

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма: «Комп'ютерна інженерія»

Група: 2БКС-28

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

здобувача освіти денної форми навчання
БКС.28.00.000.КРБ

Себов Владислав Віталійович

м. Одеса
2024 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма: «Комп'ютерна інженерія»

Група: 2БКС-28

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

До кваліфікаційної роботи бакалавра на тему: _____

Дослідження та аналіз сучасних методів оцифрування звуку

Проектний матеріал складається з пояснювальної записки на 73 сторінках та графічного (презентаційного) матеріалу на 12 аркушах (слайдах)

Виконавець _____ (Себов В.В.)

Керівник проекту _____ (Гаджиев М.М.)

Консультанти:

з розділу охорони праці та техніки безпеки _____ (Чорновол Н.І.)

з нормоконтролю _____ (Петрашова В.І.)

старший консультант _____ (Кривченко Ю.В.)

До захисту допущений

Завідувачка кафедри _____ (Іванова Л.В.)

Завідувач відділення _____ (Скорнякова О.В.)

Захист «24» 06 2024 р.

Протокол ЕК № 1

Оцінка ЕК 4 (добре) 85б

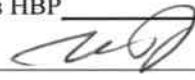
Секретар ЕК _____

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Відділення комп'ютерних систем Кафедра комп'ютерної інженерії
Освітньо-професійна програма «Комп'ютерна інженерія»
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Заст. дир. з НВР Ігор Беркань


" 15 " 01 2024' р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

Здобувачеві (здобувачці) освіти Себов Владислав Віталійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: **Дослідження та аналіз сучасних методів оцифрування звуку**

затверджена наказом по коледжу від " 2 " 11 2023 р. № 244-А2-00

2. Термін здачі кваліфікаційної роботи 10.06.2024

3. Вихідні дані до роботи; вимоги до функціональності та практичності.

стандарты мовної дискретизації.

вимоги до типової моделі передавача мовних сигналів.

методи та способи вирішення проблеми.

використовуваний математичний апарат.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки; Основний розділ. Деякі питання історії кодування звуку.

Основні стандарти перетворення звукових сигналів у мобільному зв'язку. Аналіз, дослідження

і розробка принципової схеми перетворювача звукових сигналів. Дослідження, розрахунок

основних якісних характеристик перетворювача звукових сигналів та їх оцінка. Охорона праці.

Висновок. Перелік використаних джерел.

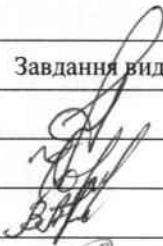

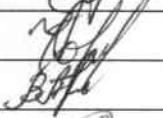
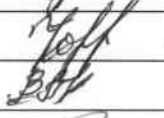
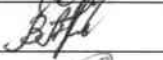



5. Перелік графічного (презентаційного) матеріалу;

Слайди 1-5 – Основні та класичні методи перетворення звуку, від відцифровки до відтворення, структурна схема системи ІКМ та ДМ, дискретизація, квантування та кодування сигналу.

Слайди 6-10 – Перетворювачі ДМ, ДІКМ, квантування сигналу методом ДІКМ, структура АДІКМ, структура кодека ЛДМ, квантування сигналу методом ЛДМ.


Слайди 11-15 - структура АДМ, структурна схема процесів обробки мови в стандарті GSM, принципова схема перетворювача мовних сигналів, часова діаграма перетворення аналогових сигналів на базі АДІКМ, схема низькочастотного передавача.

6. Консультанти по кваліфікаційній роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосується їх

Розділ	Консультант	ПІДПИС	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Основний	Гаджиєв М. М.		
Охорона праці	Чорновил Н. І.		
Нормоконтроль	Петрашова В. І.		
Ст. консультант	Кривченко Ю.В.		

7. Дата видачі завдання 15.01.2024


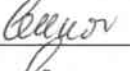

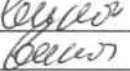

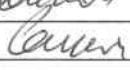

Керівник роботи


(підпис)

Завдання прийняв до виконання


(підпис)


КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/р	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Визначення основних задач та цілей кваліфікаційної роботи.	04.05.2024	
2	Вступ. Актуальност теми. Огляд існуючих рішень. Недолікі існуючих аналогів.	10.05.2024	
3	Вибір елементної бази, аналіз структури розробки.	26.05.2024	
4	Аналіз алгоритмів роботи пристрою, розробка програмного забезпечення.	31.05.2024	
5	Виконання розділу Охорона праці.	06.06.2024	
6	Презентаційна частина роботи. Оформлення слайдів, додатків, переліку літератури, специфікації та переліку елементів.	12.06.2024	
7	Малий захист.	18.06.2024	

Здобувач освіти


(підпис)

Керівник роботи


(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. ОСНОВНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Деякі питання історії кодування звуку.....	7
1.2 Аналіз фізичних складових звукових сигналів	14
1.3 Аналіз основних методів перетворення звукових сигналів.....	16
1.4 Дослідження традиційних методів кодування звуку в сучасних цифрових пристроях	23
1.5 Сучасні та перспективні методи кодування звукових сигналів	29
1.6 Дослідження кодування звуку у мобільному зв'язку	34
1.7 Дослідження і розробка блок-схеми перетворювача звукових сигналів.....	39
1.8 Дослідження і розробка принципової схеми перетворювача звукових сигналів.....	41
1.9 Аналіз якісних показників і деякі питання удосконалення передавачів звукових сигналів	46
2 РОЗДІЛ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ.....	49
ВИСНОВКИ.....	54
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ	55
ДОДАТОК А Умовне скорочення.....	57
ДОДАТОК Б. Слайди мультимедійної презентації.....	58

					БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ	Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Для того, щоб передати мову через телефонну мережу, мовну інформацію потрібно перетворити в аналоговий електричний сигнал. При переході до цифрових мереж зв'язку виникла необхідність перетворити аналоговий електричний сигнал в цифровий формат на передавальній стороні, тобто закодувати, і перевести назад в аналогову форму, тобто декодувати, на приймальній стороні.

Процес перетворення аналогового мовного сигналу в цифрову форму називають аналізом або цифровим кодуванням мови, а зворотний процес відновлення аналогової форми мовного сигналу - синтезом або декодуванням мови.

Мета будь-якої схеми кодування - отримати таку цифрову послідовність, яка вимагає мінімальної швидкості передачі і з якої декодер може відновити вихідний мовний сигнал з мінімальними спотвореннями.

При перетворенні мовного сигналу в цифрову форму, так чи інакше, мають місце два процеси - дискретизація (sampling), тобто формування дискретних в часі відліків амплітуди сигналу, і квантування, тобто дискретизація отриманих відліків по амплітуді (кодування безперервної величини - амплітуди - числом з кінцевою точністю). Ці дві функції виконуються аналого-цифровими перетворювачами (АЦП), які розміщуються в сучасних АТС на платі абонентських комплектів, а в разі передачі мови по IP-мережам - в терміналі користувача (комп'ютері або IP-телефоні).

Так звана теорема відліків свідчить, що аналоговий сигнал може бути успішно відновлений з послідовності вибірок з частотою, яка перевищує, як мінімум, удвічі максимальну частоту, присутню в спектрі сигналу. У телефонних мережах смуга частот мовного сигналу, за допомогою спеціальних фільтрів, обмежена діапазоном 0.3 - 3.4 кГц, що не впливає на розбірливість мови і дозволяє впізнавати співрозмовника по голосу. З цієї причини частота дискретизації при аналого-цифровому перетворенні обрана рівна 8кГц, причому така частота використовується в усіх телефонних мережах на нашій планеті.

					БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ	Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Процес аналого-цифрового перетворення отримав назву імпульсно-кодової модуляції (ІКМ).

Метою бакалаврської роботи є аналіз та дослідження побудову та функціонування передавачів сигналу мовлення, які побудовані на основі сучасних методів імпульсно-кодової та дельта модуляції.

У першій частині описані основи звукової хвилі, історія розробки передавачів цифрового звуку, а також основні методи та способи перетворення звукового сигналу.

Розглянуто сучасні методи і стандарти перетворення звуку, а також формати, в яких цей звук кодується. Один з методів лежить в основі запропонованої розробки.

Виконана розрахунок якісних показників обробки звуку та перспективи побудову функціональної принципової схем пристрою, принцип його роботи і використання.

Друга частина присвячена інструкції з охорони праці для безпечної роботи з пристроєм, а також щоб уникнути нещасних випадків на виробництві, пов'язаних з розробкою цих пристроїв.

					БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ	Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОСНОВНИЙ РОЗДІЛ

Деякі питання історії кодування звуку

Для всіх систем просторової передачі звуку характерні деякі загальні елементи: засоби для запису звуку (наприклад, різні типи мікрофонних систем); засоби для кодування вихідних сигналів в деяку нову систему комбінованих сигналів; засоби для декодування на приймаючій стороні; засоби для відтворення звукових сигналів (через акустичні системи або стереотелефони). Принципова складність полягає в тому, що в будь-якій системі тривимірне звукове поле необхідно записати і відтворити за допомогою точкових джерел, таких, як мікрофони і гучномовці.

Протягом десятиліть зусилля розробників були направлені на пошуки засобів.

Перший період – початок розвитку. Теоретичні основи просторових аудіосистем були закладені ще до 1800 року в працях великих учених Фарадея, Генрі, Ома, Гельмгольца та ін. У 1876 році великий винахідник Олександр Белл продемонстрував публіці свій винахід - телефон. Практично в цей же час аналогічну заявку подав інший винахідник Елайша Грей. Цінність цих винаходів полягала перш за все в тому, що були відкриті принципи електроакустичного перетворення в обох напрямках, які склали основу для подальшого розвитку мікрофонів, телефонів, гучномовців та іншої апаратури.

Вже через рік в 1877 році Томас Едісон демонстрував пристрій для запису і відтворення звуку (фонограф). У 1889 році він показав перші рухомі картини, використовуючи нову систему запису на 35-міліметрову плівку (в першому фільмі був знятий асистент Едісона - Фред Отт). Едісон збирався з'єднати зображення зі звуком.

У 1894 році Гульєльмо Марконі продемонстрував бездротову передачу звуку, тобто радіозв'язок.

У 1898 році Вальдемар Пульсен отримав перший патент на пристрій магнітного запису звуку, використовуючи сталевий дріт як носій. Л. Гамонт вже в 1901 р почав експерименти по оптичному запису звуку на плівку. Після винаходу

									Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ				

в 1906 році вакуумної лампи-тріода де Форестом почалися роботи по використанню електричного посилення для передачі звуку і до 1930-х років технічна база для запису і передачі моноурального звуку була вже сформована.

Перші спроби передачі просторового звуку можна віднести до 1881 року, коли Клемент Адер встановив серію мікрофонів на сцені Паризької Опери і сигнали від них подав по дротах до головних телефонів в деякі кімнати найближчого готелю. Слухачі вперше могли чути просторовий звук - це був перший крок до бінауральної стереофонії. Ці експерименти не викликали великого інтересу, і тільки в 1915 році з'явився патент Е. Амета, в якому пропонувалася система просторового звуковідтворення через кілька гучномовців, розташованих на сцені і в залі (для кіно). Запис був монофонічним, але пропонувався певний спосіб панорамування звуку через ці гучномовці. До 1930-х років, коли була остаточно сформована технічна інфраструктура моносистем передачі звуку, в лабораторії Bell Labs (США) почалися інтенсивні роботи по вдосконаленню систем просторової передачі, матеріально і морально підтримані знаменитим диригентом Леопольдом Стоковським.

В цей же період сталася екстраординарна подія: 14 грудня 1931 року англійський винахідник Алан Блюмлайн отримав патент №394325, який містив понад 70 пунктів практично на всі елементи стереофонічної системи передачі звуку.

Крім цих в патенті містилися і багато інших технічних рішень, які приблизно на 20 років випереджали час і не були сприйняті сучасниками. У 1935 році Блюмлайн створив перший фільм з оптичним стереозаписом звуку. В "нагороду" за це компанія ЕМІ, де він працював, перепрофілювала його аудіогрупу в підрозділ по розробці радарів. Під час випробувань радарної системи на літаку він загинув в авіакатастрофі.

У 1933 році Флетчер та інші співробітники лабораторії Bell Labs, намагаючись розширити зону стереоефекту, додали третій гучномовець в центрі. Вони продемонстрували запис і дотову передачу звуку за такою системою з Національної академії наук в зал Конституції у Вашингтоні. У цьому ж році були

					БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ	Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

виконані і продемонстровані в Чиказькому виставковому центрі перші бінауральні записи на "штучній голові".

У 1936 році була запропонована Philips-Miller система для запису двоканального звуку на спеціальній доріжці кіноплівки, причому система була здатна записувати стереозвук досить високої якості.

Вирішальним кроком для просторового звуку став 1940 рік, коли Флетчер і знаменитий диригент Стоковський продемонстрували в концертному залі Карнегі-холу нову трьох канальну систему запису.

Під час війни в 1942 році на німецькому радіо в Берліні вперше була продемонстрована щойно створена система магнітного стерео запису.

У 1948 році відбулися три події, що мали велике значення для майбутнього розвитку просторового звуку: введений новий формат для побутового звукозапису на 331/3 обороту, створено товариство аудіоінженерії (AES) і винайдений транзистор (W. Shockly з тієї ж лабораторії Bell Labs).

Другий період – розквіт стереозвуку. У 1950-ті роки стереозвук остаточно прийшов в аудіотехніку. Передовою ланкою використання просторового звуку стало кіно. У 1952 році була вперше продемонстрована нова система "Синерама", що використовує сім звукових треків, з них один контрольний.

В цей же період стереозвук почав активно впроваджуватися в побутову техніку: в 1961 році почалося стереорадіовіщення, вперше продемонстроване фірмою WEFM в Чикаго. У 1963 році фірма Philips випустила першу компакт-касету. Застосування з 1969 року системи шумозаглушення фірми Dolby (B-тип) дозволило значно поліпшити якість запису.

Дослідження в області поліпшення локалізації і панорамування стереобразу привели вже в кінці 1960-х років до ряду нових результатів. Наприклад, Гольдмарк і Голлівуд з CBS Labs довели, що використання низькочастотних блоків і невеликих середньо-високочастотних акустичних систем дозволяє створити звуковий образ практично такий же, як і у двох повнодіапазонних великих систем. Ця ідея знайшла широке застосування в наш час (в суббвуферах і сателітах). Для розширення зони стереоефекту в цей же час було запропоновано

										Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ					

використання додаткового центрального гучномовця. У 1963 році Шредер і Атал запропонували схеми для придушення перехресних акустичних зв'язків, що знайшло застосування при подальшому розвитку бінауральної стереофонії і в сучасних системах віртуальної реальності.

На 1970-ті роки припав зліт, а потім падіння квадросtereoфонії. Все почалося з дослідів Р. Берковіца, який працював у фірмі Acoustic Research Corporation, який експериментував з розстановкою передніх і тилкових пар гучномовців.

Однією з перших була матрична квадрофонічна система, запропонована Р. Шайбером, який встановив принципи побудови таких систем. На основі його ідей були створені такі матричні системи, як CBS SQ і Sansui QS, а також система Д. Хафлера фірми Electro-Voice, які використовували чотири гучномовця - два передніх і два тилкових. Виняток становила система Окамото і Купера, де використовувалася інша конфігурація: центральний, лівий, правий гучномовці і один моноканал для заднього гучномовця (пізніше вона була використана в Dolby MP-матричній системі).

У 1976 році лабораторія Dolby розробила спеціальну апаратуру кодування і декодування для чотирьох каналної матричної системи для кіно, при цьому на тилкові гучномовці подавався один моносигнал. Система була вдосконалена в 1978 році К. Тоддомом з цієї ж лабораторії за рахунок введення додаткових фазових зрушень для тилкових каналів. У 1983 році Д. Манделл з лабораторії Dolby запропонував новий алгоритм Pro-Logic, що використовує динамічну систему матрицювання.

У 1975 році з введенням Sony Betamax VCR сталася відеореволюція. Пізніше був введений VHS формат VCR, спочатку з лінійним аналоговим монофонічним звуковим треком, потім, після 1980 року, з аналоговим стереотреком і нарешті в 1983 році з окремо компандованим FM стереотреком VHS HI-FI, що забезпечило можливість передачі двохканального звукового сигналу з досить гарною якістю і послужило базою для впровадження системи

					БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ	Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Dolby Pro-Logic в побутову техніку. У 1980 році був прийнятий формат для лазерних дисків.

Третій період - цифровий звук і системи Surround Sound. Поява цифрового звуку, яке було, по суті, революцією в аудіотехніці, почалося в 1970-роки спокійно на відміну від великого шуму в цей же час, пов'язаного з квадрофонією.

Вперше на конгресі AES в 1976 році в Нью-Йорку Т.Стокман продемонстрував перші цифрові записи на рекордері фірми Hewlett-Packard. У 1970 році була створена перша цифрова лінія затримки Lexicon Delta -Т 101. У 1975 році фірма EMT розробила перший цифровий ревербератор, а в 1981 році з'явився лазерний компакт-диск.

У 1978 році у фільмі "Супермен" вперше були використані звукові треки з 5.1 каналами на 70-міліметровій плівці з використанням Dolby шестиканального магнітного формату, створеного Ш. Алленом, в якому комбінувалися два тилових каналу з двома фронтальними каналами.

Використання Dolby матричних систем для передачі просторового звуку тривало до початку 1990-х, поки не з'явилася цифрова запис звуку на 35-міліметровій плівці. Заслуга впровадження цифрового запису звуку належить насамперед фірмі Kodak і корпорації "Optical Radiation", які в 1990 році ввели систему CDS (Cinema digital soundtrack).

У 1992 році фірма Dolby ввела нову SR-D цифрову систему просторового звукозапису, яка вперше була використана у фільмі "Бетмен повертається".

У 1993 році фірма Sony ввела нову 7.1-канальну систему ССРД, де два додаткових каналу використовувалися для п'яти екранних гучномовців. У цій системі звукові дані записувалися на двох зовнішніх краях плівки (за межами бокових отворів). Система працювала зі спеціальним Sony ATRAC кодером. Всі ці системи використовуються і понині.

Прагнення до збільшення числа переданих каналів привело до створення в 1990-і роки нового покоління багатоканальних кодерів: Dolby Digital (AC-3), Musicam Surround, AAC, WMA, MLP і MPAC. Деякі кодери використовували

										Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ					

окремі блоки для спільної обробки всіх каналів, зокрема, для вирішення таких проблем, як між каналного маскування, між каналного проорокування і ін.

У 1993 році система 5.1-каналного просторового звуку була обрана для Телебачення, де почав використовуватися Кодер ATSC Dolby Digital (AC-3) для передачі звуку в системі HDTV. Цей кодер був обраний також в 1997 році для забезпечення звуку на DVD-Video (з DTS-кодером як альтернатива). У 1999 році був введений формат DVD-Audio з дуже високою якістю просторового звуку (24-біт).

В даний час 5,1-формат прийнятий для просторових звукових систем в DVD, HDTV, кіно і Інтернеті. Однак вже з'являються пропозиції про введення ССРД 7.1-формату, про різні системи з трьома або чотирма тиловими гучномовцями, ІМАХ-каналної конфігурації і нову систему Е. Хольман з 10,2-каналами. Були зроблені спроби створення систем з використанням додаткових каналів для вертикальних стельових гучномовців, збільшеного числа бічних і екранних гучномовців і т. д.

Майбутнє просторових систем. Створення систем формату 5.1 зажадало колективної праці багатьох фірм і розробників протягом кількох років. Природно, що розробка наступного покоління просторових систем вимагає не менших зусиль.

Найближче завдання, що вимагає рішення, це розширення зони стереоефекту: сучасні системи формату 5.1 забезпечують досить добрий просторовий ефект для центральної зони розташування слухачів. Для бічних зон відбувається розщеплення сприйняття на окремі канали. Зі збільшенням числа каналів зона просторового ефекту може бути розширена, але питання полягає в тому, яка кількість каналів є оптимальним. Сучасні засоби передачі звукової інформації можуть підтримувати велику кількість каналів. Наприклад, для відрізка музичного сигналу 60 хв. і швидкості 32 кбіт / канал стандарт DVD може забезпечити 400 каналів, однак поки неясно, що з ними робити.

Якщо строго використовувати теорему просторового семпліювання, то гучномовців в залі треба розміщувати на кожні 3/16 дюйма, на що потрібно

									Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ				

близько мільйона каналів. З іншого боку, Блаурт довів, що для формування просторового враження близько двох десятків каналів цілком достатньо.

Ймовірно, треба йти по шляху, вказаному в доповіді професора Блаурта на 113-му конгресі AES: враховуючи, що людина володіє всього двома приймачами інформації і з їх допомогою сприймає просторовий звуковий світ, треба передавати не інформацію про звукове поле в кожній точці тривимірного звукового простору, а психоакустичну інформацію, що надійшла по двох каналах в слухову систему, з якої вона витягує найбільш значущі ознаки, що визначають просторове сприйняття звуку. Для цього необхідно побудувати комп'ютерну модель слухової обробки сигналів, за допомогою якої встановити ці значимі ознаки і організувати їх передачу по каналах зв'язку. Саме цими питаннями і займається Інститут комунікаційної акустики, очолюваний Блауртом.

1.2 Аналіз фізичних складових звукових сигналів

Звуковими хвилями або просто звуком прийнято називати механічні коливання молекул речовини, що передаються в просторі. Діапазон звукових частот лежить в межах приблизно від 20 Гц до 20 кГц. Хвилі з частотою менше 20 Гц називаються інфразвуком, а з частотою більше 20 кГц - ультразвуком. Хвилі звукового діапазону можуть поширюватися не тільки в газі, а й в рідині (поздовжні хвилі) і в твердому тілі (поздовжні і поперечні хвилі). Однак хвилі в газоподібному середовищі - середовищі нашого проживання - представляють особливий інтерес.

Висота звуку - визначається частотою звукової хвилі (або, періодом хвилі). Чим вище частота, тим вище звучання.

Висота звуку вимірюється в герцах (Гц, Hz) або кілогерцах (КГц, КГц). $1 \text{ Гц} = 1 / C$. Тобто коливання в 1 Гц відповідає хвилі з періодом в 1 секунду.

Гучність звуку - визначається амплітудою сигналу. Чим вище амплітуда звукової хвилі, тим голосніше сигнал (рис.1.1). Гучність звуку вимірюється в децибеллах і позначається дБ. Одиниця виміру, названа на честь Олександра

									Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ				

Грема Белла. Приставка деци застосовується для позначення одиниць в частках, рівних 1/10. Відповідно, децибел - це 1/10 Бела.



Рисунок 1.1. Зміна гучності звуку

Середнім показником гучності голосу людини є гучність в 40-50 дБ. У телефонії використовується смуга частот від 300 Гц до 3400 Гц, через те що форманти, що визначають розбірливість мови, розташовані в основному в цій смузі частот. Саме з цієї причини частоти електромагнітного спектра між 300 і 3400 гц також називається голосовими частотами (незважаючи на те, що це електромагнітна енергія, а не акустична). Головними ознаками допустимої якості передачі мови є розбірливість мови і пізнаванність абонента. Для передачі одного каналу голосової частоти, включаючи захисну смугу частот, зазвичай виділяють смугу пропускання 4 кГц, яка допускає частоту дискретизації 8 кГц для використання в імпульсно-кодовій модуляції в телефонній мережі загального користування. У радіомовленні використовують частоту від 50 до 20000 Гц, так як там можуть використовуватися і інструменти, різного роду пісні, частоти яких можуть бути занадто високі або занадто низькі. Щоб повністю передати всю картину музики, необхідний саме такий частотний діапазон.

Мовний (звуковий) сигнал для передачі на відстань і відповідного перетворення трансформується в електричний сигнал.

У теорії і практиці обробки сигналів часто зустрічаються сигнали, які можуть розглядатися як періодичні. Сигнал $S(t)$ називається періодичним, якщо

для нього виконується умова $S(t) = x(t + nT)$, де n – цілкове число, T – період сигналу.

Прикладом найпростішого періодичного сигналу є гармонійне коливання $S(t) = A \cos(\omega t - \varphi)$.

Такий сигнал являє гармоніку, яка характеризується амплітудою A , круговою частотою ω і початковою фазою φ . Не важко переконатися, що гармоніка має період $T = 2\frac{\pi}{\omega}$. Гармоніка, що має період ω , 2ω , 3ω призводить до утворення періодичного сигналу $S(T)$ з періодом, рівним періоду першої гармоніки $T = 2\frac{\pi}{\omega}$.

1.3 Аналіз основних методів перетворення звукових сигналів

Для передачі безперервних сигналів можна використовувати дискретний канал, перетворюючи безперервний сигнал в цифровий за допомогою АЦП, а на приймальній стороні цифровий сигнал в безперервний за допомогою ЦАП.

Аналого-цифрове перетворення виконується в три основних етапи: Дискретизація - Квантування - Кодування.

Повний цикл аналого-цифрового перетворення звуку наведено на рис. 1.2.

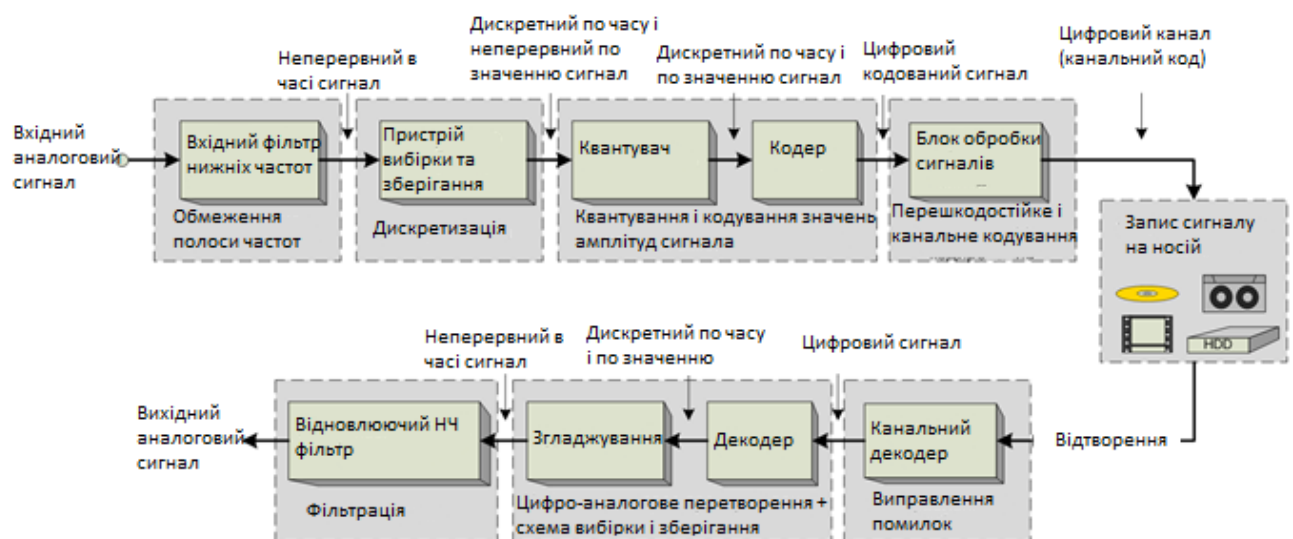


Рисунок 1.2. Повний цикл перетворення звуку.

Далі розглядається три основні сучасні методи перетворення звукового сигналу.

Імпульсно-кодова модуляція (ІКМ). Процес імпульсно-кодової модуляції проходить наступним чином (рис.1.3):

1. Аналоговий сигнал пропускають крізь фільтр низької частоти, щоб видалити все, що має частоту понад 4000Гц. Частоту фільтрують до 4000Гц для того, щоб обмежити обсяг голосових даних, переданих по мережі. Згідно з теоремою Котельникова, для досягнення хорошої якості передачі голосу вибірку необхідно здійснювати з частотою 8000 вибірок в секунду.

2. Відфільтрований аналоговий сигнал піддається вибірці з частотою 8000 разів в секунду.

3. Після вибірки сигнал перетвориться в дискретну цифрову форму (рис.1.4). Отриманий код означає амплітуду сигналу в момент, коли відбувалася вибірка. Телефонний різновид РСМ використовує код з восьми бітів і логарифмічний метод стиснення, який надає більше бітів для сигналу меншої амплітуди.

Якщо помножити восьмибітове слово на частоту 8000 вибірок, отримаємо швидкість передачі 64000 біт в секунду. Таким чином, базова швидкість телефонної інфраструктури становить 64Кбіт / с.



Рисунок 1.3. Структурна схема системи ІКМ

ІКМ зі швидкістю 64 кбіт/с в основному використовується в широкосмугових системах зв'язку (як правило це провідна телефонія з використанням крученої пари, коаксіалу, оптоволокна), а так само як попередня

ланка більш досконалих низькошвидкісних мовних кодерів, оскільки її характеристики вважаються дуже високоякісними.

Процес аналого-цифрового перетворення представлений на рис. 1.4.

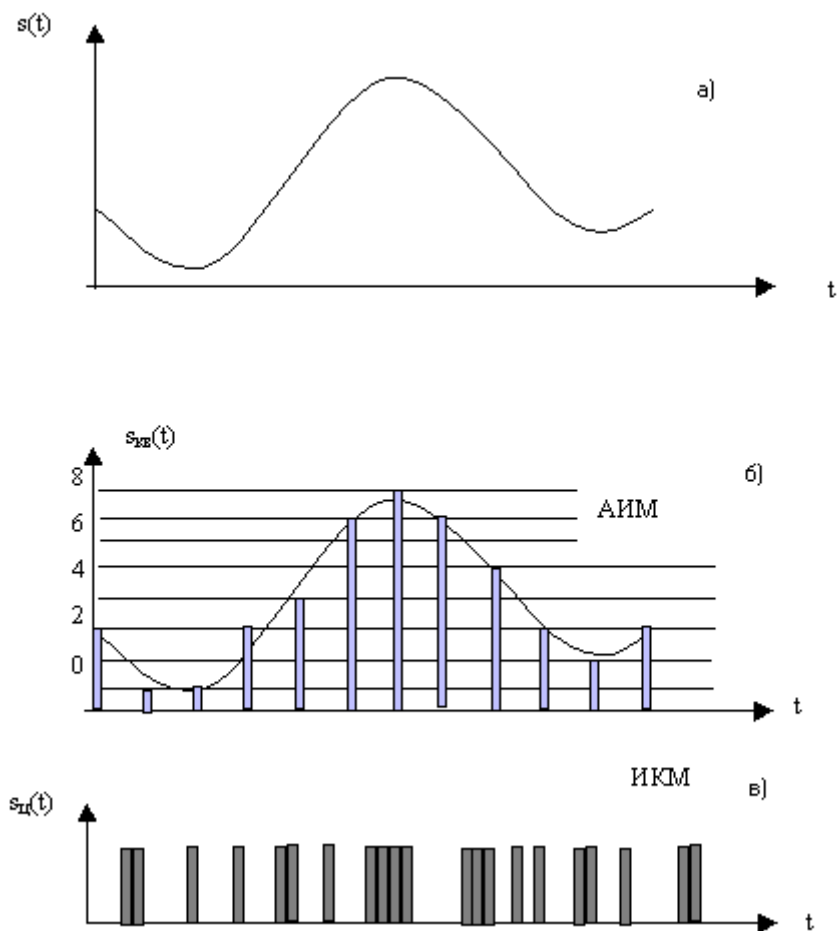


Рисунок 1.4. Процес обробки аналогового сигналу методом ІКМ

При дискретизації необхідно визначити частоту дискретизації. Її можна визначити за теоремою Котельникова ($\Delta t = \frac{1}{2F}$). В 1933 році В.А. Котельниковим доведена теорема відліків, що має важливе значення в теорії зв'язку: безперервний сигнал $S(t)$ з обмеженим спектром можна точно відновити (інтерполювати) за його відліками, узятими через інтервали $\Delta t = \frac{1}{2F}$, де F ,верхня частота спектра сигналу.

Спочатку сигнал дискретизується, тобто розбивається на рівні відліки, і сигнал на цих відліках умовно відзначається точкою.

Квантування аналогового сигналу методом диференційної імпульсно-кової модуляції наведено на рис.1.6.

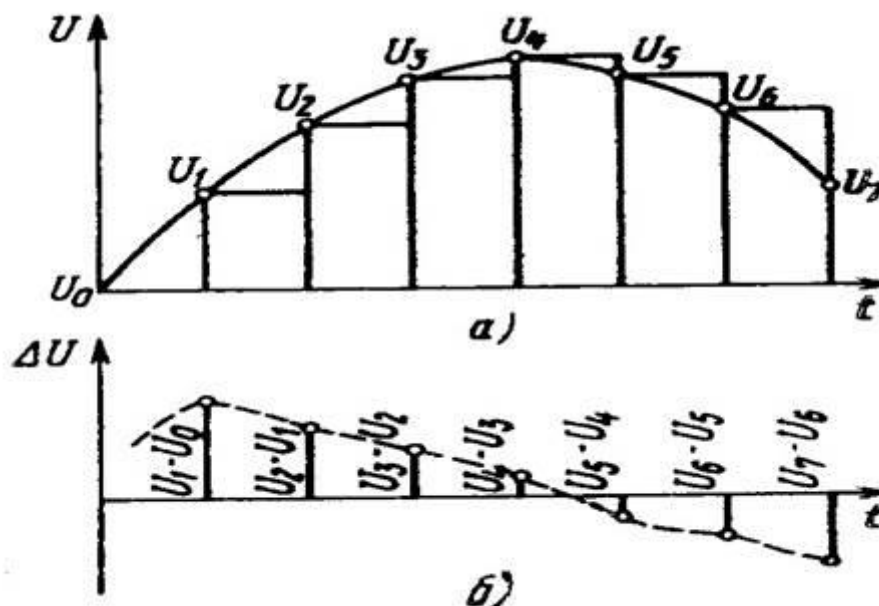


Рисунок 1.6. Квантування аналогового сигналу методом ДІКМ

Адаптивна диференційна імпульсно-кова модуляція (АДІКМ або ADPCM). Це один з найбільш загальноприйнятих і широко використовуваних стандартів стиснення (кодування) мови зі швидкістю 24-32 кбіт / с.

Кодери на основі ДІКМ розробляються в припущенні, що вихід джерела повідомлень стаціонарний. Насправді мова - це нестаціонарний випадковий процес, тобто її дисперсія, спектр і автокореляційна функція змінюються в часі. Тому для ефективного кодування необхідно постійно відслідковувати такого роду зміни. У методі АДІКМ на відміну від ДІКМ проводиться адаптивне налаштування кроку квантування сигналу помилки передбачувача (рис.1.7), а також автоматичне налаштування коефіцієнтів нерекурсивного фільтра передбачувача відповідно до зміни поточного спектра мовного повідомлення. Дані заходи дозволяють мінімізувати динамічний діапазон помилки передбачення і необхідне число рівнів квантування.

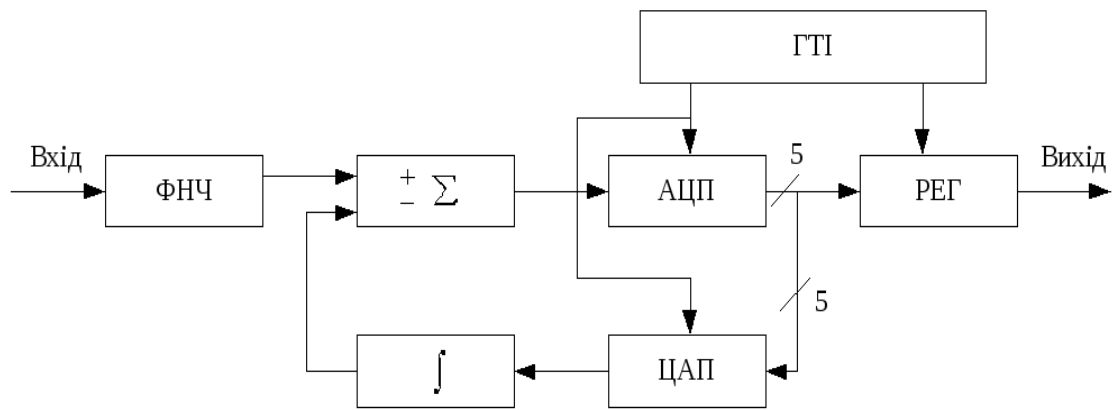


Рисунок 1.7. Структурна схема АДКМ

При кодуванні мови з використанням АДКМ для високої якості відновленої мови потрібно використовувати лише 3-4 біт на вибірку.

Дельта-модуляція (ДМ). Дельта-модуляцію можна розглядати як різновид ДКМ, в якій використовується дворівневий квантувач в з'єднанні з передбачувачем першого порядку (рис 1.8). Таким чином прогнозоване значення - це просто затриманий на один такт минулий відлік.

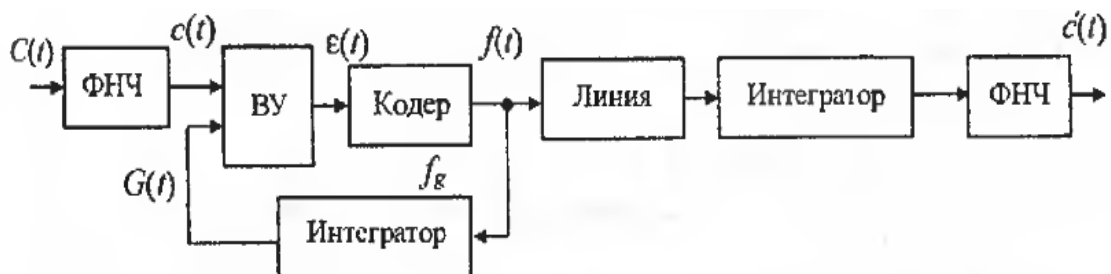


Рисунок 1.8. Структурна схема кодека дельта-модуляції

Даний вид кодування (рис.1.9) є ефективним у разі, коли різниця амплітуд між сусідніми відліками мала. Цього досягають стробуючи аналоговий мовний сигнал з частотою в 4-6 разів більшою, ніж частота Котельникова. Тоді швидкість видачі інформації кодером становить 32-48 кбіт/с.

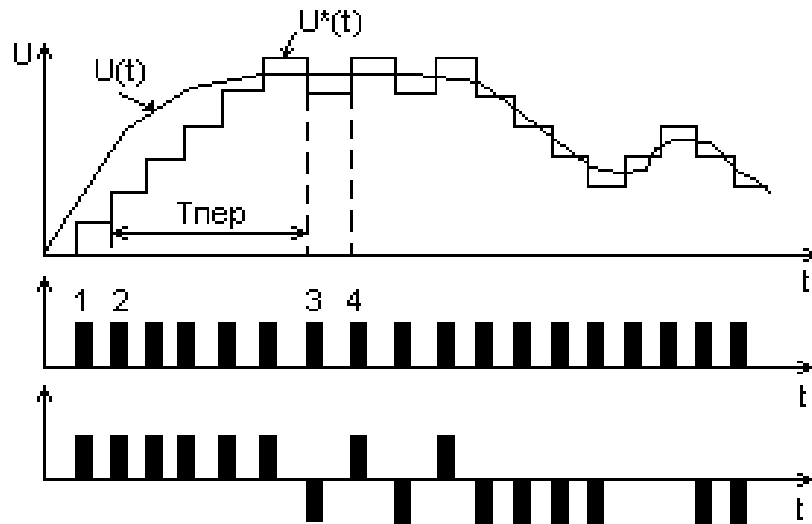


Рисунок 1.9. Часови діаграми ДМ

Мовному кодеру на основі дельта-модуляції властиво два види перетворень:

- перевантаження по нахилу; викликається розміром кроку квантування, який занадто малий, щоб відстежувати сигнал з різким нахилом;
- шум дроблення; викликається розміром кроку квантування, який занадто великий, щоб відстежувати сигнал з малим нахилом. Для усунення зазначених недоліків використовують змінний крок квантування, тобто змінюють його адаптивно тим або іншим методом в напрямку мінімізації загальної середньої квадрата помилки від двох зазначених факторів.

Адаптивна дельта-модуляція. Адаптивні схеми дельта-модуляторів (АДМ) дозволяють значно поліпшити характеристики ЛДМ, зокрема грубе квантування похибки передбачення. Зазвичай при АДМ використовується адаптація по вихідному сигналу. В цьому випадку не потрібна синхронізація по кодовим словам, тому що крок квантування в передавачі і приймачі перебудовується в одній і тій же кодової послідовності.

Структурна схема АДМ приведена на рис.1.10.

Поліпшення якості АДМ досягається шляхом її незначного ускладнення, всі достоїнства ЛДМ при цьому зберігаються. Використання передбачувача другого порядку в ЛДМ або АДМ дає вигреш у відношенні сигнал-шум квантування на 4 – 5 дБ.

іменованій людьми некомпетентними MPEG 3 (такого формату не існує) вже довгі роки є для багатьох користувачів єдиною асоціацією зі словосполученням "комп'ютерна музика". Розроблений в кінці 80-х років, невимогливий до ресурсів (відтворення MP3 файлів можливе навіть на комп'ютерах з процесорами 486) формат, який дозволяв стискати музику до 10 разів без катастрофічних втрат якості швидко прижився на домашніх комп'ютерах. Через деякий час стало ясно, що "CD якість" при бітрейті в 128 Кб/с неможлива, принаймні до цього стандарту, так як з оснащенням комп'ютерів більш досконалішими звуковими картами і акустичними системами дозволяло виявити недоліки подібного кодування. Сучасні кодировальники дозволяють досягти якості звучання, на слух невідмітного від компакт диска на бітрейтах в діапазоні 192-256 Кб/с навіть на високоякісній апаратурі. Проте, в деяких рідкісних випадках (при наявності хорошого слуху і апаратури) навіть бітрейта 320Кб/с може не вистачити. Складність полягає в тому, що сам по собі формат MP3 має недоліки, від яких практично неможливо позбутися. На практиці ж використання постійного бітрейта 320Кб/с часто виявляється надлишковим і найчастіше призводить до безглуздої витрати місця.

Порівняння степенів стиснення файла, і як наслідок зміну якості і тривалості звучання на CD в форматі MP3 приведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1. Порівняння степенів стиснення файла в форматі MP3

Степінь стиснення файла	Якість звучання	Тривалість звучання CD
128 кбіт/с	Цілком прийнятна якість	Приблизно 12 годин
192 кбіт/с	У більшості випадків не відрізняється від оригіналу	Приблизно 9 годин

психоакустична модель, яка використовує VBR кодування дозволяє домогтися прекрасної якості звучання. В результаті кодек показує результати вищі, ніж більшість його суперників на аналогічних бітрейтах. Швидкість роботи кодувальника досить висока: на створення MPC файлу витрачається приблизно в два рази менше часу, ніж на створення MP3 файлу за допомогою lame з аналогічними налаштуваннями.

Більш того, MPC файли, створені таким чином звучать краще, ніж високоякісні MP3 файли з бітрейтом 320Кб/с (зрозуміло, в тих рідкісних випадках, коли дане порівняння можна проводити).

Одним із серйозних недоліків нинішньої версії Musepack є обмеження на формат файлу: 44кГц, 16 біт, стерео, що робить його непридатним для, наприклад, стиснення звукових доріжок до фільмів на DVD. Відсутність апаратної підтримки також може стати перешкодою при виборі формату.

Формат AAC. Формат Advanced Audio Coding (розширене аудіо кодування), також відомий як MPEG2 nbc (not backwards compatible) є наступником формату MP3. Поєднуючи в собі алгоритми кодування MPEG2 / MPEG4 AAC має ширші, ніж MP3 можливості: можливість кодування декількох звукових каналів з частотою дискретизації до 96 кГц і вище, ніж у MP3 співвідношення якість / розмір роблять його вельми привабливим як для створення музичної колекції, так і для кодування багатоканальних звукових доріжок. Якість звучання файлів, стислих за допомогою AAC оцінюється як відмінне.

Проте у використанні AAC є свої труднощі: алгоритми кодування, використовувані в даному форматі досить складні, тому для створення AAC файлу потрібна значна кількість часу і системних ресурсів.

Формат TwinVQ (VQF). VQF (VectorQuantisationFormat, формат з векторним квантуванням), є частиною специфікації MPEG4. Як формат стиснення музики VQF нині мертвий. Будь-який відвідувач сайту VQF.com буде зустрінутий наступним не надто оптимістичним написом: "VQF.com is now shutdown. The VQF format is now out-of-date. За заявами розробників якість звучання VQF файлу з

									Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ				

бітрейтом 80 Кб/с близько до 128Кб/с MP3 (по ряду причин даний бітрейт є "каменем спотикання" розробників алгоритмів кодування звуку), а бітрейт 96Кб/с дає більш високі результати. Психоакустична модель VQF істотно відрізнялася від усіх, які використовувалися до цього, дозволяючи отримувати більш високу якість, ніж раніше.

Ще в 2000 році розробники заявляли про свої плани по розробці кодера, здатного створювати VQF файли з удвічі більшим бітрейтом (відповідно, з більш високою якістю), але з тих пір мало що змінилося: остання версія програми Nero Burning ROM містить плагін, що дозволяє створювати VQF файли з бітрейтом до 192кб/с. Про інших програм, що підтримують VQF2 нічого не відомо.

Формат WMA. Формат WindowsMediaAudio був розроблений всенародно улюбленою Microsoft в якості чергового "заступника" MP3. Формат постійно вдосконалюється, поступово з'являється підтримка більш високих бітрейтів (до 160 Кб/с в нових версіях кодека).

Якість звучання WMA файлу цілком можна порівняти з якістю MP3 файлу з тим же бітрейтом, іноді перевищуючи MP3 на низьких бітрейтах. Чималим плюсом можна вважати те, що кодувальники WMA вже вбудовані в Windows, а останні версії Windows Media Player дозволяють кодувати компакт диски відразу ж в новий формат. На своєму сайті Microsoft регулярно проводить тестування нових версій кодека (переважно на бітрейтах до 128 Кб/с), протиставляючи їм застарілі або низькоякісні кодировальники MP3.

Нещодавно з'явився формат WMA9, підтримує кодування зі змінним бітрейтом, а також стиснення без втрат (loseless). Незважаючи на це ніяких принципових покращень якості нова версія кодувальника не принесла: стиснення з втратами все ще недостатньо якісне, а результати loseless компресії гірші, ніж у сучасних вільно розповсюджуваних кодувальників.

Формат Liquid Audio. Використовуючи сучасні високоякісні алгоритми AAC і ATRAC він дозволяє отримати результат за якістю звучання, який перевершує аналогічний MP3 файл. Крім самого аудіотрека всередині LQT файлу може зберігатися додаткова інформація: відомості про виконавця і альбоми,

									Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ				

тексти пісень, графіка і т.д. Вміст файлу шифрується щоб уникнути нелегального копіювання.

Недоліком для домашнього використання може бути складність декодування файлів LQT в wave (для подальшого запису на CD-R / RW) і відсутність безкоштовних кодувальників. Для кодування музики вдома краще підійде "звичайний" AAC.

Формат OGG Vorbis. Заяви розробників виглядають привабливими: повна відкритість формату і його свобода від різних патентів (на відміну від MP3 і багатьох інших форматів), підтримка широкого діапазону частот дискретизації (8-48 кГц) і бітрейтів (від 16 до 256 Кб/с на канал), можливість кодування не тільки стерео сигналу, але і декількох каналів аудіо даних, високу якість звучання і багато іншого. Вважається, що бітрейта 160-190 Кб/с достатньо для забезпечення звучання, на слух невідмітного від компакт диска.

За замовчуванням для створення Ogg Vorbis файлів використовується кодування в режимі VBR, що дозволяє досягти більш високого співвідношення якість / розмір за рахунок оптимального вибору бітрейта в залежності від характеру музики, хоча можливе використання постійного бітрейта. Інформація про виконавця, назву композиції і т.д. зберігається в Unicode, так і сама по собі організація тегів реалізована більш грамотно, ніж в ID3V2 (досить новий формат тегів MP3 / AAC файлів).

Формат Apple AIFF. Цей тип файлів є стандартним для систем Apple Macintosh і систем обробки звуку, побудованих на його основі. Apple AIFF розшифровується як Audio Interchange File Format - формат файлу обміну звуком, він у чомусь схожий з WAV. Його особливістю є те, що він дозволяє розміщувати разом із звуковою хвилею додаткову інформацію, зокрема, семпли WaveTable (прикладі звучання інструментів разом з параметрами синтезатора), що покращує якість підсумкового результату. Хоча в даний час комп'ютери Apple здатні відтворювати файли практично будь-яких форматів, в тому числі і MP3.

									Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ				

1.5 Сучасні та перспективні методи кодування звукових сигналів

У 1990 році був схвалений перший міжнародний стандарт в області відеоконференцзв'язку - специфікація H.320 для підтримки відеоконференцій по ISDN. Потім ITU схвалив ще цілу серію рекомендацій, що відносяться до відеоконференцзв'язку. Ця серія рекомендацій, часто звана H.32x, крім H.320, включає в себе стандарти H.321-H.324, які призначені для різних типів мереж.

Зараз H.323 - один з найважливіших стандартів з цієї серії. H.323 - це рекомендації ITU-T для мультимедійних додатків в обчислювальних мережах, що не забезпечують гарантовану якість обслуговування (QoS).

Передача аудіо- та відеоінформації вельми інтенсивно навантажує канали зв'язку, і, якщо не стежити за зростанням цього навантаження, працездатність критично важливих мережевих сервісів може бути порушена. Тому рекомендації H.323 передбачають управління смугою пропускання. Можна обмежити як число одночасних з'єднань, так і сумарну смугу пропускання для всіх додатків H.323. Ці обмеження допомагають зберегти необхідні ресурси для роботи інших мережевих додатків. Кожен термінал H.323 може управляти своєю смугою пропускання в конкретній сесії конференції.

Стандарти для кодеків. H.323 встановлює стандарти для кодування і декодування аудіо- і відеопотоків з метою забезпечення сумісності обладнання різних виробників. Разом з тим стандарт досить гнучкий. Існують вимоги, виконання яких є обов'язковим, і існують опціональні можливості, в разі використання яких також необхідно строго слідувати стандарту. Всі кодеки сімейства H.323 представлені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 - Зведена таблиця всіх кодеків сімейства H.323

Кодек	Тип кодеку	Швидкість кодування	Затримка при кодуванні
G.711	ІКМ	64 Кбіт/с	0,75 мс
G.726	АДІКМ	32 Кбіт/с	1 мс
G.728	LD-CELP	16 Кбіт/с	Від 3 до 5 мс
G.729	CS-ACELP	8 Кбіт/с	10 мс
G.726 a	CS-ACELP	8 Кбіт/с	10 мс

					Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ

зі швидкістю передачі 6,7 Кбіт/с прийнятий в якості стандарту в стільникових мережах Японії. Алгоритм кодування мови Vector Sum Excited Linear Prediction (VSELP) належить до класу кодерів промови відомих як Code Excited Linear Prediction (CELP). Кодери такого роду використовують кодові книги, що містять набори векторів для апроксимації вектора збудження. Пошук, який апроксимується вектором, вимагає значної кількості обчислень навіть для кодових книг мінімально прийнятної розміру. Обчислення параметрів лінійного передбачення здійснюється один раз за повний фрагмент (20мс). Алгоритм VSELP використовує метод "аналіз-через-синтез" для вибору оптимального набору параметрів мовлення за критерієм мінімальної енергії помилки (MSE). Середня енергія розраховується один раз за фрагмент і квантів п'ятьма двійковими квантувачами. Найбільше значення коду 31 відповідає середній енергії з рівнем -4dB щодо максимально можливого рівня енергії, рівного квадрату максимального значення відліку мови. Решта рівнів розташовані з відносним інтервалом -2dB. Після пошуку частини сигналу збудження в адаптивній кодової книзі, здійснюється пошук решти збудження в двох фіксованих кодових книгах. Адаптивна кодова книга являє собою пам'ять трансверсального (КИХ) фільтра з одним ненульовим коефіцієнтом і зі змінною затримкою. Алгоритм VSELP не містить безпосереднього квантування коефіцієнтів посилення. Здійснюється квантування тільки окремих параметрів. Кодер VSELP кожні 20 мс формує 160 біт даних, що відповідає швидкості передачі 8000 б / с (з них один біт відводиться на синхронізацію).

Стандарт LD-CELP. LD-CELP схвалений стандартом МККТТ G 728. В даному стандарті досягається невелика затримка приблизно 0,625 мс, використовуються короткі вектори порушення і не застосовується фільтр довготривалого передбачення з передавальною функцією. В алгоритмі LD-CELP збережена суть методу CELP, представляючого собою метод «аналізу через синтез» шляхом пошуку сигналів в кодової книзі. Для отримання алгоритмічної затримки порядку 0,625 мс використовується адаптація провісників і рівнів сигналу збудження по виходу. Передається тільки індекс сигналу збудження,

									Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ				

знайдений в кодовій книзі. Оновлення коефіцієнтів передбачення проводиться за допомогою LPC-аналізу раніше квантованої мови. Рівень збудження обновлюється за допомогою інформації, яка міститься в раніше квантованому сигналі збудження. Розмір блоку для адаптації вектора сигналу збудження і рівня становить всього лише п'ять відліків. Оновлення для зважування фільтра, враховує сприйняття, проводиться за допомогою LPC-аналізу неквантованої мови.

Стандарт MP-MLQ. Стандарт стиснення G.723 частково базується на новому методі стиснення мови (Multipulse Maximum Likelihood Quantization - MP-MLQ), розробленому ізраїльською фірмою AudioCodes, творцем передових мовних і факсимільних технологій, і її корпоративним партнером - американською фірмою DSP Group.

Метод MP-MLQ відноситься до сімейства алгоритмів AbS. Мовний кодер MP-MLQ використовує LPC-аналізатор 10-го порядку і працює на швидкостях 4,8; 6,4; 7,2 і 8,0 Кбіт / с. Його структура підтримує перепрограмування "на льоту" для однієї або декількох швидкостей. Масштабованість алгоритму MP-MLQ дозволяє розробляти похідні реалізації для швидкостей аж до 4,0 Кбіт / с і більше низьких комунікаційних затримок (до 20 мс), здійснювати кодування на декількох швидкостях і зі змінною швидкістю, виконувати багатоканальну обробку (завдяки низькій обчислювальній навантаженні - менше 10 MIPS) і досягати високої якості на 8 Кбіт/с.

1.6 Дослідження кодування звуку у мобільному зв'язку

GSM (від назви групи Groupe Spécial Mobile, пізніше перейменований в Global System for Mobile Communications) - глобальний цифровий стандарт для мобільного стільникового зв'язку, з поділом каналу за принципом TDMA та високим ступенем безпеки завдяки шифруванню з відкритим ключем. Розроблено під егідою Європейського інституту стандартизації електрозв'язку (ETSI) в кінці 80-х років.

					БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ	Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

GSM відноситься до мереж другого покоління (2 Generation), хоча на 2006 рік умовно знаходиться у фазі 2,5G (1G - аналоговий стільниковий зв'язок, 2G - цифровий стільниковий зв'язок, 3G - широкосмуговий цифровий стільниковий зв'язок, комутируємо багатocільбовими комп'ютерними мережами, в тому числі інтернет).

Стільникові телефони випускаються для 4 діапазонів частот: 850 МГц, 900 МГц, 1800 МГц, 1900 МГц. Існують також, і досить поширені, мультідіапазонні (Dual-Band, Multi-Band) телефони, здатні працювати в діапазонах 900/1800 МГц, 850/1900 МГц, 900/1800/1900 МГц.

GSM на сьогоднішній день є найбільш поширеним стандартом зв'язку. За даними асоціації GSMA на даний стандарт доводиться 82% світового ринку мобільного зв'язку, 29% населення земної кулі використовує глобальні технології GSM. У GSMA в даний час входять оператори більш ніж 210 країн і територій.

Структурна схема процесів обробки мови в стандарті GSM представлена на рис. 1.11.

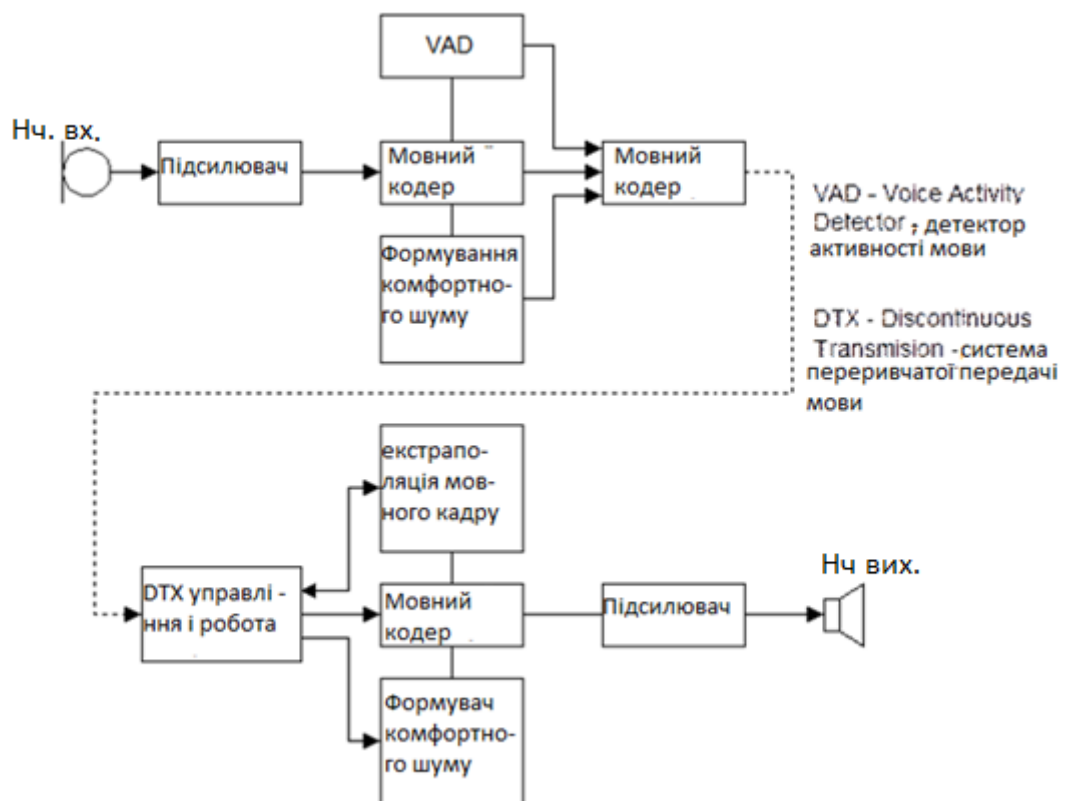


Рисунок 2.1. Процесі обробки мови в стандарті GSM

Стандарти GSM.

А) GSM-900.

Цифровий стандарт мобільного зв'язку в діапазоні частот від 890 до 915 МГц (від телефону до базової станції) і від 935 до 960 МГц (від базової станції до телефону).

У деяких країнах діапазон частот GSM-900 був розширений до 880-915 МГц (MS -> BTS) і 925-960 МГц (MS <- BTS), завдяки чому максимальна кількість каналів зв'язку збільшилася на 50. Така модифікація була названа E-GSM (extended GSM).

Б) GSM-1800

Модифікація стандарту GSM-900, цифровий стандарт мобільного зв'язку в діапазоні частот від 1710 до 1880 МГц.

Особливості:

- максимальна випромінювана потужність мобільних телефонів стандарту GSM-1800 - 1Вт, для порівняння у GSM-900 - 2Вт. Більший час безперервної роботи без підзарядки акумулятора і зниження рівня радіовипромінювання, хоча якщо врахувати той факт, що це більш висока частота, то можна припустити збільшення «ефекту мікрохвильової печі» на організм користувача;
- висока ємність мережі, що важливо для великих міст;
- можливість використання телефонних апаратів, що працюють в стандартах GSM-900 та GSM-1800 одночасно.

Переваги та недоліки GSM стандарту. Переваги стандарту GSM:

- менші порівняно з аналоговими стандартами (NMT-450, AMPS-800) розміри і вага телефонних апаратів при більшому часу роботи без підзарядки акумулятора
- хороша якість зв'язку при достатній щільності розміщення базових станцій;
- велика ємність мережі, можливість великого числа одночасних з'єднань;
- низький рівень індустріальних перешкод в даних частотних діапазонах;
- максимальний захист від підслуховування і нелегального використання, що досягається шляхом застосування алгоритмів шифрування з відкритим ключем.

										Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ					

EFR-технологія являє собою вдосконалену систему кодування мови. Ця система була розроблена фірмою Nokia і згодом стала промисловим стандартом кодування / декодування для технології GSM;

- широке поширення, особливо в Європі, великий вибір обладнання.

Недоліки стандарту GSM:

- спотворення мови при цифровій обробці і передачі;
- зв'язок на відстані не більше 120 км від найближчої базової станції навіть при використанні підсилювачів і направлених антен. Тому для покриття певної площі необхідна більша кількість передавачів, ніж в NMT-450 і AMPS;
- серйозна потужність випромінювання ношеними трубками - потенційна шкода здоров'ю. В даний час не доведено, навіть після проведення безлічі експериментів.

Перетворення мовних сигналів в стандарті GSM. Для аналого-цифрового перетворення мовних сигналів в стандарті GSM використовуються АЦП. Основні характеристики мовних сигналів (згідно з рекомендаціями МККТТ) в стандарті GSM і особливості їх аналого-цифрового перетворення:

- діапазон частот мовного сигналу обмежений: 300 ... 3400 Гц;
- тривалість звуків мовного сигналу становить від декількох десятків до декількох сотень мілісекунд, при середньому значенні 130 мс;
- для голосних звуків середнє значення тривалості становить 210мс, для приголосних - 92 мс;
- спектр потужності мовного сигналу має максимум поблизу частоти 400 Гц і спадає на більш високих частотах зі швидкістю близько 9 дБ на октаву;
- при телефонній розмові рівень мовного сигналу змінюється в діапазоні 35 ... 40 дБ, при цьому рівень приголосних в середньому на 20 дБ нижче рівня голосних;
- в аналого-цифровому перетворенні і цифровій обробці сигналу мовлення обмежуються частотним інтервалом звичайного аналогового телефону 300 ... 3400 гц, при цьому при кодуванні мовного сигналу враховують квазістаціонарний

										Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ					

гаусовський процес, у якого спектрально-кореляційні характеристики постійні на інтервалі 20 ... 30 мс.

Додатково слід зазначити наступне:

- слухове відчуття гучності приблизно пропорційно логарифму інтенсивності;
- порогова для слуху зміна рівня звуку не перевищує 1 дБ;
- людське вухо слабовідчутне до точності передачі фазових співвідношень спектральних складових сигналу;
- постійна часу слуху в середньому становить: при наростанні сигналу - 20 ... 30 мс; при спаді-100 ... 200мс.

Повертаючись до розгляду процесу перетворення аналогового мовного сигналу в цифрову форму, розглянемо більш докладно особливості процесів дискретизації і квантування в стандарті GSM.

На два входи дискретизатора подаються два сигнали:

- аналоговий сигнал мови;
- сигнал від генератора тактових імпульсів.

Відповідно до теореми дискретизації (Котельникова-Шеннона), якщо для функції $U(t)$ спектральної складової найвищої частоти є F_{\max} (в разі мовного сигналу $F_{\max} = 3400$ гц), то миттєві відліки, взяті з частотою $F_d > 2 * F_{\max}$, містять в собі практично всю інформацію вихідного повідомлення (тобто $F_d > 2 * 3400 = 6800$ Гц).

Як відомо, застосування теореми дискретизації для телефонії, де мовний сигнал (або факсимільний сигнал) обмежений частотою $F_{\max} = 3400$ гц, частоту дискретизації обирають рівній $F_d = 8000$ Гц, тобто період дискретизації становить $T_d = 125$ мкс.

Квантування сигналу. У стандартних АЦП, що використовуються в цифровій телефонії, зазвичай число рівнів квантування (при прийнятному відношенні сигнал/ шум) вибирають рівним $256 = 2^8$, тобто кожному рівню аналогового сигналу буде відповідати цифровий сигнал у вигляді 8-розрядного двійкового коду.

										Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ					

генератор тактових імпульсів. Кружечки у блоків 6, 13, 14 означають інверсію. Введені елементи обведені пунктирною лінією.

Принцип взаємодії вузлів структурної схеми полягає в тому, що в АДІКМ, що складається з послідовно з'єднаних джерела аналогового мовного сигналу (МС), дискретизатора за часом, перетворювача відліків, вираховувача, вихід якого з'єднаний з другим його входом через адаптивний передбачувач, а також з генератора коротких періодичних імпульсів, підключеного своїм виходом до другого входу дискретизатора безпосередньо і до другого входу перетворювача відліків через послідовно включені одинвібратор і перший диференціатор за часом з інверсним виходом, введені додатково послідовно підключені до виходу вираховувача аналоговий частотний модулятор, аналоговий перемножувач сигналів, підсилювач-обмежувач амплітуди сигналу, лічильник імпульсів, реєстр зсуву з генератором тактових імпульсів, підключеним до його другого входу, а також цифровий інвертор, інтегратор і другий диференціатор по часу з інверсним виходом, причому, вихід одного вібратора підключений до другого входу перемножувача сигналів безпосередньо і до входу дозволу РС на запис в реєстрі зсуву - через послідовно включені цифровий інвертор і другий диференціатор за часом з інверсним виходом; вхід дозволу РС на зчитування з реєстру зсуву підключений до виходу цифрового інвертора через інтегратор за часом з інверсним виходом; вихід реєстра зсуву є виходом всього АДІКМ. Істотною відмінністю пристрою є введені елементи і їх зв'язку, тому що тільки вони дозволяють отримати даний технічний результат.

1.8 Дослідження і розробка принципової схеми перетворювача звукових сигналів

Аналоговий мовний сигнал (МС) $u_1(t)$ з генератора 1 надходить на низькочастотний (н.ч.) вхід дискретизатора 3, на високочастотний (в.ч.) вхід якого подаються періодичні короткі імпульси дискретизації з генератора 2. Частота проходження цих імпульсів визначається теоремою Котельникова та дорівнює 8 кГц. Короткі дискретні значення РС $u_3(t)$ (рис.3.3) з виходу блоку 3, звані

									Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ				

перетворення паралельного коду в послідовний відбувається в паузах між радіоімпульсами, тому імпульси заповнення не втрачаються.

На рис. 1.13 зображена принципова схема перетворювача мовних сигналів.

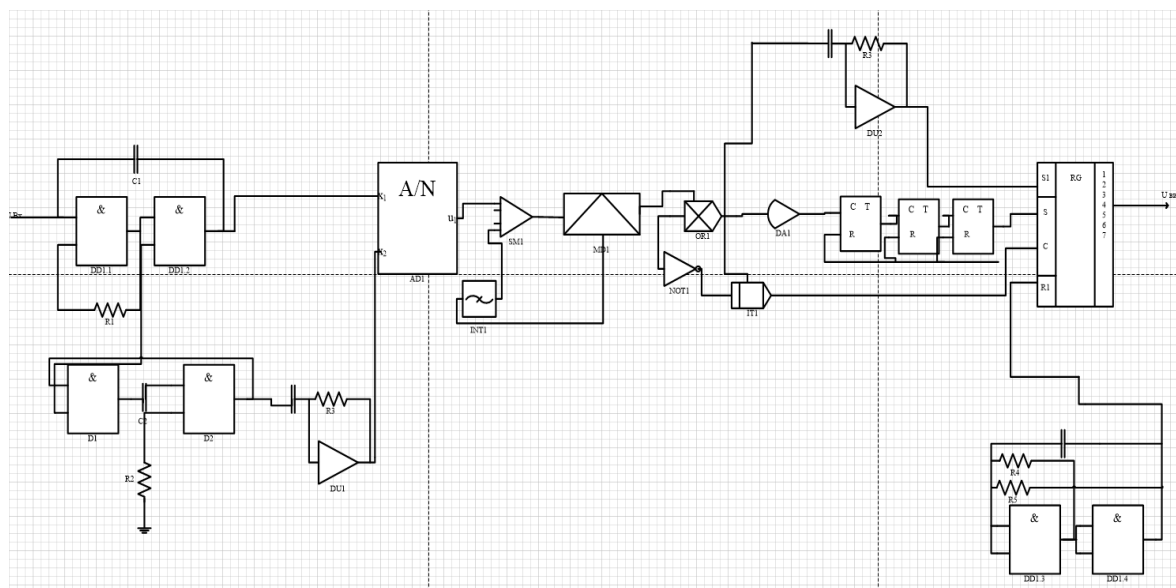


Рисунок 1.13. Принципова схема перетворювача мовних сигналів

Перетворення аналогового сигналу в цифровий методом, який використовується в розроблюваному пристрої, АДІКМ зображений на часових діаграмах (рис.1.14)

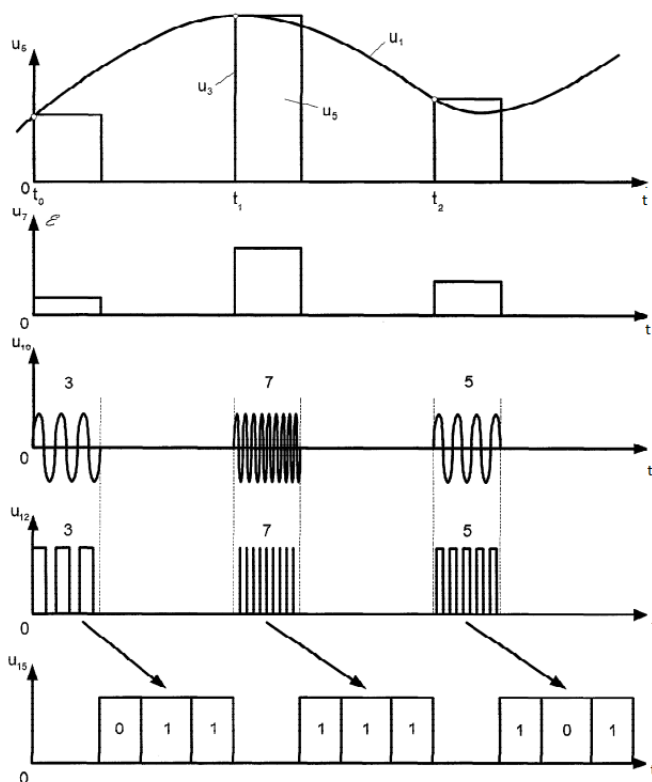


Рисунок 1.14. Часова діаграма перетворювання аналогових сигналів на базі АДІКМ

Для підвищення ефективності і дальності зв'язку використовується обмеження сигналу по високій (ВЧ) або низькій (НЧ) частоті. Кращими параметрами володіють ВЧ-обмежувачі, в яких обробка сигналу відбувається на проміжній частоті. Вони дозволяють збільшити середню потужність сигналу передавача на 6 ... 9дБ. Незначно, на 1 ... 2 дБ, їм поступаються низькочастотні обмежувачі (сигнал обробляється в мікрофонному підсилювачі). Але в той же час виготовити і встановити НЧ обмежувач значно простіше.

На рис. 1.15 та 1.16 представлені схеми НЧ обмежувачів, ефективність яких значно перевершує існуючі аналоги. Схема на рис. 1.15 містить всього два каскади, перший з яких на транзисторі VT1 є логарифмуючий підсилювач. Як логарифмовані елементи використані діоди VD1 і VD2, включені зустрічно-паралельно в ланцюг негативного зворотного зв'язку. Застосування германієвих діодів дозволяє отримати вихідну напругу підсилювача до 200 мВ еф., а застосування кремнієвих - до 600 мВ еф.

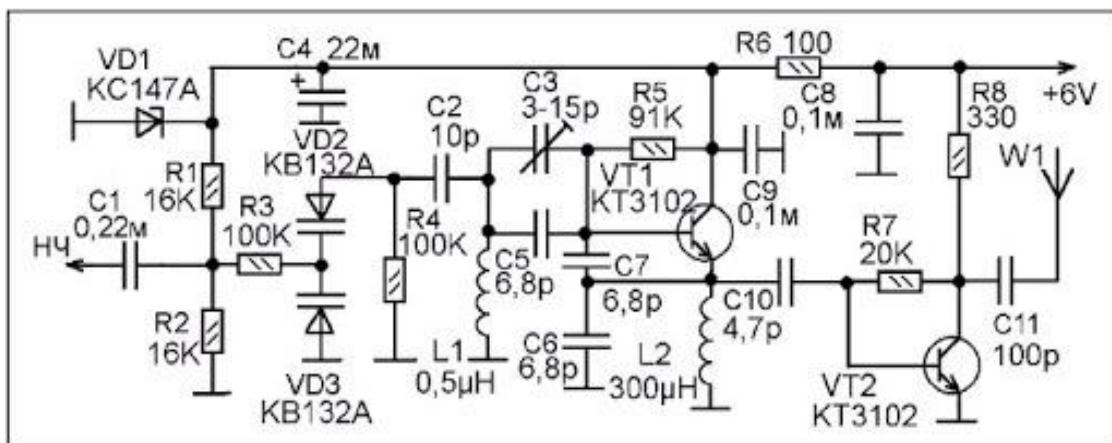


Рисунок 1.15. Схема низькочастотного передавача

На транзисторі VT2 зібраний емітерний повторювач, що дозволяє підключати підсилювач практично до будь-якого змішувача. Для регулювання

рівня вихідного обмеженого сигналу служить резистор R4. Застосування цього резистора на виході обмежувача дозволяє використовувати його в якості регулятора посилення по ПЧ в режимі передачі. Резистори R1 і R5 запобігають самозбудження каскаду по постійному струму. Для цього в схемі підбором резистора R2 встановлюється напруга на колекторі VT 1, рівна +6 В. У схемі на рис. 3.5 тако ж напруга на колекторах VT1 і VT2 встановлюється підбором резисторів R2 і R5 відповідно. Наведені схеми реалізовані в конструкціях трансиверів: прямого перетворення, з ЕМФ, з кварцовим фільтром.

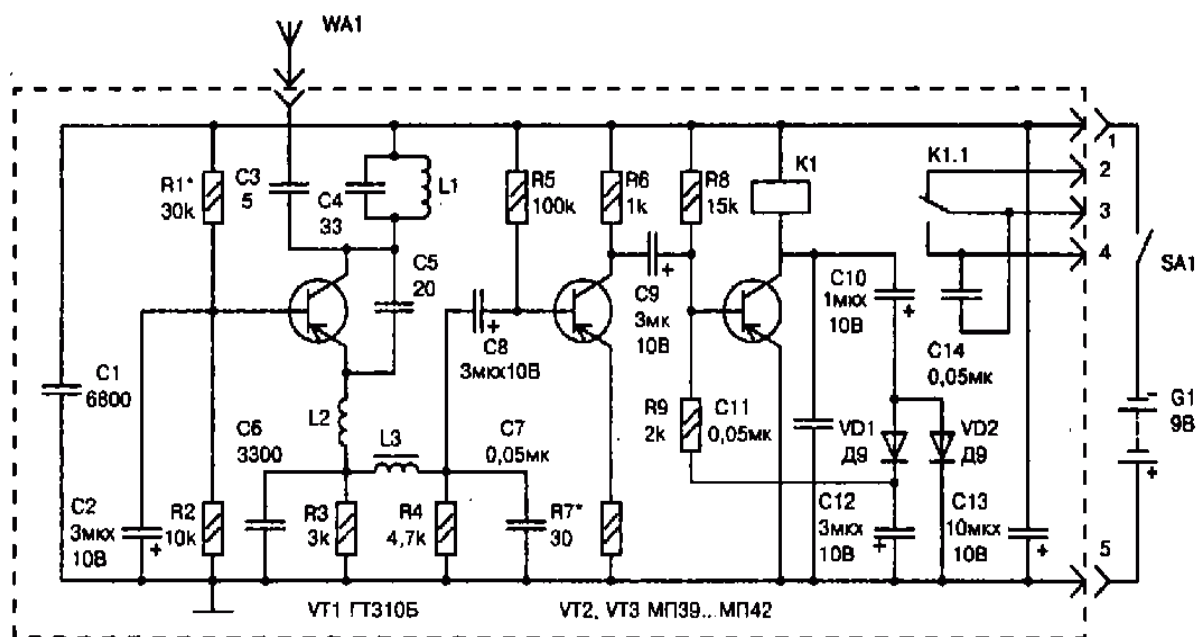


Рисунок 1.16. Схема високочастотного передавача

При використанні практично будь-якого типу динамічного мікрофона обмежувачі показали хорошу якість одержуваного сигналу і відсутність перемодуляції при значних змінах рівнів сигналів, що подаються з мікрофона.

1.9 Аналіз якісних показників і деякі питання удосконалення передавачів звукових сигналів

Розрахунок кількісних показників надійності об'єктів з урахуванням можливості відновлення відмовили пристроїв багато в чому аналогічний розрахунку систем масового обслуговування теорії.

В основу розрахунку на надійність покладено принцип визначення показника надійності системи по характеристикам надійності комплектуючих елементів.

При розрахунку робиться два припущення. Перше - це те, що відмови елементів є статистично незалежними, що дає відносно реально існуючу систему оцінки і друге це те що система розглядається як послідовна, тобто відмова одного елементу схеми веде до відмови всієї системи.

Вихідними даними для розрахунку є значення інтенсивності відмови всіх ЕРЕ і елементів конструкції.

Середній час напрацювання на відмову визначається за формулою:

$$T_{cp.c} = \frac{1}{\sum_{j=1}^m \lambda_j \cdot N_j},$$

Де m - кількість найменування радіоелементів і елементів конструкції приладу;

λ_j - величина інтенсивності відмови j -го радіоелементу,

N_j - кількість радіоелементів, елементів конструкції j -го найменування.

При розрахунку показників надійності пристрою приймаються наступні припущення:

- відкази елементів являються незалежними та випадковими;
- враховуються тільки елементи, що входять у схему;
- ймовірність безвідмовної роботи підлягає експоненціальному закону розподілення;
- умови експлуатації елементів враховуються приблизно за допомогою коефіцієнтів.

Відповідно з розрахунковою схемою ймовірність безвідмовної роботи визначається як:

$$P(t) = \prod_{i=1}^N P_i(t) = P_1(t) \times P_2(t) \times \dots \times P_i(t) \times \dots \times P_N(t),$$

де N - кількість елементів в схемі;

									Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ				

P_i – ймовірність i -го елемента.

Враховуючи експоненціальний закон, виходить:

$$P(t) = e^{-\lambda_{\Sigma заг.} * T};$$

Електронні радіоелементи, які позначені в структурній схемі перетворювача звукових сигналів та їх інтенсивність відмов:

– джерело аналогового сигналу	$\lambda_1 = 4.0 * 10^{-7} \text{ (Г}^{-1}\text{)};$
– генератор імпульсів дискретизації	$\lambda_2 = 4.5 * 10^{-7} \text{ (Г}^{-1}\text{)};$
– дискретизатор	$\lambda_3 = 1.0 * 10^{-5} \text{ (Г}^{-1}\text{)};$
– одновібратор	$\lambda_4 = 0.04 * 10^{-5} \text{ (Г}^{-1}\text{)};$
– перетворювач відліків	$\lambda_5 = 1.0 * 10^{-7} \text{ (Г}^{-1}\text{)};$
– диференціатори за часом	$\lambda_6 = 0.04 * 10^{-5} \text{ (Г}^{-1}\text{)};$
– вираховувач	$\lambda_7 = 0.04 * 10^{-5} \text{ (Г}^{-1}\text{)};$
– адаптивний передбачувач	$\lambda_8 = 4.0 * 10^{-7} \text{ (Г}^{-1}\text{)};$
– частотний модулятор	$\lambda_9 = 3.5 * 10^{-7} \text{ (Г}^{-1}\text{)};$
– перемножувач сигналів	$\lambda_{10} = 2.0 * 10^{-7} \text{ (Г}^{-1}\text{)};$
– цифровий інвертор	$\lambda_{11} = 1.0 * 10^{-7} \text{ (Г}^{-1}\text{)};$
– підсилювач-обмежувач сигналу по рівню	$\lambda_{12} = 2.2 * 10^{-5} \text{ (Г}^{-1}\text{)};$
– інтегратор за часом	$\lambda_{13} = 0.04 * 10^{-5} \text{ (Г}^{-1}\text{)};$
– диференціатори за часом	$\lambda_{14} = 0.04 * 10^{-5} \text{ (Г}^{-1}\text{)};$
– лічильник імпульсів	$\lambda_{15} = 4.0 * 10^{-7} \text{ (Г}^{-1}\text{)};$
– реєстр зсуву	$\lambda_{16} = 3.5 * 10^{-7} \text{ (Г}^{-1}\text{)};$
– генератор тактових імпульсів	$\lambda_{17} = 1.0 * 10^{-7} \text{ (Г}^{-1}\text{)}.$

Виходячи з цих значень, розраховується сумарна інтенсивність відмов для всіх елементів разом:

$$\lambda_{\Sigma заг.} = 3.725 * 10^{-5} \text{ (Г}^{-1}\text{)}$$

Ймовірність безвідмовної роботи пристрою за $t=100$ годин:

$$P(100) = e^{-\lambda_{\Sigma заг.} * 100} = 1 - 3.725 * 10^{-5} * 100 = 0,99472$$

Середній час напрацювання на відмову вираховується:

					БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ	Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{від}} = 1/\lambda_{\Sigma} \text{ заг. (Г)}$$

$T_{\text{від}} = 1/0,00003725 = 26845 \text{ (Г)}$, що приблизно складає 3 роки безвідказної роботи передатчика сигналу мовлення.

					БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ	Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

2 РОЗДІЛ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

2.1 Вступ

Законодавство України про охорону праці являє собою систему взаємозв'язаних нормативних актів, що регулюють відносини у галузі реалізації державної політики щодо правових, соціально-економічних, організаційно-технічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Дипломним проектом передбачається розробка перетворювачів звукових сигналів, який може застосовуватися в різноманітних пристроях, таких як мобільний телефон, аудіопрогравач, музичний центр, Bluetooth – передатчики та інші. Одна із них - паяльні роботи. Безпека виконання вказаних робіт розглядається у даному розділі.

2.2 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що впливають на програміста при розробці даного програмного комплексу

Аналіз роботи підприємства, враховуючи характер технологічних процесів і умов праці, дозволяє визначити з достатньою достовірністю небезпечні та шкідливі чинники.:

- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- забруднення повітряного середовища;
- недостатня освітленість робочого місця;
- підвищені або знижені температура, вологість повітря робочої зони;
- небезпека ураження електричним струмом тощо.

2.3 Гігієнічні вимоги до виробничого середовища

Безпечні умови праці на підприємстві досягаються за рахунок забезпечення безпеки виробничих процесів, які обґрунтовані і прийняті в технологічній частині дипломного проекту.

Параметри мікроклімату в межах робочої зони повинні відповідати вимогам Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99.

Рівень вібрації на робочих місцях не повинен перевищувати норм, встановлених

					БКС 28. 00 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Державними санітарними нормами виробничої загальної та локальної вібрації ДСН 3.3.6.039-99.

Рівні електромагнітних полів на робочих місцях повинні відповідати вимогам Державних санітарних норм і правил при роботі з джерелами електромагнітних полів, затверджених наказом МОЗ України від 18.12.2002 року № 476.

У робочій зоні виробничих приміщень вміст шкідливих речовин не повинен перевищувати граничнодопустимих концентрацій, встановлених вимогами ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартів безпеки труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (діючий).

2.4 Освітлення

Використовується комбіноване освітлення: загальне та місцеве. Воно повинно забезпечувати освітленість у робочій зоні 300- 400 лк відповідно ДБН В.2.5-28:2018 « Природне і штучне освітлення. Джерела світла: загального – люмінесцентні лампи, місцевого – лампи денного світла.

2.5 Вимоги до організації робочого місця працівника

Первинною ланкою організації виробничого процесу є робоче місце.

Робочим місцем називається частина виробничої площі, відведеної (закріпленої) одному або групі робітників, призначеної для виконання певної роботи, оснащеної необхідним обладнанням, інструментами, пристосуваннями та іншими матеріально – технічними засобами.

Конкретні прийоми роботи з паяльником залежать як від його конструкції, так і від типу виконуваних ним робіт, а також від вигляду спаюваних деталей і застосованих паяльних матеріалів. Найпоширенішим сучасним типом паяльників є звичайний електричний паяльник.

Приєднання електричних інструментів до мережі повинно виконуватись через спеціальні штепсельні розетки із заземлюючим контактом, які забезпечують спочатку включення захисного заземлення. Приєднання електричних інструментів до контактів рубильника або оголеним кінців дроту не допускається.

При перерві в подачі струму, під час перерви в роботі електричні інструменти

					БКС 28. 00 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

повинні бути відключені від електромережі.

Перед початком роботи потрібно упорядкувати робочий одяг, застібнути обшлага рукавів, заправити одяг так, щоб не було кінців, що розвиваються.

Уважно оглянути робоче місце, забрати всі предмети, що заважають роботі. Переконайтеся в тому, що робоче місце достатньо освітлене і світло не буде сліпити очі.

Паяльник, робочий інструмент та деталі розташувати в зручному і безпечному для користування порядку. Потрібно переконатися в тому, що паяльник та робочий інструмент, пристосування й засоби індивідуального захисту справні і відповідають вимогам охорони праці.



Паяльні роботи виконувати електричним паяльником на напругу 220 В.

Пайку виконувати флюсами заводського виготовлення та оловом марки пос. При паяльних роботах прилад, що ремонтується, повинен бути від'єднаний від електромережі (вийнята вилка з розетки).

Все обладнання на відстані дотику повинне бути відключене від електромережі.

Вимоги безпеки під час роботи:

- Під час проведення паяльних робіт в кімнаті не повинні бути сторонні особи;
- Робоче місце повинне бути звільнене від інших деталей та матеріалів;
- Підставка під паяльник повинна бути промислового виробництва та зроблена з негорючого матеріалу;
- Пайку проводити не довше 5 хв., після чого відкрити вікно та вийти з кімнати до повного провітрювання.

					БКС 28. 00 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Правила безпеки праці при паянні:

- Забороняється користуватися несправними інструментами і пристосуваннями;
- Забороняється торкатися до нагрітих частин інструменту паяння;
- Не можна нахилитися близько до місця паяння;
- Роботу слід виконувати під витяжним ковпаком;
- Для утримування спаюється вироби необхідно використовувати плоскогубці або ковальські щипці;
- Слід ретельно мити руки з милом після закінчення робіт.

2.6 Пожежна безпека

Пожежі на промислових підприємствах виникають здебільшого від несправності технологічного обладнання, електроустановок, контрольно-вимірювальних приладів, необережного поводження з вогнем обслуговуючого персоналу та порушення правил пожежної безпеки під час проведення вогневих робіт.

Пожежі на промислових підприємствах виникають здебільшого від несправності технологічного обладнання, електроустановок, контрольно-вимірювальних приладів, необережного поводження з вогнем обслуговуючого персоналу та порушення правил пожежної безпеки під час проведення вогневих робіт.

Заходи щодо пожежної безпеки підрозділяють на дві основні групи: попередження пожеж і ліквідація вже виниклих пожеж. Пожежна профілактика – це комплекс заходів, спрямованих на попередження пожежі, створення умов, сприяючих швидкій ліквідації пожежі.

Протипожежний захист приміщення забезпечується застосуванням автоматичної установки пожежної сигналізації, наявністю засобів пожежогасіння, застосуванням основних будівельних конструкцій будинку з регламентованими межами вогнестійкості, організацією своєчасної евакуації людей.

Для ліквідації пожеж використовують первинні засоби пожежогасіння, які

					БКС 28. 00 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

призначенні для гасіння пожеж у початковій стадії їх розвитку. Вони є у всіх виробничих приміщеннях, цехах.

До засобів гасіння пожежі відносяться внутрішні пожежні водопроводи (крани - ПК), вогнегасники (вуглекислотні та порошкові), сухий пісок тощо.

В будівлях пожежні крани встановлюють в коридорах, на майданчиках сходових кліток. Кожний пожежний кран укомплектований пожежним рукавом і розміщений у відповідних ящиках, які знаходяться на висоті 1,35 м від полу.

Для гасіння пожеж на початкових стадіях широко застосовуються вогнегасники. У виробничих приміщеннях це головним чином вуглекислотні вогнегасники, достоїнством яких є висока ефективність гасіння пожежі, збереження електричного устаткування. Розташовують вогнегасники на видних місцях, на висоті не більше як 1,5 м від полу.

Будівлі укомплектовані пожежними щитами з набором інструментів, біля щитів - бочки з водою, ящики з піском.

Виробничі приміщення мають запасні виходи. Двері повинні мати освітлений надпис «Запасний вихід». План евакуації вивіщується на видному місці у основного виходу із приміщення.

Допуск до роботи осіб, що не пройшли навчання та перевірку знань з охорони праці забороняється.

Всі працівники, яких приймають на роботу, проходять на підприємстві інструктажі, які за формою та часом проведення бувають вступним, первинним, повторним, позаплановим, цільовим. їх проводять спеціалісти служби охорони праці, керівники робіт та структурних підрозділів.

Дотримуючись всіх правил техніки безпеки, вживаючи своєчасно заходи пожежної безпеки можна досягти зменшення частоти травматичних випадків і збільшення випуску продукції високої якості, що є головною метою підприємства.

					БКС 28. 00 000. 00 КРБ ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

ВИСНОВОК

Результатом бакалаврської роботи є аналіз перетворювачів звукових сигналів, який може застосовуватися в різноманітних пристроях, таких як мобільний телефон, аудіопрогравач, музичний центр, Bluetooth – передатчики та інші. Також були розглянуті методи перетворення звукового сигналу, приклади інших передатчиків звукових сигналів, які побудовані на базі інших методів, які відрізняються від розроблюваного. В роботі також розглядаються і стандарти оцифровки звуку та формати, в яких аудіоінформація поступає до отримувача.

Головною відмінністю розроблюваного аналіза є максимальне збільшення якості мови за рахунок виключення операції квантування за рівнем імпульсів помилки передбачення і повне виключення втрат інформаційних імпульсів. Схема досліджених перетворювачів звукових сигналів може бути удосконалена для подальшого використання.

					БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ	Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Эффективные системы передачи информации. /под. ред. Захарченко Н.В. / Захарченко Н.В., Рудый Е.М., Гаджиев М.М. и др. / - Баку: «ЭЛМ», 2007 – 568с.
2. Аналогова схемотехніка : навчальний посібник / О. М. Кобяков, М. М.Ляпа, В. М. Лисенко та ін. – Суми : СумДУ, 2007. – 209 с. 34
3. Жуйков В.Я., Бойко В.І., Зорі А.А., Співак В.М., Багрій В.В. Схемотехніка електронних систем. Т. 2. Цифрова схемотехніка. Київ. Аверс. 2002. – 405 с.
4. Бойко В. І., Гуржій А., Жуйков В. Я. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої/ Бойко В. І., Гуржій А. Жуйков В. Я.– Київ: Вища школа, 2004. – 510 с.
5. Колонтаєвський Ю. П., Сосков А. Г. Електроніка і мікросхемотехніка/ Колонтаєвський Ю. П., Сосков А. Г. – Київ: Каравела, 2009. – 416 с.
6. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Промислова електроніка та мікросхемотехніка. Теорія і практикум: Навчальний посібник/ Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. – Київ: Каравела, 2003. – 362 с.
7. Кривуца В. Г. Основи інфокомунікацій: / Кривуца В. Г., Беркман Л.Н., Лапінський В. В.; за ред. В. Г. Кривуци.— К.:ДУІКТ, 2011.— 276 с.
8. Желібо Є. П. Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник./Є. Желібо Є.П., Н.М. Заверуха П., В.В. Зацарний. – К.; Каравела, 2004. – 328 с.
9. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПІН 33 2 007 98
10. Геврик Є. О. Охорона праці / Є. О. Геврик . – К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003 – 280 с.
11. Закон України «Про охорону праці» [Електронний ресурс]//Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 1992. – № 49. – ст.668. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>.

										Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ					

12. Закон України «Про захист персональних даних» [Електронний ресурс]//
Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2010. – № 34. – ст. 481. –
Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2297-17>.
13. Як це працює? | Bluetooth [Electronic resource]. – Режим доступу:
<https://hinews.com/>
14. Bluetooth: технологія та її застосування [Electronic resource]. – Режим
доступу: <https://www.ixbt.com/>
15. Що таке Bluetooth и як вона працює? [Electronic resource]. – Режим
доступу: <http://1234g.com/>

					БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ	Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А Умовне скорочення

АДІКМ – адаптивна диференціальна імпульсно-кодова модуляція

АДМ – адаптивна дельта-модуляція

АЦП – аналого-цифрове перетворення

Гц - Герц

дБ - децибел

ДІКМ – диференційна імпульсно-кодова модуляція

ДМ – дельта-модуляція

ІКМ – імпульсно-кодова модуляція

Кбіт/с – кілобіт в секунду

Нч.вих. – низькочастотний вихід

Нч.вх – низькочастотний вхід

Рис – рисунок

Табл – таблиця

ФНЧ – фільтр нижніх частот

CD – Compact-disk

HDTV – High definition television

Hi-Fi – High Fidelity

ITU – International Telecommunication Union

VHS – Video Home System

Інші скорочення представлені в тексті дипломного проекту .

					БКС.28.00.000.00.ДП.ПЗ	Лист
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК Б. Слайди мультимедійної презентації

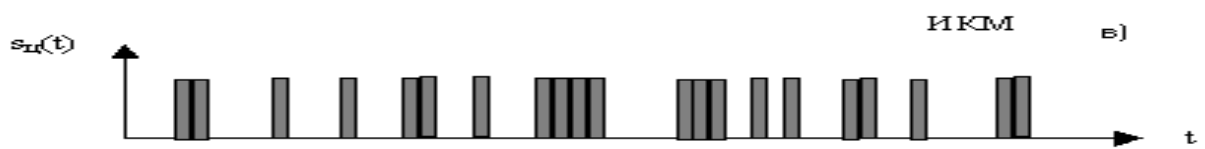
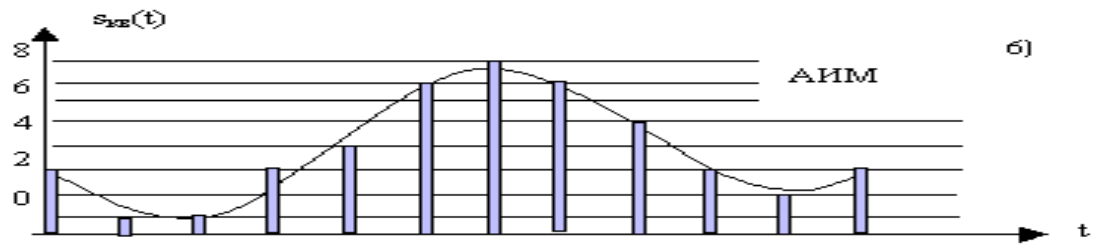
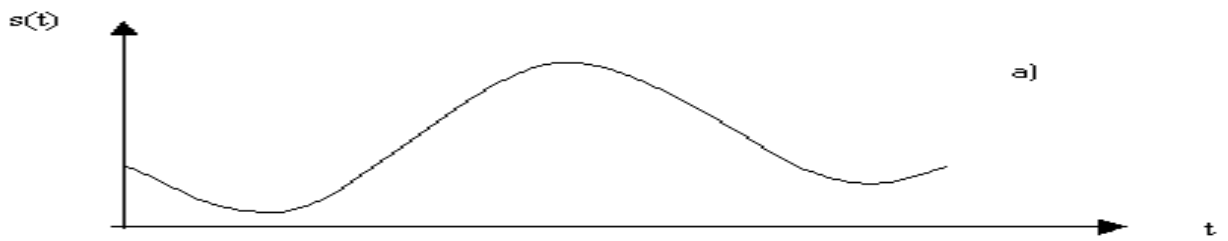
Повний цикл перетворення звуку: від відцифровки до відтворення



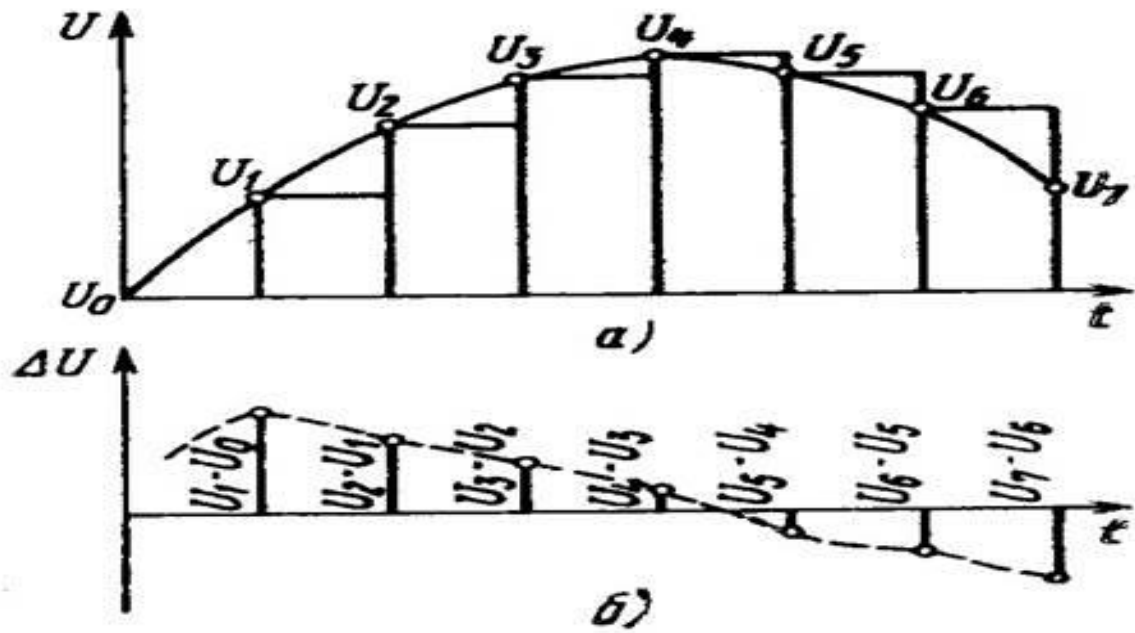
Структурна схема системи ІКМ



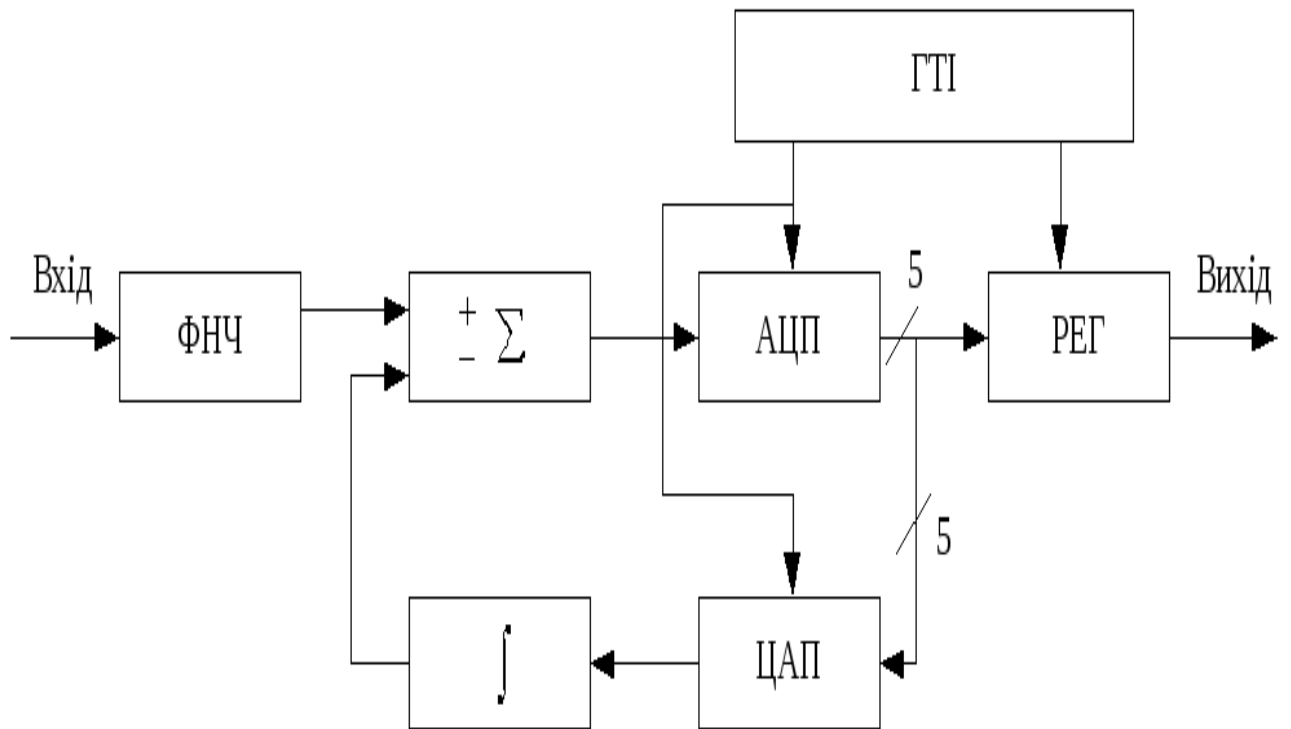
Процес дискретизації, квантування та кодування аналогового сигналу методом ІКМ



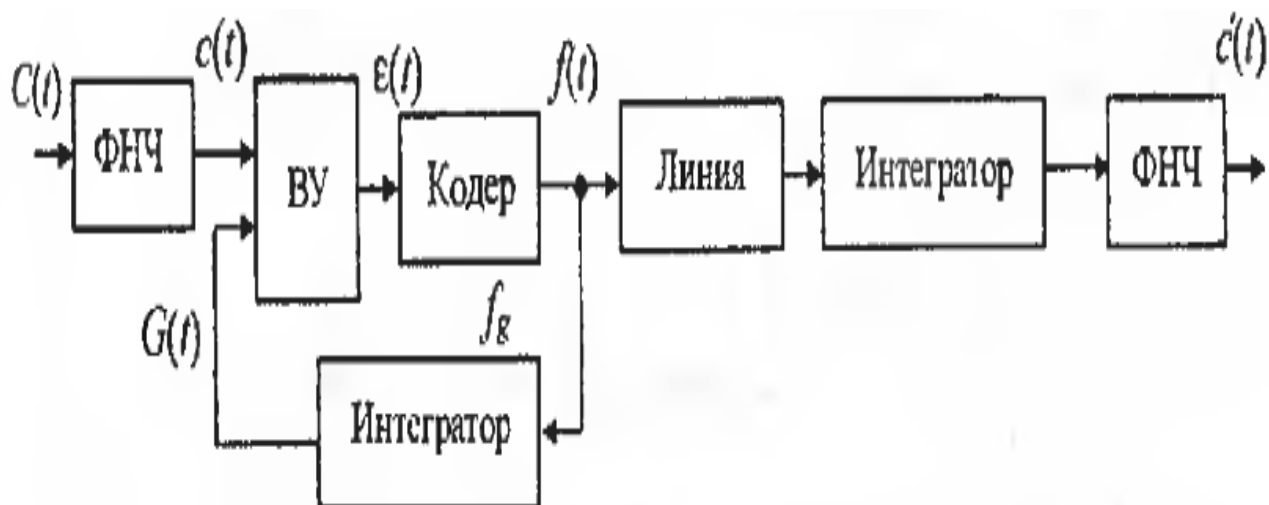
Квантування аналогового сигналу методом ДІКМ



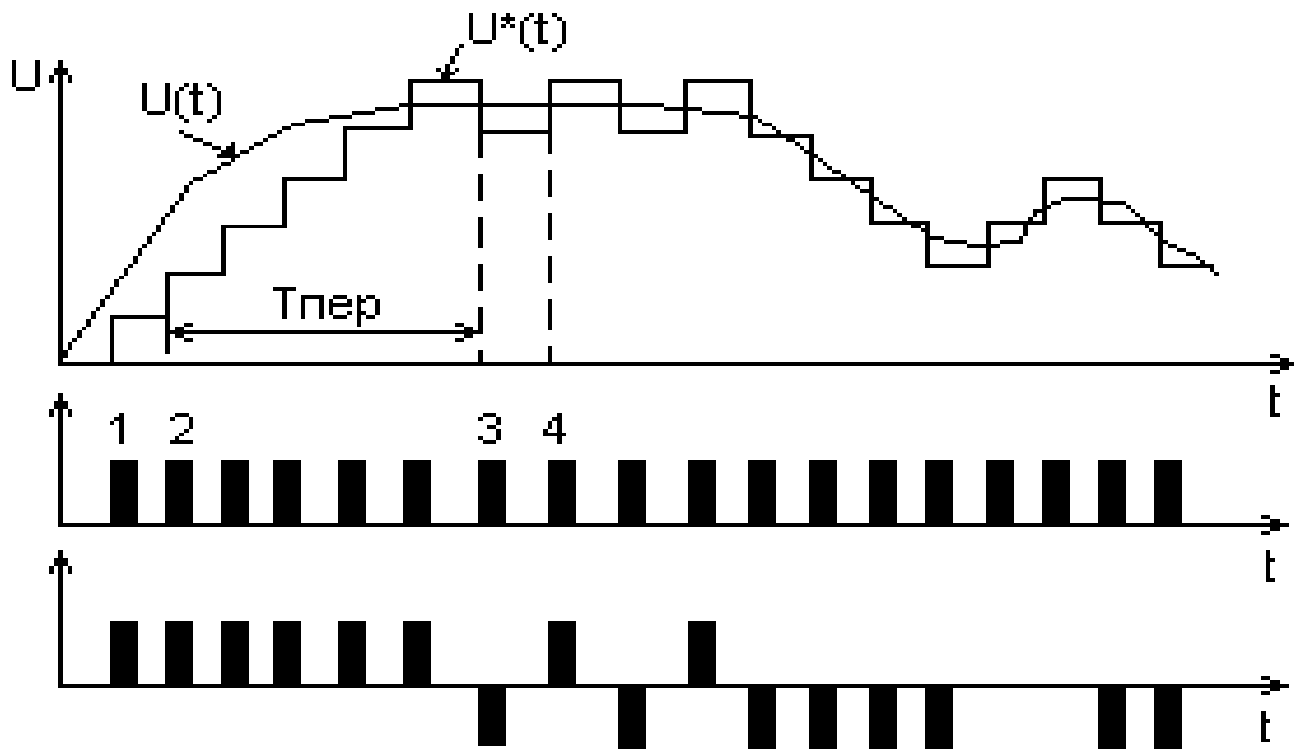
Структурна схема АДІКМ



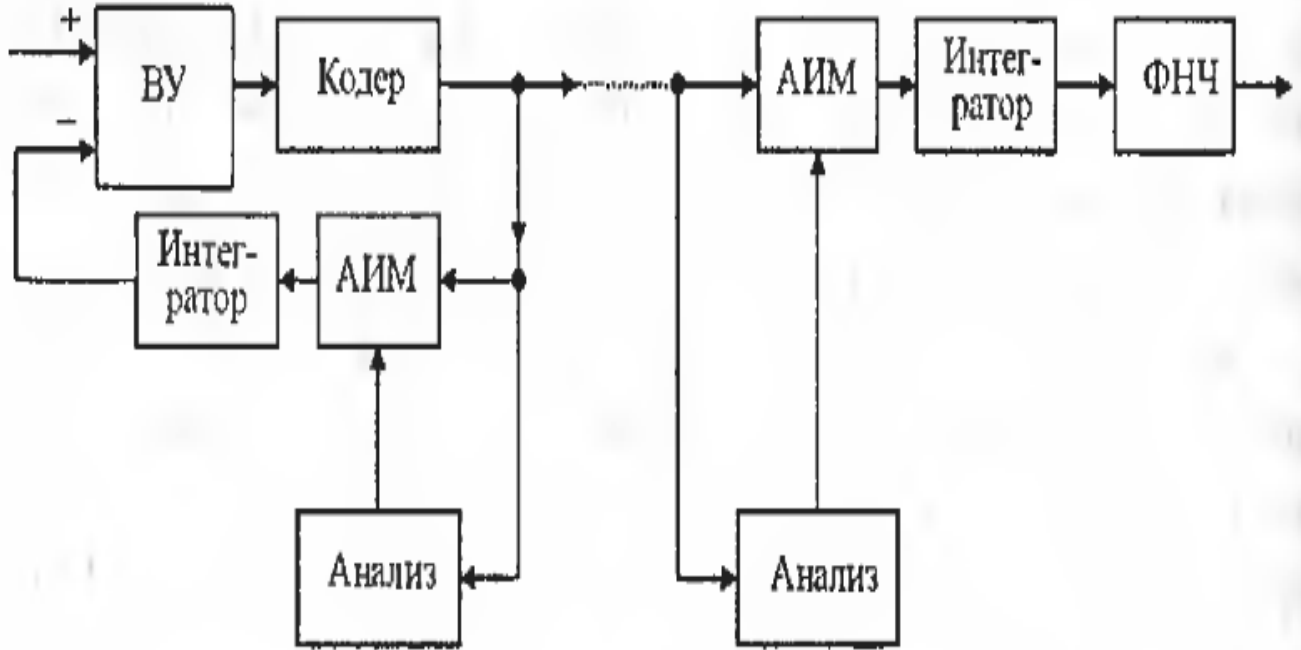
Структурна схема кодека дельта-модуляції



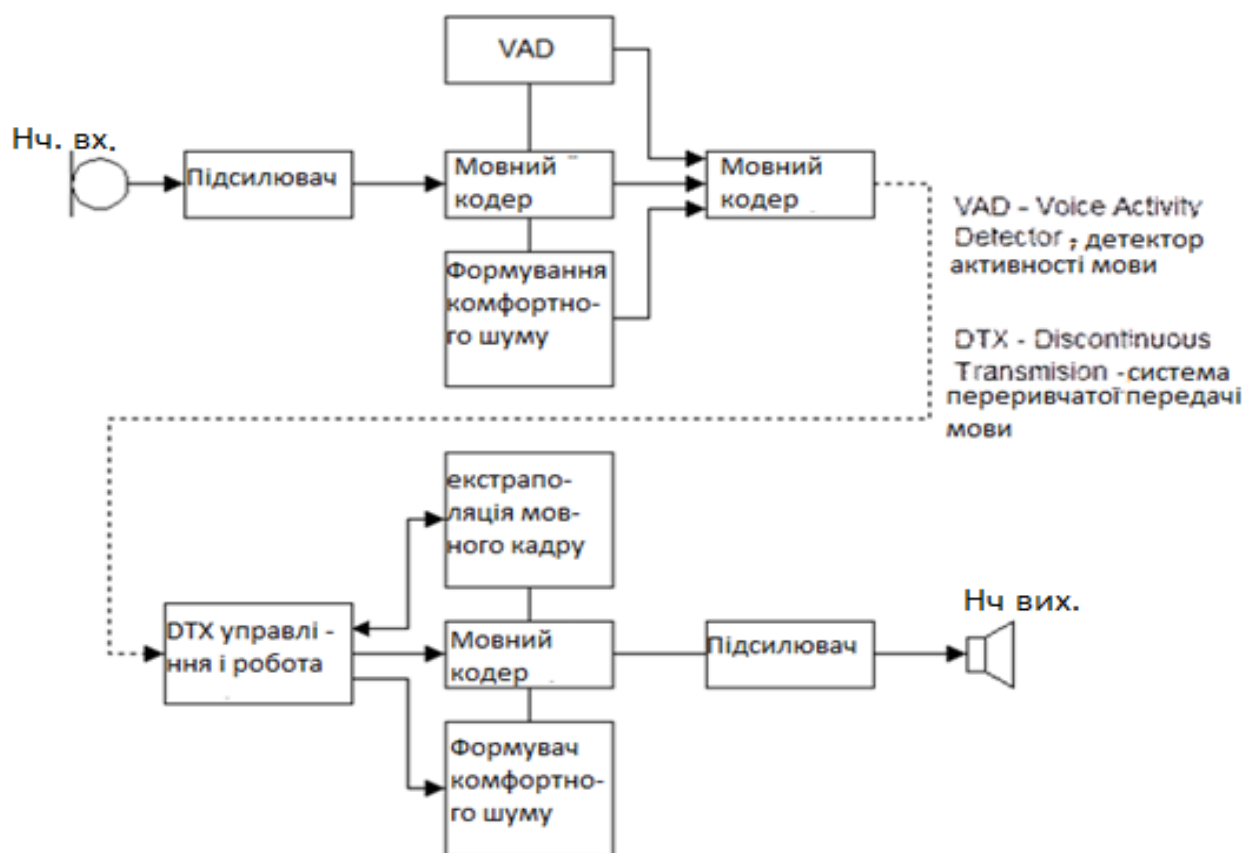
Часови діаграми ДМ



Структурна схема адаптивної дельта-модуляції



Структурна схема процесів обробки мови в стандарті GSM



Принципова схема перетворювача мовних сигналів

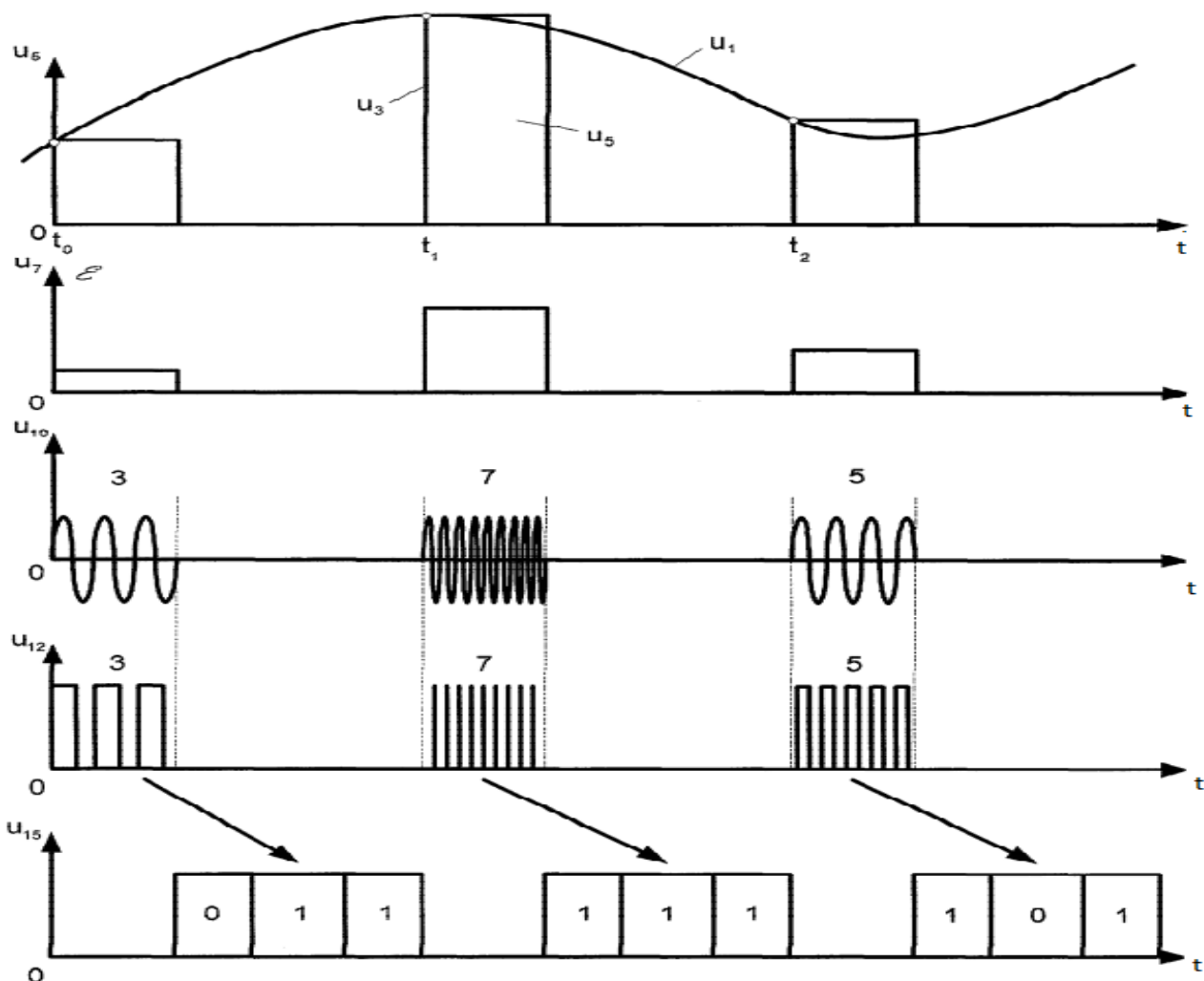


Схема низькочастотного передавача

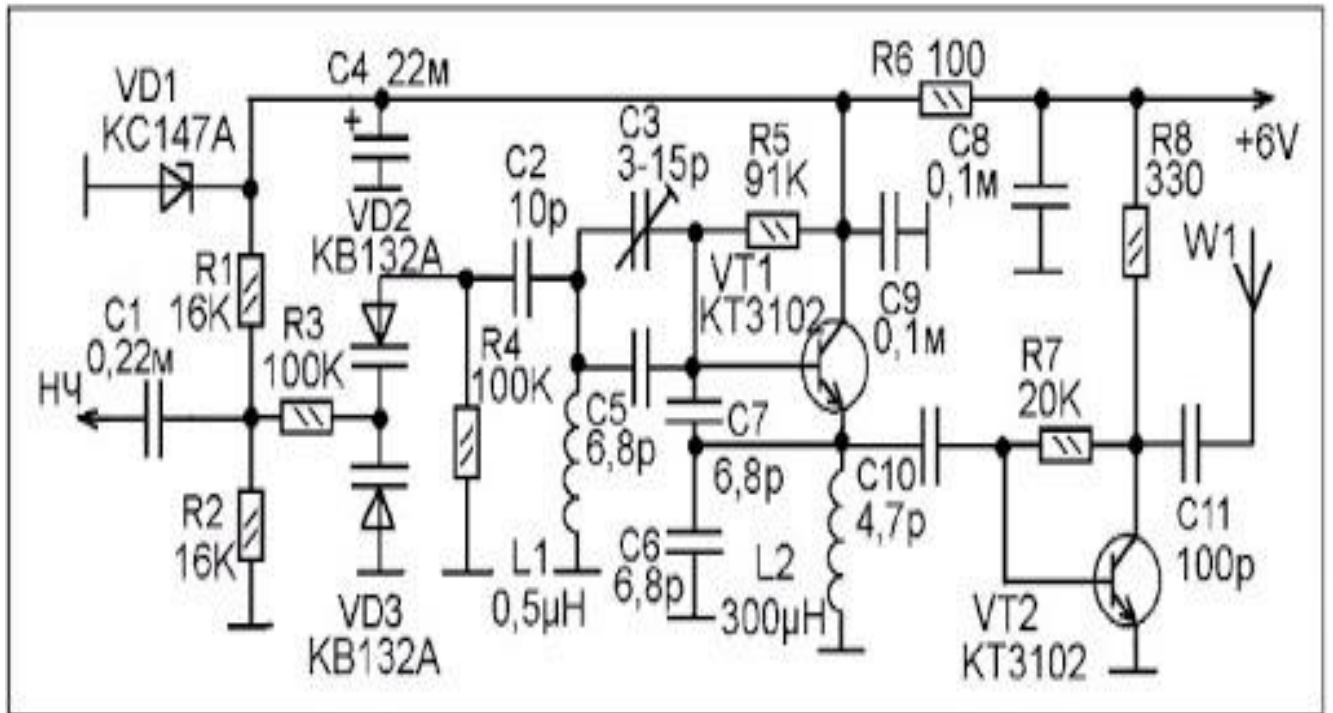


Схема високочастотного передавача

ВІДГУК

керівника про кваліфікаційну роботу бакалавра

Себов Владислав Віталійович

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача/здобувачки освіти)

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерна інженерія»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Тема кваліфікаційної роботи _____

«Дослідження та аналіз сучасних методів оцифрування звуку»

ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

а) обсяг і якість виконання роботи (розрахунково-пояснювальної записки)

Бакалаврська робота виконана якісно, у достатньому обсязі, на 68 стор. друкованому тексті, графічна частина у 18 слайдах відповідно до стандартам і ДСТУ. Розділи пояснювальної записки відповідають етапам рішення завдання, поставленого у бакалаврської роботи. Презентація виконана якісно, у достатньому обсязі. Презентація наочно демонструє результати роботи. Список літератури складено в достатньому обсязі та відповідає темі кваліфікаційної роботи.

б) самостійність роботи над кваліфікаційною роботою _____

Студент самостійно обрав напрям та тематику кваліфікаційної роботи. Провів аналіз існуючих рішень та зробив необхідні висновки для реалізації проекту. Основні аналітичні та практичні результати студентом отримані самостійно

в) теоретична підготовка бакалавра _____

Відповідає вимогам, що надаються до бакалавра зі спеціальності «Комп'ютерна інженерія»

г) вміння розв'язувати виробничі та конструкторські питання _____

Дипломник вмiє поставити реальнi виробничi завдання досить високого технiчного рiвня i вирiшити їх iз застосуванням досягнень науки i технiки в областi комп'ютерних наук, апаратних засобiв i програмування. При цьому дипломник досить добре орієнтується в питаннях мережевих технологій i програмного забезпечення. Знайомий в останнiх досягненнях в галузi комп'ютерних технологій i мережних систем.

Добре володiє умiнням i знанням в областi сучасних технологій, компонентiв РЕА та їх застосуванням для вирiшення завдань технiкiк i науки.

Оцiнка розрахункової частини _____ **4 (добре)**

Оцiнка графiчної (презентацiйної) частини _____ **4 (добре)**

Загальна оцiнка _____ **4 (добре)**

Прiзвище, iм'я, по батьковi керiвника роботи _____

д.т.н., проф. Гаджиев М.М.

Мiсце роботи i посада керiвника роботи _____

проф. каф. ІІЗ ДУІТЗ

«14» 06 2024 р.


(пiдпис)

Гаджиев М.М.
(прізвище та ініціали керівника)

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра
відділення комп'ютерних систем

Себов Владислав Віталійович

(прізвище, ім'я та по батькові)

Напрямку підготовки 123 «Комп'ютерна інженерія»

Керівник кваліфікаційної роботи ***Гаджисев М.М.***

(прізвище, ім'я та по батькові)

Тема кваліфікаційної роботи ***«Дослідження та аналіз сучасних методів оцифрування звуку»***

Обсяг пояснювальної записки 68 сторінок

Обсяг графічної (презентаційної) частини проекту 18 аркушів (слайдів)

ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

а) заключення про ступінь відповідності виконаної роботи завданню

Представлена на рецензію випускна кваліфікаційна робота відповідає затвердженій темі та виконаний відповідно до технічного завдання. Випускна робота має актуальну тематику щодо аналізу та практичної реалізації методів перетворення звукових повідомлень та форматив звуку.

б) характеристика виконання кожного розділу роботи

Пояснювальна записка складається з технологічного розділу, розділу охорони праці та додатку. Технологічний розділ пояснювальної записки містить підрозділи, що поетапно охоплюють аналітичну частину, реалізацію суті роботи, дослідження ефективності прийнятих рішень. Розділ охорони праці містить загальну інформацію та вимоги до техніки безпеки оператора ЕОТ

в) оцінка якості виконання графічної (презентаційної) частини роботи і пояснювальної записки

Графічна частина складається з 18 слайдів мультимедійної презентації, виконаної у програмному продукті MS PowerPoint, які містять креслення та ілюстративні схеми, таблиці, графіки, передбачені технічним завданням. Пояснювальна записка виконана акуратно та у відповідності до норм оформлення документів. Якість виконання графічної частини роботи та пояснювальної записки висока, розробку виконано у повному обсязі

г) перелік позитивних якостей роботи _____

Проаналізовано саме актуальні методи перетворення звуку та пристроїв їх практичною реалізацією;

У роботі виконано практичну реалізацію методів перетворення звукових повідомлень різних форматів;

Розроблені рекомендації щодо їх подальшої модернізації.

д) основні недоліки роботи _____

З тексту пояснювальної записки не дуже зрозуміло, наскільки сильно рекомендовані методи та пристрій перетворення відрізняються від аналогів за якісними параметрами обробки сигналів;

У розділі охорони праці наведені відомі нормативні вимоги загального плану замість конкретних розрахунків освітлення приміщення, вентиляції, рівня шуму

Оцінка розрахункової частини 4 (добре)

Оцінка графічної (презентаційної) частини 5 (відмінно)

Загальна оцінка 5 (відмінно)

Прізвище, ім'я та по батькові рецензента доц. Кільдішев В.І.

Місце роботи і посада рецензента _____

доц. Кільдішев В.І.

«18» 06 2024 р.

В.І.К.

доц. Кільдішев В.І.

(прізвище та ініціали рецензента)

ПІДПИС ПОСВІДЧУЮ
НАЧАЛЬНИК ВІДДІЛУ
КАДРІВ ДУІТЗ

18.06.2024



О.Коптєв

Ім'я користувача:
Катерина Григоріївна Краснокутська

ID перевірки:
1016377272

Дата перевірки:
20.06.2024 09:20:36 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
20.06.2024 09:33:49 EEST

ID користувача:
100011688

Назва документа: 2БКC-28_Себов

Кількість сторінок: 58 Кількість слів: 9239 Кількість символів: 65101 Розмір файлу: 1.75 MB ID файлу: 1016185695

11.9% Схожість

Найбільша схожість: 11.2% з Інтернет-джерелом (<https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/db5667b0-fd9>).

11.9% Джерела з Інтернету 106

Сторінка 60

Не знайдено джерел з Бібліотеки

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 1

**ДОЗВІЛ
НА РОЗМІЩЕННЯ
ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
В ЕЛЕКТРОННОМУ РЕПОЗИТАРІЇ ВСП «ОТФК ОНТУ»**

Ми, що нижче підписалися,

Себов В. В.,
здобувач освіти гр. 2БКС-28, та

Гаджисєв М.М.,
керівник дипломного проекту,

не заперечуємо щодо розміщення електронного варіанту пояснювальної записки до випускної кваліфікаційної роботи молодшого спеціаліста на тему:

«Дослідження та аналіз сучасних методів оцифрування звуку» (Себов В.В., керівник роботи – Гаджисєв М.М.)

виконаного у ВСП «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету» в 2024 році, у повному обсязі в електронному репозитарії ВСП «ОТФК ОНТУ» для вільного доступу через мережу Інтернет.

Несемо відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів випускної кваліфікаційної роботи, і даємо згоду на обробку персональних даних.

Виконавець



/ Себов В. В. /

Керівник



/ Гаджисєв М.М. /

«17» червня 2024 р.