазон, ГГц	2,4-2,48	Швидкість передачі даних	721 Кбіт/с – 23 Мбіт/с (у wifi co-existence)
частотні перестроювання/с (hopping sequence), hop/s	1600	Максимальна кількість вузлів (регламентується версією)	8 пристроїв на одну піко мережу і більше, макс. 10 пікомереж і більше, тобто 71 пристрій на один scatternet і більше
Потужність передавача, мВт	100 і нижче	Голосові канали	3 канали
Спосіб модуляції	дворівнева частотна	Захист інформації	40-, 64-бітне, 128-бітне шифрування
Кількість пристроїв в мережі	Обмежено потужністю	Радіус дії, м	10-100

### Радіочастотні рівні сигналів

- Вихідна потужність TX для чіпсета +4,5 дБм для всієї швидкості передачі даних
- Мах вихідна потужність TX +10 дБм для Bluetooth BR/LE
- Мах вихідна потужність TX +7,5 дБм для Bluetooth EDR
- Чутливість прийому: -94 дБм (min 2 Мбіт/с для EDR)

- Чутливість прийому: -98 дБм (min для BLE)
- Чутливість приймача: -106 дБм (min 125K BLE на великій відстані)

## РОЗДІЛ 7. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 7.1 Розрахунок повної собівартості телекомунікаційної системи

Собівартість продукту – це виражені в грошовій формі поточні витрати підприємства на його виробництво й збут. Видатки на виробництво утворюють виробничу (заводську) собівартість, а видатки на виробництво й збут - повну собівартість. Розрахунок собівартості продукту по статтях витрат називається калькуляцією.

Видатки, пов'язані з виробництвом і збутом (реалізацією) продукту "телекомунікаційна система управління потоками даних", групуються по наступних статтях:

- матеріали й комплектуючі;
- основна заробітна плата;
- додаткова заробітна плата;
- соціальні відрахування від заробітної плати;
- оренда машинного часу або видатки на утримання й експлуатацію устаткування;
- загальновиробничі видатки;
- адміністративні видатки;
- видатки на збут (реалізацію) продукту.
- 

*Видатки на матеріали й комплектуючі.* Матеріали й комплектуючі вироби розглядаються виходячи з відомостей на матеріали, сировину, що комплектують, кооперацію, що доводяться на одну одиницю випуску (таблиця 7.1).

*Видатки на основну заробітну плату ( $Z_o$ ).* Основна заробітна плата розраховується по наступній формулі:

$$Z_o = \sum_{i=1}^n TC \cdot Ч, \quad (7.1)$$

де  $TC = 30$  – тарифна ставка робітника, що задіяний у виробництві устрою, грн./година;

					<b>ЕЛІТ 8.171.00.10.503 ПЗ</b>	Лист
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$Ч = 20$  – витрачене робітником час на виробництво й налагодження пристрою;

$n = 1$  – кількість працівників задіяних у виробництві.

Таким чином, використовуючи вираження (7.1),

$$З_о = \sum_{i=1}^1 30 \cdot 20 = 1 \cdot 30 \cdot 20 = 600 \text{ грн.}$$

*Додаткова заробітна плата.* Видатки на додаткову заробітну плату звичайно становить від 10% до 30% від основної:

$$З_д = З_о \frac{K_д \%}{100}, \quad (7.2)$$

де  $K_д$  – відсоток додаткової заробітної плати.

Таблиця 7.1 – Видатки на матеріали й комплектуючі вироби

Найменування комплектуючих	Ціна, грн.	Кількість, шт.	Сума на виріб, грн.
Конденсатори	1,50	8	12,00
Мікросхема Intel 8085А	25,00	1	25,00
Мікросхема Intel 8286	12,00	4	48,00
Мікросхема Intel 8282	12,00	2	24,00
Мікросхема Intel 8251А	15,00	2	30,00
Мікросхема Intel 8255А	12,00	2	24,00
Мікросхема К573РФ5	18,00	1	18,00
Мікросхема К537РУ10	18,00	1	18,00
Мікросхема КР580ВГ18	20,00	1	20,00
Мікросхема К555КП11	5,00	1	6,00
Мікросхема К555ЛЕ4	4,00	1	4,00
Мікросхема К555ЛИ3	3,00	1	3,00
Мікросхема К555ЛЛ1	3,00	1	3,00
Мікросхема КР1533ЛА3	2,50	2	5,00
Мікросхема КР1533ЛН1	2,50	1	2,50
Роз'єднувач 64 контакту	20,00	1	20,00
Роз'єднувач 4 контакти	8,00	4	32,00
Резистори МЛТ	1,00	4	4,00
Резонатор кварцовий	18,00	1	18,00
Лист текстоліту	30,00	1	30,00
Припій			5,50
<b>Разом:</b>			<b>352,00</b>

Приймаючи  $K_д = 10\%$ , по формулі (7.2) знаходимо

$$З_д = 600 \cdot \frac{10\%}{100} = 60 \text{ грн.}$$

*Соціальні відрахування від заробітної плати.* Дані відрахування складаються з відрахувань від суми основної й додаткової зарплат відповідно до встановлених ставок:

- на обов'язкове державне пенсійне страхування;
- на державне страхування від нещасних випадків;
- на обов'язкове державне соціальне страхування на випадок безробіття;
- у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності й витратами, обумовленими народженням дитини і похоронами:

$$B_{ce} = (Z_o + Z_d) \cdot \frac{36,3\%}{100}. \quad (7.3)$$

Підставляючи у вираження (7.3) значення  $Z_o$  й  $Z_d$ ,

$$B_{ce} = (600 + 60) \cdot \frac{36,3\%}{100} \approx 239,6 \text{ грн.}$$

*Видатки на утримання і експлуатацію встаткування.* Вважається, що встаткування перебуває на балансі підприємства. Видатки на утримання й експлуатацію встаткування ( $BVE$ ) рівняються відсотку  $BVE$  від основної заробітної плати. Відсоток  $BVE$  визначається з відомостей по аналізу повної собівартості продукту (у середньому 120-150%):

$$BVE = Z_o \cdot \frac{BVE\%}{100}, \quad (7.4)$$

або з обліком (7.4), приймаючи  $BVE = 120\%$ , одержуємо

$$BVE = 600 \cdot \frac{120\%}{100} = 720 \text{ грн.}$$

*Загальвиробничі видатки.* Являють собою витрати, пов'язані з керуванням підрозділом (цехом), витрати на службові відрядження працівників підрозділу (цеху), амортизаційні відрахування від вартості основних фондів загальцехового призначення й т.д. Загальвиробничі видатки  $B_3$  визначається з відомостей по аналізі повної собівартості продукту (у середньому можуть становити 130-250%). Загальвиробничі видатки рівняються відсотку  $B_3$  виробничих видатків від основної зарплати:

$$B_3 = Z_o \cdot \frac{B_3\%}{100}. \quad (7.5)$$

Отже, з обліком  $B_3 = 130\%$  з вираження (7.5) можна визначити

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.10.503 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змін.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

$$P_n = 600 \cdot \frac{130\%}{100} = 780 \text{ грн.}$$

*Виробнича собівартість*  $C_v$  включає видатки на виробництво пристрою (таблиця 7.2, сума пп. 1-6):

$$C_v = 600 + 60 + 239,6 + 352 + 720 + 780 \approx 2752 \text{ грн.}$$

*Адміністративні видатки.* Адміністративні видатки можуть містити в собі: витрати, пов'язані з керуванням виробництва; витрати на службові відрядження адміністрації підприємства; витрати на пожежну охорону й охорону підприємства; витрати, пов'язані з підготовкою й перепідготовкою кадрів; витрати на перевезення працівників до місця роботи й назад; витрати на виплату відсотків за фінансові, товарні й комерційні кредити; витрати, пов'язані з оплатою відсотків за користування матеріальними цінностями, узяними в оренду (лізинг); витрати, пов'язані з оплатою послуг комерційних банків і інших кредитно-фінансових організацій. Адміністративні видатки  $B_a$  визначаються з відомостей по аналізі повної собівартості продукту (середньому можуть становити 140-200%). Адміністративні видатки рівняються відсотку адміністративних видатків від основної зарплати:

$$B_a = Z_o \cdot \frac{B_a \%}{100}. \quad (7.6)$$

Таким чином, приймаючи  $B_a = 140\%$ , з виразу (7.6) слідує

$$B_a = 600 \cdot \frac{140\%}{100} = 840 \text{ грн.}$$

*Позавиробничі (комерційні) видатки*  $B_n$  включають видатки на рекламу й передпродажну підготовку продукту. Орієнтовно ці видатки визначаються в розмірі 5-10 % від виробничої собівартості:

$$B_n = C_v \cdot \frac{B_n \%}{100}. \quad (7.7)$$

Отже, приймаючи  $B_n = 5\%$ , з вираження (7.7) можна визначити

$$B_n = 2752 \cdot \frac{5\%}{100} \approx 138 \text{ грн.}$$

*Повна собівартість*  $C$  виробленого продукту обчислюється як

$$C = C_v + B_a + B_n,$$

тобто з урахуванням знайдених значень  $C_v = 2752$  грн.,  $B_a = 840$  грн. і  $B_n = 138$  грн. одержуємо

$$C = 2752 + 840 + 138 = 3730 \text{ грн.}$$

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.10.503 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змін.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Калькуляція собівартості продукту зведена в таблицю 7.2.

Таблиця 7.2 – Калькуляція собівартості продукту

Найменування статей калькуляції	Значення, грн.
1. Основна заробітна плата	600
2. Додаткова заробітна плата	60
3. Відрахування від заробітної плати	239,6
4. Матеріали й комплектуючі вироби	352
5. Видатки на утримання й експлуатацію встаткування	720
6. Загальвиробничі видатки	780
<b>Виробнича собівартість:</b>	<b>2752</b>
7. Адміністративні видатки	840
8. Позавиробничі (комерційні) видатки	138
<b>Повна собівартість:</b>	<b>3730</b>

## 7.2 Розрахунок ціни телекомунікаційної системи

У ринковій економіці існують різні методи ціноутворення: собівартість плюс прибуток, забезпечення фіксованого обсягу прибутку, залежно від рівня попиту [15]. Розрахунок оптової ціни продукту проводимо за схемою "собівартість плюс прибуток":

$$C_{opt} = C + \Pi, \quad (7.8)$$

де  $C$  – собівартість продукту;

$\Pi$  – величина прибутку.

Прибуток  $\Pi$  визначається виходячи з нормативу (показника) рентабельності  $R$  виробництва продукції, установлюваного підприємством:

$$R = \frac{\Pi}{C} \cdot 100\%, \quad (7.9)$$

Рентабельність  $R$  продукту береться в розмірі до 35%.

Тоді з формул (7.8) і (7.9) оптова ціна продукту визначається як

$$C_{opt} = C + \frac{R \cdot C}{100}, \quad (7.10)$$

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.10.503 ПЗ</i>	Лист
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

а роздрібна ціна з урахуванням ПДВ, що становить 20%,

$$C_{роз} = 1,2 \cdot C_{опт}. \quad (7.11)$$

Застосовуючи вираження (7.10) і (7.11) з обліком  $R = 8\%$ , знаходимо значення оптової ціни

$$C_{опт} = 3730 + \frac{8\% \cdot 3730}{100} \approx 4028 \text{ грн.}$$

і значення роздрібною ціни

$$C_{роз} = 1,2 \times 4028 \approx 4834 \text{ грн.}$$

Таким чином, наведена орієнтовна оцінка собівартості розробленої системи, а також розрахована роздрібна ціна за схемою "собівартість плюс прибуток", що дозволяє судити про приблизну економічну вигоду застосування продукту. Позитивні сторони даної методики укладаються в її простоті, комплексній очевидності такої функції ціни як відшкодування витрат на виробництво й забезпечення прибутковості від створення й реалізації продукту. Недолік даної методики укладається в тім, що вона слабо враховує ринкові фактори ціноутворення й, насамперед, попит [13, 14]. Однак у реальній перехідній економіці існують ситуації, коли підприємствам доцільно її застосовувати: в умовах відсутності конкуренції (монополії), при обмеженні рентабельності продукції з боку держави, виконанні одноразових замовлень, виготовленні оригінальної продукції.

Використання розглянутої телекомунікаційної системи припускає наявність додаткових електронних вузлів, сумісних по використовуваних методах кодування й передачі даних, що може до деякої міри збільшити ціну устрою в цілому. Для встановлення реальної ціни, яка б відповідала умовам існуючого ринку відповідних продуктів, необхідні відповідні маркетингові дослідження.

Проектована система може бути використана в складі систем комутації повідомлень і каналів, каналоутворюючої апаратури різних розподілених інформаційних систем: локальних і глобальних обчислювальних мереж, автоматизованих систем керування і т.д. Система має наступні характеристики: два синхронних паралельних порти; два асинхронних послідовних порти; довжина паралельної лінії зв'язку –  $\leq 1,5$  м; довжина послідовної лінії зв'язку –  $\leq 100$  м; розрядність переданих двійкових повідомлень – 8 біт; швидкість передачі інформації по паралельних портах –

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

≤ 128 Кбіт/сек; швидкість передачі інформації з послідовних портів – 19200 біт/сек.

Подібні системи існують, але вони мають складну реалізацію й високу вартість, а значна частина реалізованих ними функцій є, як правило, незатребуваною на практиці. Ціна подібних устроїв коливається в межах 250...300\$.

Тому розроблена телекомунікаційна система, ціна якого в 1,2-1,5 раза нижче, буде конкурентоспроможною і економічно вигідною для розробки.

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.10.503 ПЗ</i>	Лист
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВОК

В процесі виконання курсової роботи, був розглянутий запропонований інтерфейс зв'язку bluetooth, якщо конкретніше, то ми ознайомилися з принципом його роботи, принципом передачі та прийомом даних. Розглянули його класифікації та чим вони відрізняються.

Після розгляду інтерфейсу, ми ознайомилися з контролером SiW3500, який використовує bluetooth інтерфейс, розібрали його характеристику (режим роботи, системні вимоги, інтерфейси та ін.).

Була розроблена принципова схема, яка керує контролером.

В результаті можна підвести підсумок, що інтерфейс bluetooth використовується дуже активно і в даний час. І він постійно розвивається, набуває більш характерних специфікацій та розширює свої можливості використання в повсякденному житті.

Специфікація Bluetooth 5 допускає використання на відстані до 100 м. Швидкість передачі даних майже не залежить від відстані. Використання протоколу RFCOMM, дозволяє емулювати безпроводне з'єднання типу RS232, де за допомогою диференціального сигналу має більш високу завадостійкість. Також завадостійкість з'єднання забезпечує алгоритм FHSS і GFSK. Швидкість передачі даних залежить від Bluetooth-стеку, в межах стеку BR/EDR це до 2 Мбіт/с. При необхідності отримання одночасно великої дальності і високій швидкості передачі даних рекомендується використовувати приймачі та передавачі у межах Bluetooth-стеку BR/EDR або в межах стеку BR/EDR+LE з вбудованим алгоритмом FHSS.

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.10.503 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змін.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Інтерфейс Bluetooth може використовуватися в напівдуплексному (асинхронному точка-до-багатоточки) або в дуплексному (синхронному-точка до точки) режимі з одночасними передачею і прийомом даних. У магістральній конфігурації в напівдуплексному режимі Bluetooth здатний підтримувати майже необмежену кількість передавачів і приймачів, для такої реалізації використовується технологія Bluetooth MESH з потужними Bluetooth-ретрансляторами і обмеження мережі буде вже лише в обмеженій потужності цих ретрансляторів, на практиці це десь 7 і більше пристроїв(залежить від стеку) в межах 1-ї піконет та 255 і більше пристроїв(в залежить від стеку) в межах однієї scatternet.

Отже, електронна система мікшування аудіосигналів з використанням Bluetooth-каналів може бути реалізована на основі мереж Bluetooth або комбінацією різновидів реалізації Bluetooth-мережі способом **точка-до-багатоточки** або **багатоточка-до-багатоточки**

Був розглянутий безпроводний інтерфейс передачі цифрових аудіоданих Bluetooth в межах стеку Bluetooth BR/EDR.

Інтерфейс Bluetooth - найпопулярніший користувацький інтерфейс, Дуже популярний в галузі медіакомунікацій. Інтерфейс працює в діапазоні частот (2.4 - 2.48 ГГц) ISM (Industry, Science and Medicine; промисловість, наука і медицина). **Ліцензування цих частот не потрібне в більшості країн.**

									Лист
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕЛІТ 8.171.00.10.503 ПЗ				



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bluetooth [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
<https://ru.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>
2. Технология беспроводной передачи информации на примере технологии Bluetooth [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://refdb.ru/look/2593127-pall.html>
3. Технология BlueTooth [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://xreferat.com/38/217-1-tehnologiya-bluetooth.html>
4. Bluetooth: технология и ее применение [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ixbt.com/mobile/review/bluetooth-2.shtml>
5. Bluetooth международный стандарт беспроводных коммуникаций малого радиуса действия [Електронний ресурс]. – 2020 –  
<https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:Bluetooth>
6. Технология BlueTooth [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://stud-baza.ru/tehnologiya-BlueTooth-referaty-i-kompyuteryi-i-periferiynyie-ustroystva>
7. Устройство передачи данных содержащее пять каналов передачи [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу:  
[https://studentlib.com/kurovaya\\_rabota\\_teoriya-270417-ustroystvo\\_peredachi\\_dannyh\\_soderzhashee\\_pyat\\_kanalov\\_peredachi.html](https://studentlib.com/kurovaya_rabota_teoriya-270417-ustroystvo_peredachi_dannyh_soderzhashee_pyat_kanalov_peredachi.html)

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.10.503 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змін.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

8. Обзор компонентов Bluetooth [Электронный ресурс]. – Режим доступа до ресурсу:  
<https://kit-e.ru/wireless/obzor-komponentov-bluetooth/>
9. USB-адаптер Bluetooth 5.0, посоветуйте [Электронный ресурс]. – Режим доступа до ресурсу:  
<https://4pda.to/forum/index.php?showtopic=950048&st=40>
10. Идгуещцер-адаптер Мутешщт 5ю0 КЕД8761И (СВВИП) хЕлектронний ресурсью –  
<https://rozetka.com.ua/303886633/p303886633/>
11. RTL8761B Series (RTL8761BUV-CG/RTL8761BTV-CG) BLUETOOTH 5 CONTROLLER PRELIMINARY DATASHEET (CONFIDENTIAL: Development Partners Only) [Электронный ресурс].–  
[https://datasheet.lcsc.com/lcsc/2109131630\\_Realtek-Semicon-RTL8761BUV-CG\\_C2687140.pdf](https://datasheet.lcsc.com/lcsc/2109131630_Realtek-Semicon-RTL8761BUV-CG_C2687140.pdf)
12. FSC-BT836B 5.0 Dual Mode Bluetooth Module Data Sheet CG [Электронный ресурс]. – <http://icorptechnologies.co.za/wp-content/uploads/2020/04/FSC-BT836BSPECV1.0.pdf>
13. Is there RTL8761b Bluetooth Chipset specification or feature table? [Электронный ресурс]. –  
[https://www.reddit.com/r/bluetooth/comments/mdmgv4/is\\_there\\_rtl8761b\\_bluetooth\\_chipset\\_specification/](https://www.reddit.com/r/bluetooth/comments/mdmgv4/is_there_rtl8761b_bluetooth_chipset_specification/)
14. Беспроводной usb-адаптер Bluetooth 5,0 для компьютера Bluetooth Dongle USB Bluetooth 4,0 ПК адаптер Bluetooth приемник передатчик [Электронный ресурс]. –  
[https://aliexpress.ru/item/32686102148.html?dp=735b6ef24df784630819fc4bc4dd045c&af=139947&cv=47843&afref=https%3A%2F%2F4pda.to%2F&mall\\_affr=pr3&utm\\_source=admitad&utm\\_medium=cpa&utm\\_campaign=139947&utm\\_content=47843&aff\\_fcid=12320af896b347b582d25c932d075d32-1637796629248-07089&aff\\_fsk&aff\\_platform=api-new-hotproduct-download&sk&aff\\_trace\\_key=12320af896b347b582d25c932d075d32-](https://aliexpress.ru/item/32686102148.html?dp=735b6ef24df784630819fc4bc4dd045c&af=139947&cv=47843&afref=https%3A%2F%2F4pda.to%2F&mall_affr=pr3&utm_source=admitad&utm_medium=cpa&utm_campaign=139947&utm_content=47843&aff_fcid=12320af896b347b582d25c932d075d32-1637796629248-07089&aff_fsk&aff_platform=api-new-hotproduct-download&sk&aff_trace_key=12320af896b347b582d25c932d075d32-)



24. Аудио через Bluetooth: максимально подробно о профилях, кодеках и устройствах [Электронный ресурс]. – <https://habr.com/ru/post/505078/>
25. BLE взамен RS-232: SPP-профиль на устройствах Bluetooth Low Energy [Электронный ресурс]. – <https://www.compel.ru/lib/79391>
26. Аудио через Bluetooth: максимально подробно о профилях, кодеках и устройствах [Электронный ресурс]. – <https://habr.com/ru/post/427997/>
27. PCM (digital audio) interface [Электронный ресурс]. – [https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tlv320aic1110.pdf?ts=1638708102715&ref\\_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F](https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tlv320aic1110.pdf?ts=1638708102715&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F)
28. PCM (digital audio) interface [Электронный ресурс]. – [https://vovkos.github.io/doxyrest/samples/alsa-sphinxdoc/page\\_pcm.html](https://vovkos.github.io/doxyrest/samples/alsa-sphinxdoc/page_pcm.html)
29. PCM интерфейс подробное введение [Электронный ресурс]. – <https://russianblogs.com/article/188249920/>
30. Кадры Bluetooth [Электронный ресурс]. – <https://studopedia.org/1-82813.html>
31. Поиск и стыковка устройств Bluetooth [Электронный ресурс]. – <https://studopedia.org/1-82814.html>
32. Стек протокола Bluetooth [Электронный ресурс]. – <https://docs.exponenta.ru/comm/ug/bluetooth-protocol-stack.html>
33. Bluetooth > Организация сетей Bluetooth > Стек протоколов [Электронный ресурс]. – <https://sites.google.com/site/zarabay/cover-page/organizacia-setej-bluetooth/stek-protokolov>
34. Анализ протокола A2DP и код CSR8670 [Электронный ресурс]. – <https://russianblogs.com/article/67001876099/>
35. Обзор Bluetooth Core Technology (5): Спецификации протокола Bluetooth (IROBEX, VNEP, AVDTP, AVCTP) [Электронный ресурс]. – <https://russianblogs.com/article/12801767850/>
36. [Bluetooth] Стек протокола Bluetooth [Электронный ресурс]. – <https://russianblogs.com/article/10151760870/>

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.10.503 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змін.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

37. Введение в стек протоколов Bluetooth 4.0BLE [Электронный ресурс]. – <https://russianblogs.com/article/6822210129/>
38. BlueMagic [Электронный ресурс]. – [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%BA\\_Bluetooth#BlueMagic](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%BA_Bluetooth#BlueMagic)
39. PDF\_Bluetooth Product Line Overview [Электронный ресурс]. – <https://s3-eu-central-1.amazonaws.com/centaur-wp/theengineer/prod/content/uploads/2010/09/27230000/company13847-docid1467.pdf>
40. Импульсно-кодовая модуляция [Электронный ресурс]. – [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BC%D0%BF%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BD%D0%BE-%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F\\_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%86%D0%B8%D1%8F](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BC%D0%BF%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BD%D0%BE-%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%86%D0%B8%D1%8F)
41. Hi-Res музыка по Bluetooth: какой нужен кодек, смартфон и наушники? [Электронный ресурс]. – <https://4pda.to/2017/11/12/347981/>
42. Performance Evaluation of Bluetooth Low Energy: A Systematic Review [Электронный ресурс]. – [https://www.researchgate.net/publication/321800210\\_Performance\\_Evaluation\\_of\\_Bluetooth\\_Low\\_Energy\\_A\\_Systematic\\_Review/link/5a39550f0f7e9b049977375c/download](https://www.researchgate.net/publication/321800210_Performance_Evaluation_of_Bluetooth_Low_Energy_A_Systematic_Review/link/5a39550f0f7e9b049977375c/download)
43. Анализ протокола AVCTP - поворот [Электронный ресурс]. – <https://russianblogs.com/article/81371876063/>
44. Android Bluetooth Stack: Bluedroid (дети до пяти лет): анализ источника A2DP [Электронный ресурс]. – <https://russianblogs.com/article/37881584285/>
45. WICED® BT SDK v3.1 - Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: [https://infineon.github.io/btsdk-docs/BT-SDK/208XX-A1\\_Bluetooth/API/wiced\\_bt\\_avdt\\_8h.html#AVDT\\_ERR](https://infineon.github.io/btsdk-docs/BT-SDK/208XX-A1_Bluetooth/API/wiced_bt_avdt_8h.html#AVDT_ERR)

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



- *О. М. Алещенко.* [Акустика](#) [[Архівовано](#) 21 квітня 2016 у [Wayback Machine.](#)] // [ЕСУ](#)

## ДОДАТКИ

*Додаток А*

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
<b>Конденсатори</b>			
C1	K10-7B-H30-30 пФ±5% ОЖО.460.208 ТУ	1	
C2	K12-8B-H30-1 мкФ±20% ОЖО.460.208 ТУ	1	
<b>Мікросхеми</b>			
DD1	SN74ALS257	1	
DD2	SN74ALS32	1	
DD3	Intel 8085A	1	
DD4, DD5	Intel 8282	2	
DD6	Intel 8286	1	
DD7	SN74ALS04	1	
DD8, DD16	SN74ALS02	2	
DD9	HM6716-9	1	
DD10	HM6516-9	1	
DD11	SN74ALS04	1	
DD12, DD13	Intel 8255A	2	
DD14, DD15	Intel 8251A	2	

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.10.503 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

