

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

Освітній рівень

Мікропроцесорний блок вимірювача модуляції

Назва теми

КвРТР.2020021.01.07 ПЗ

Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»

Шифр, назва

Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

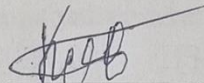
Шифр, назва

Освітня програма «Телекомунікації та інформаційно-комунікаційні технології»

Назва

Виконав:

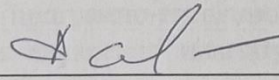
студент III курсу, група ТР1с-20-1

  
Підпис

Ірина ХАРАХОНДЯ

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

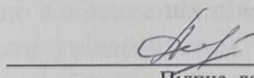
Керівник

  
Підпис, дата

Андрій СЕЛЬСЬКИЙ

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

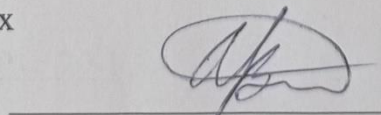
Нормоконтролер

  
Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:  
зав. кафедри автоматизації,  
комп'ютерно-інтегрованих  
технологій та  
робототехніки

  
Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

« 19 » червня 2023 р.

Хмельницький 2023

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Освітній рівень перший (бакалаврський)

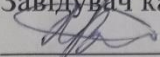
Галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації

Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка

Освітня програма Телекомунікації та інформаційно-комунікаційні технології

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри АКІТтаР

 Валерій МАРТИНЮК

01.02.2023р.

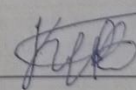
ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Харахондя Ірина Володимирівна

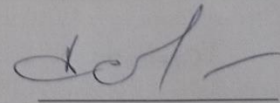
Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Мікропроцесорний блок вимірювача модуляції
2. Керівник роботи Сельський А.А., к.ф-м.н, доцент  
Затверджено наказом ректора університету від 01.03.2023р. № 5
2. Строк подання студентом проекту на кафедру: 03.06.2023р.
3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, огляд методів розв'язання поставленої задачі, розробка схемотехнічних рішень, Розробка алгоритму роботи програмного забезпечення, висновки
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) 1. Структурна схема. 2. Принципова схема. 3. Функціональна схема.



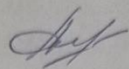
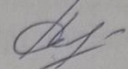
Завдання отримав



Керівник



## 6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

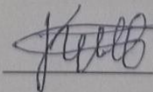
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Федула М.В., доцент кафедри АКІТтаР		
Нормоконтроль	Корецька Л.О., доцент кафедри АКІТтаР		

7. Дата видачі завдання 01.02.2023р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Вибір та затвердження теми кваліфікаційної роботи; розробка завдання на кваліфікаційну роботу; складання календарного графіка виконання кваліфікаційної роботи	01.03.2023	Виконано
2 Вивчення предметної області, в якій планується використання системи автоматизації; аналіз вимог до системи автоматизації	15.03.2023	Виконано
3 Проектування та розробка загальної архітектури і структури системи автоматизації, інтерфейсу користувача; вибір засобів реалізації системи автоматизації	29.03.2023	Виконано
4 Програмна реалізація та тестування системи автоматизації	12.04.2023	Виконано
5 Написання тексту пояснювальної записки та розробка графічних матеріалів	19.04.2023	Виконано
6 Остаточне коригування кваліфікаційної роботи з урахуванням зауважень керівника; оформлення кваліфікаційної роботи як документа відповідно до вимог	11.04.2023	Виконано
7 Отримання супровідних документів (відгуку керівника, рецензії, довідки про перевірку на плагіат); нормоконтроль	30.05.2023	Виконано
8 Підготовка до захисту та захист кваліфікаційної роботи	03.06.2023	Виконано

Студент

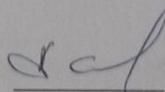


Ірина ХАРАХОНДЯ

Підпис

Ініціали, прізвище

Керівник роботи



Андрій СЕЛЬСЬКИЙ

Підпис

Ініціали, прізвище

## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Мікропроцесорний блок вимірювача модуляції».

Автор роботи: Харахондя Ірина Володимирівна.

Керівник роботи: Сельський Андрій Анатолійович

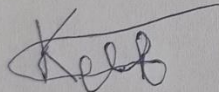
Пояснювальна записка: 67 с., 14 рис., 8 табл., 3 дод., 50 джерел.

Графічна частина: 3 креслення.

МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ БЛОК, МОДУЛЯЦІЯ, ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА, БЛОК КЕРУВАННЯ, МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ.

Метою роботи є розробка мікропроцесорного блоку вимірювача модуляції.

Досліджено принципи та методи вимірювання параметрів модуляції. Проаналізовано технічні рішення виконання поставленої задачі. Розроблено структурну та принципову схеми пристрою вимірювання параметрів модуляції. Обґрунтовано вибір елементної бази. Наведено необхідні розрахунки.



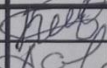
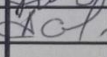
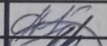
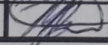
Підпис студента

19.06.2023

Дата

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ.....	6
1.1 Частотний метод вимірювання висоти та складових вектора швидкості .	6
1.2 Короткий огляд радіовисотоміру вимірювання висоти та складових вектора швидкості .....	7
1.3 Опис алгоритму .....	10
1.3.1 Висотомірний канал.....	10
1.3.2 Канал оцінки складових вектора швидкості .....	11
1.4 Обчислювальні вимоги до блоку вимірювача та модуляції .....	13
1.5 Висновки до першого розділу.....	14
2 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ.....	15
2.1 Розробка структурної схеми.....	15
2.2 Вибір елементної бази .....	16
2.3 Розробка схеми електричної принципової .....	22
2.4 Розрахункова частина .....	27
2.4.1 Математичне моделювання підсилювача обмежувача .....	28
2.5 Розрахунок повноти контролю .....	31
2.5.1 Ціль розрахунку.....	31
2.5.2 Вимоги до вбудованого контролю .....	31
2.5.3 Методика та результати розрахунку .....	32
2.5.4 Робота на землі .....	34
2.5.5 Робота у польоті .....	35
2.6 Висновки до другого розділу .....	36

КвРТР.2020021.01.07 ПЗ				
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Харахондя І.В.		19.06.23
Перевір.		Сельський А.А.		19.06.23
Н. Контр.		Корецька Л.О.		19.06.23
Затв.		Мартинюк В.В.		19.06.23
Мікропроцесорний блок вимірювача модуляції Пояснювальна записка				
		Лім.	Лист	Листів
			2	
ХНУ, ТР1с-20-1				



## ВСТУП

Вимірювання поточного значення справжньої висоти будь-якого літального апарату (ЛА) відносно підстилаючої поверхні є найважливішою умовою безпеки польоту, особливо в режимах польоту на малій висоті і при посадці.

На початку авіації висоту польоту визначав пілот візуально, іноді за допомогою найпростіших оптичних засобів. Пізніше для цього використовувалися барометричні висотоміри, які досить приблизно визначали абсолютну висоту польоту відносно середнього рівня моря на основі виміряного атмосферного тиску, а не справжню висоту, яка не має нічого спільного з фактичною висотою польоту. підстилаюча поверхня. Поява перших радіовисотомірів, які дозволяли точно вимірювати справжню висоту в будь-яких погодних умовах і на будь-якій підстилаючій поверхні, докорінно змінило ситуацію з точки зору безпеки польотів і посадок і маневреності літаків для найрізноманітніших цілей. У завдання сучасних радіовисотомірних систем (РВС) входить, крім вимірювання справжньої висоти, визначення траєкторійної швидкості літака та кута зносу.

В даний час відомо кілька типів РВС, які вирішують це завдання:

- пов'язані RSV;
- доплерівська рентгенографія.

Корельований RSV вимірює швидкість траєкторії літака та кут зносу за допомогою методу кореляції, заснованого на вимірюванні часової затримки між переданими та прийнятими сигналами на антенах, розташованих уздовж осі літака, тобто якщо передавальна антена знаходиться між приймальними антенами, вона може тоді можна сказати, що сигнали на виходах двох приймальних антен збігаються за формою, але зміщені в часі відносно один одного. Таким чином, більш детальний аналіз показує, що діаграми двох

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	4
		№ докум.	Підпис			

прийнятих сигналів залишаються узгодженими в будь-якому положенні передавальної антени, із затримкою тривалістю, що дорівнює часу, необхідному для літака, щоб подолати половину відстані. Відстань між приймальними антенами. Це зміщення вимірюється шляхом введення затримки на шляху сигналу, отриманого передньою антеною, і моніторингу максимального значення функції крос-кореляції двох сигналів. Швидкість дороги визначається введеним значенням затримки. [1-12]

Принцип дії DISS заснований на ефекті Доплера, згідно з яким частота прийнятого сигналу (відбитого від цілі) тимчасово відстає від частоти переданого сигналу, ця різниця залежить від співвідношення швидкості предметів відносно один одного. На практиці використовується багатопроточна система. Робить кут повороту променя однаковим у горизонтальній і вертикальній площинах. При ненульових кутах зносу проекції вектора орбітальної швидкості на перетині горизонтальної площини і цих площин променів мають різні величини, що означає різні відхилення доплерівської частоти в першому і другому зсуві променів. Вимірювання різниці дозволяє визначити швидкість і кут зносу. У випадку крену та тангажу літака інформація, отримана з додаткових променів, використовується для зменшення помилок розрахунку.

Загальним недоліком як кореляційної, так і доплерівської РВС є наявність похибок, пов'язаних з ефектами відбивних поверхонь.

У доплерівських вимірювальних приладах похибки зумовлені рухом відбивної поверхні та зміною її характеристик, для зменшення похибок необхідно використовувати складне обладнання.

У суміжних приладах похибка спричинена лише рухом відбивної поверхні.

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	5
		№ докум.	Підпис			





- М – модулятор;
- ПП - підсилювач потужності;
- ПРД – випромінююча антена;
- ПЗМ – приймальна антена;
- ЗМ – змішувач;
- ПНЧ – підсилювач нижніх частот;
- БІМ – блок вимірювача модуляції;
- ПІ – інтерфейсна плата;
- БЖ – блок живлення;
- БЦОМ - бортова цифрова обчислювальна машина.

Приймач складається з цифрового синтезатора частоти, модулятора, підсилювача потужності, змішувача, підсилювача низьких частот, передавальної антени та приймальної антени. Принцип дії передавача наступним. ЦСЧ, на основі прийнятого з ГОЧ (генератора опорної частоти) сигналу  $f_{опорн.}$ , забезпечує синтез сигналів лінійної частотної модуляції (ЛЧМ) із смугою частот від 4200 до 4400 МГц і нелінійністю 0,1%. В результаті модуляції спектр низькочастотного керуючого сигналу зміщується у високочастотну область, а передавач забезпечує його потужне посилення. Крім того, мікрохвильові сигнали випромінюються в космос за допомогою передавальних антен. Частина випромінюваного сигналу надходить у змішувач, де поєднується з відбитим сигналом, утворюючи диференціальний сигнал або частоту биття  $f_b$  трьох окремих каналів. Слід зазначити, що через особливості орбітального велосиметра, що використовує доплерівський метод, необхідні не менше двох незалежних каналів прийому, і кожен канал повинен мати окрему приймальну антену. У цьому РВС три канали прийому використовуються для поділу вектора швидкості на три компоненти:  $V_x$ ,  $V_y$ ,  $V_z$ , а саме три приймальні антени. [5-12]

		№ докум.	Підпис		КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	8



Оцінка орбітальної та вертикальної складових швидкості виконується в два етапи. Перший етап — це приблизна оцінка, а другий — точна оцінка повної швидкості. Інформація про швидкість дороги використовується для знаходження її складових ( $V_x$ ,  $V_z$ ). [5-12]

### 1.3 Опис алгоритму

#### 1.3.1 Висотомірний канал

Пошук висоти виконується в два етапи: на першому етапі весь діапазон висот (0-1500 м) ділиться на 10 піддіапазонів з перекриттям 50%, і кожен піддіапазон оцінює стрибок висоти відповідно до дисперсію сигналу та обчислює відношення С/Ш, тобто отримує приблизну оцінку висоти.

Другий етап пошуку полягає у виборі трьох значень висоти з найбільшими значеннями С/Ш.

Далі за допомогою реконструкції DDS крутість сигналу ЛЧМ послідовно встановлюється кожному з трьох знайдених значень і знову оцінюється відношення сигнал/шум.

В результаті пошуку приймається значення висоти з найбільшим відношенням С/Ш переходить в режим стеження. Отже, пошук займає 13 циклів. Кожен цикл пошуку ЛЧМ займає близько 32 мілісекунд, тому весь пошук можна завершити приблизно за 0,5 секунди ( $13 * 32 * 1$  мілісекунда).

У режимі відстеження DSL реконструюється, а висота оцінюється за стрибком дисперсії спектра сигналу биття.

Під час відстеження висоти відношення сигнал/шум аналізується, і якщо воно падає нижче заданого порогу, і повертається в режим пошуку. Тому проводиться точна оцінка висоти. [13-22]

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	10
		№ докум.	Підпис			

### 1.3.2 Канал оцінки складових вектора швидкості

Математичні пристрої та алгоритми, що використовуються для оцінки компонентів висоти та швидкості, загалом узгоджені.

Алгоритм також можна розділити на два основних етапи - обробка сигналу биття (отримання спектру сигналу биття для оцінки швидкості) і аналіз результатів обробки.

Останній етап можна розділити на два основних підетапи - грубе оцінювання та точне оцінювання компонент вектора швидкості.

На першому етапі по каналу висотоміра отримується точна оцінка висоти. Ці дані використовуються для обмеження діапазону значень компонентів  $V_x$ ,  $V_y$ ,  $V_z$  для зменшення розрахункового навантаження на блоки ВІМ.

Далі обчислюється еталонна функція, і з АЦП надходять показання сигналу биття від трьох антен. Після цього сигнал зважується вікном Хеммінга та множиться на опорну функцію, щоб усунути спектральне розширення та запобігти появі додаткових гармонійних компонентів у спектрі обробленого сигналу.

У наступному блоці виконується швидке перетворення Фур'є (ШПФ). ШПФ було обрано тому, що воно ефективніше, ніж дискретне перетворення Фур'є (ДПФ), зменшуючи обчислювальне навантаження на модуль ВІМ. На цьому перший етап вважатиметься завершеним.

Починаючи з другого краю сцени, розглянемо отриманий раніше азимутальний спектр. Як зазначалося вище, ця фаза ділиться на дві підфази.

На першому етапі межа та спектральний розріз оцінюються максимумом функцій правдоподібності трьох каналів прийому.

У результаті знаходимо оцінки  $N_{fmin}$  і  $N_{fmax}$ .

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	11
		№ докум.	Підпис			



#### 1.4 Обчислювальні вимоги до блоку вимірювача та модуляції

Під час аналізу алгоритму оцінки висоти та компонент вектора швидкості розраховується обчислювальна потужність, необхідна для реалізації заданого алгоритму в блоці ВІМ.

Найбільш ресурсомісткою частиною алгоритму є обчислення функції правдоподібності (ФП), яка виконується для оцінки висоти  $H$ , і кожної гіпотези  $V_x, V_y, V_z$  при оцінці компонентів швидкості.

За результатами математичного моделювання необхідно близько 15000 розрахунків ФП. Усі інші операції (обчислення 256-точкового швидкого перетворення Фур'є (ШПФ), множення на еталонну функцію та вікно Хеммінга) виконуються один раз і, таким чином, мають невеликий вплив на загальну вартість обчислень.

Кожне обчислення ФП складається з 4 операцій множення матриць (послідовне множення 5 матриць) з бітами  $1 \times 3 - 3 \times 2 - 2 \times 2 - 2 \times 3 - 3 \times 1$ .

Матриця екстремумів у цьому виразі представляє вибірки ШПФ (швидке перетворення Фур'є) вхідного сигналу, а три середніх коефіцієнта визначаються компонентами вектора швидкості. Усі елементи матриці є комплексними числами.

Таким чином, повний розрахунок ФР вимагає 518 операцій, не враховуючи накладні витрати на передачу даних.

Якщо припустити, що операція виконується за один цикл роботи мікропроцесора, то для обчислення 15000 ФР піде близько 8 мільйонів циклів.

Тому для виконання всіх операцій протягом 1 мілісекунди частота процесора повинна бути не менше 200 МГц, а обсяг пам'яті, необхідний для зберігання проміжних результатів, повинен бути не менше 2,5 МБ. Це необхідно враховувати під час проектування різних схем (функціональних,

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	13
		№ докум.	Підпис			

структурних, підключення, повних електричних принципів і т.д.) МВБМ (мікропроцесорних вимірювальних блоків модуляції). [13-22]

### 1.5 Висновки до першого розділу

Наведено аналіз вихідних даних. Описано частотний метод вимірювання висоти та складових вектора швидкості. Наведено короткий огляд РВС вимірювання висоти та складових вектора швидкості. Описано алгоритм вимірювання. Проведено дослідження висотомірного каналу, каналу оцінки складових вектора швидкості. Визначено обчислювальні вимоги до блоку вимірювача та модуляції.

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			14

## 2 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ

### 2.1 Розробка структурної схеми

Відповідно до поставлених завдань була розроблена структурна схема блоку ЦОС. Структурну схему розроблено на основі математичної моделі, створеної в середовищі Matlab. Схема представлена на рис. 2.1.

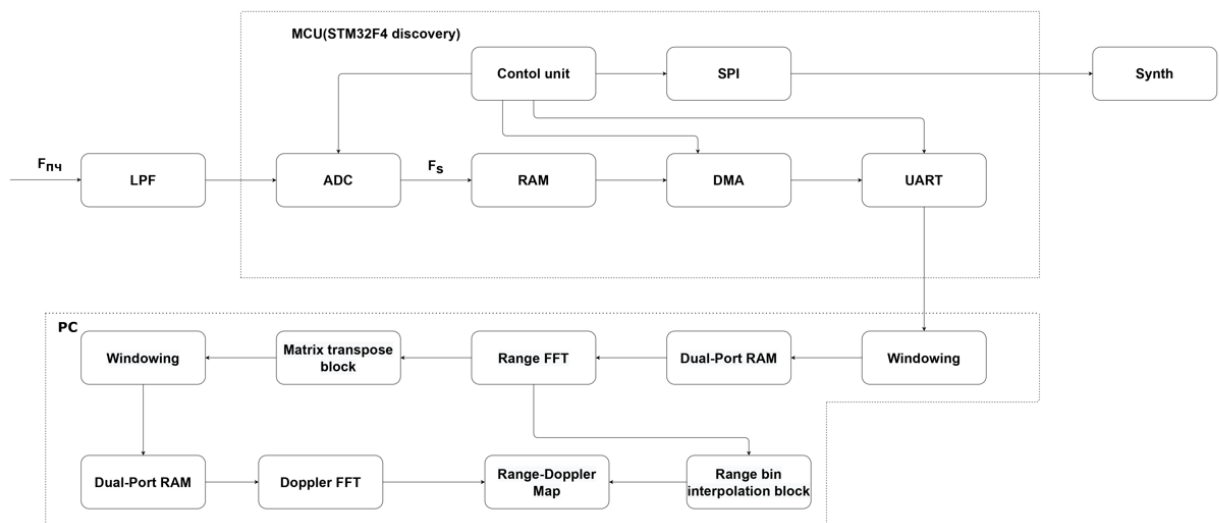


Рисунок 2.1 – Структурна схема

LPF - Використовується для відхилення рівнів сигналу вище  $f_s/2$  для забезпечення бажаного рівня співвідношення сигнал/шум. В ідеальному розрахунку частота зрізу фільтра низьких частот із згладжуванням має дорівнювати половині частоти дискретизації АЦП. Пригнічення частоти сигналу більше половини частоти дискретизації АЦП усуває ефект накладання частоти зображення перетворення АЦП на сигнал.

АЦП — це аналого-цифровий перетворювач, який через регулярні проміжки часу вимірює сигнал і узгоджує аналогову напругу на АЦП із

відповідним цифровим кодом. У нашому випадку АЦП працює в режимі потрібного чергування, що дозволяє отримати частоту дискретизації 7,2 МГц.

RAM – RAM, що використовується для роботи MCU.

DMA - технологія прямого доступу до пам'яті, яка не використовує ЦП.

SPI – стандарт для послідовної синхронної передачі даних, пов'язаний із синтезаторами.

UART - фізичний протокол передачі даних між MCU і комп'ютером, який обробляє отриману інформацію.

Блок керування – блок, який керує іншими блоками, що використовуються на пристрої.

Synth – синтезатор для генерації сигналу LFM (ADF4159 на 13 ГГц).

Windowing блок зменшує рівень бічних пелюсток, одночасно збільшуючи ширину головної пелюстки, що погіршує виявлення об'єктів. Для підвищення точності визначення відстані до цілі використовується блок Range Bin Interpolation. Двопортова ОЗУ використовується як кільцевий буфер під час читання та запису ехо-сигналів. Блоки Range FFT і Doppler FFT виконують основну роль у визначенні частотних компонентів луна-сигналу, які пропорційні відстані та швидкості. Блок Range-Doppler Map використовується для графічного представлення частотних компонентів луна-сигналу. [23-25]

## 2.2 Вибір елементної бази

Для комп'ютера потрібен процесор із достатньою продуктивністю, низьким енергоспоживанням і низькою вартістю, послідовний порт SPI, здатний вбудовано контролювати всі приймальні вузли та блоки та має власну можливість автономного керування. Промисловість випускає 8, 16, 32 і 64-розрядні процесори. 8-розрядні та 16-розрядні мають низьку продуктивність,

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	16
		№ докум.	Підпис			

найкращим рішенням буде 64-розрядний процесор через велику необхідну обчислювальну потужність. Крім того, важливі також наявність і якість інструментів розробки програмного забезпечення та налагодження.

НТЦ «Модуль» випускає 64-розрядний цифровий уніфікуючий приймач СБІС 1879ХК1Я, аналогів якого в країні немає. Є багато бібліотек, прикладів додатків, асемблер і відладчик для цього процесора.

NVIS CUPP 1879ХК1Я Уніфікована апаратно-програмна платформа для створення цифрових програмних приймачів, що включає:

- мультисистемний навігаційний приймач ГЛОНАСС/GPS/GALILEO/COMPASS;

- приймачі цифрового радіомовлення (ДРМ);
- радіолокаційний приймач;
- GSM, CDMA та інші приймачі стільникового сигналу;
- інші задачі з цифрової обробки сигналів.

1879ХК1Я включає:

- прийом аналогового сигналу (ADC) і попередня обробка сигналу (BP POS);

- первинний цифровий процесор на базі двох процесорів NeuroMatrix NMC3 (процесори DSP);

- вторинний процесор обробки ARM1176;
- внутрішня пам'ять;
- синхронізований блок;
- пристрій керування JTAG;
- вхідні та вихідні порти.

Особливості 1879ХК1Я:

- технологія виробництва 90nm CMOS;
- сигнали, оброблені діапазонами частот до 40 МГц;
- роздільна здатність АЦП 12 біт;

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			17









Операційний підсилювач, включений у вхідний підсилювач обмежувача, повинен мати низькі значення напруги зміщення та температурного дрейфу, а також високий одиничний коефіцієнт підсилення частоти та низьку чутливість до нестабільності напруги. Мікросхема 544UD15U3 підходить за всіма параметрами (зарубіжний аналог OP249, TL072, AD712, AD8012AN та ін.). 544UD15U3 — це високошвидкісний операційний підсилювач подвійної точності з розширеним діапазоном напруги живлення. Має повну внутрішню функцію корекції частоти, що дозволяє вирішувати перераховані вище завдання.

Як було сказано вище, управління коефіцієнтом посилення УВЧ ППУ використовує аналоговий канал. Він включає в себе ЦАП і операційний підсилювач. ЦАП повинен мати паралельний інтерфейс, вбудоване джерело опорної напруги та вихід диференціального струму. Тому був обраний чіп 1273РА4Т (який є повнофункціональним аналогом продукту AD9764AR від Analog Devices). Це мікросхема, яка об'єднує 14-розрядний паралельний цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП) на джерелі струму. [26-28]

### 2.3 Розробка схеми електричної принципової

Сигнали биття надходять від PPU через три канали до обмежувального підсилювача (РО), де вони узгоджуються з входом АЦП процесора і перетворюються в диференціальний сигнал, амплітуда якого змінюється в залежності від опорної напруги 1,4 В від 1,2 до 1,6 В. Далі за допомогою АЦП сигнал биття перетворюється в паралельний 12-розрядний цифровий код.

Основне завдання розрахунку висоти та компонент вектора швидкості лягає на блоки TSO1 та TSO2 відповідно. Дані, отримані з цих блоків, зберігаються в оперативній пам'яті.

Програмований блок управління забезпечує:

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	22
		№ докум.	Підпис			

- отримувати інформацію від АЦП;
- приймати сигнали управління СІ;
- розподіл даних між блоками TSO1 і TSO2;
- взаємодія між блоками COS1, COS2 і RAM;
- виведення даних через послідовний інтерфейс SPI.

Налагодження програми UP на етапі розробки програмного забезпечення може продовжувати використовувати налагоджувач JTAG. Програму можна завантажити за допомогою зовнішнього пристрою (EEPROM).

Програмування блоку UP здійснюється через відладчик JTAG за допомогою зовнішнього пристрою (EEPROM).

Аналоговий канал, що складається з цифро-аналогового перетворювача (DAC) і операційного підсилювача (OPA), використовується для управління посиленням приймача ULF.

За відсутності зовнішнього сигналу CLK кварцевий генератор (CG) використовується в режимі налагодження для генерації внутрішнього тактового сигналу CLK.

Блок TSK контролює систему, яка є частиною блоку ВІМ, і видає службові сигнали на плату інтерфейсу.

На основі функціональної схеми та бази обраних компонентів розроблено електричну принципову схему.

Завдання цифрової обробки сигналів (ЦСО) в блоці ВІМ виконує НВІС ЦУПП 1879ХК1Я.

Блок аналого-цифрового перетворення (АЦП) складається з чотирьох 12-розрядних АЦП з робочою частотою 81,92 МГц (структурна схема блоку показана на рисунку 4.1), діапазон прийому від 1,2 до 1,6 В до 1,4 В. опорна напруга. Сигнал отримується з вхідного сигналу частоти биття з рівнем вхідної напруги 0,4 В, від 500 Гц до 1 МГц відносно «землі».

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			23



визначається сигналом OSC\_MOD33. Можна використовувати внутрішній резистор зворотного зв'язку. Вибір здійснюється OSC\_REXT33.

Після АЦП цифрові сигнали з трьох каналів надсилаються до блоку попередньої обробки інформації, де вони цифрово фільтруються та упаковуються в 64-розрядні слова за допомогою вбудованого банку фільтрів FIR.

Розподіл обчислювальних ресурсів у ЦП NVIS (реалізований вбудованою процесорною системою ARM11 за допомогою 64-розрядного комутатора шини, що працює за стандартом AMBA AXI компанії ARM Ltd. ARMU) виконується наступним чином. Оскільки незалежно від того, який метод спектрального аналізу використовується, процес обробки повинен бути реалізований у вигляді матриці, тому основне завдання розрахунку швидкого перетворення Фур'є (ШПФ) і функції правдоподібності лягає на ядра NMU1 і NMU2 (Neuro Matrix). Блок-процесорна система, кожна система складається з NeuroMatrix Core 3 DSP, пам'яті 4 Мбіт, структури шини розробки з набором комутаторів і периферійних пристроїв. Крім того, одне ядро використовується для обчислення оцінки висоти, а інше використовується для розрахувати оцінку швидкості Обчислення паралельні Дані, отримані по 64-розрядній шині, надсилаються на операційний пристрій (ОЗУ) Оскільки для зберігання всіх таблиць у пам'яті потрібно не менше 2,5 МБ, а внутрішньої пам'яті процесора всього 2 Мб, потрібна зовнішня оперативна пам'ять.

Пропонується наступне ілюстративне рішення. Оскільки вхідна шина інтерфейсу DDR (входить до складу процесорної системи ARM11) 32-розрядна, а вихідна шина пам'яті MT46V256M4 16-розрядна, є можливість паралельного включення двох зовнішніх мікросхем пам'яті, що дозволяє збільшити загальний обсяг пам'яті. Тому рекомендується зберігати матрицю, розраховану за оцінкою швидкості та висоти, у зовнішній пам'яті, а кожне ядро NMU має відповідати окремому мікросхемі зовнішньої пам'яті

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			25



та висоту, ЦАП 1273РА4Т. Відновлений сигнал з виходу 1554АР6ТВМ надсилається на плату інтерфейсу (ІР), тоді як аналоговий сигнал з виходу 1273А4Т посилюється операційним підсилювачем 544UD15U3 і подається на вхід, що керує ULF PPU для регулювання посилення.

Напруги: +3.3V, +5V, +15V, -15V використовуються для живлення процесора і мікросхем, що містяться в ВІМ. Перші дві напруги генеруються лінійним стабілізатором з невеликим падінням напруги 1309ЕР1Т (оскільки система, що входить до NVIS, дуже чутлива до змін напруги живлення, навіть незначних), інші напруги надходять від блоку живлення (БП), який міститься в В РВС.

Для програмування процесора в схемі передбачено енергонезалежний пристрій (EEPROM) M25P32 [29].

## 2.4 Розрахункова частина

На даному етапі проектування стоїть завдання узгодити сигнал биття від ППУ на вхід АЦП обчислювача 1879ХК1Я. Проблема полягає в тому, щоб перетворити сигнал биття з рівнем вхідної напруги 0,4 В відносно «землі» і частотним спектром від 500 Гц до 1 МГц, амплітуда диференціального сигналу відносно опорної напруги 1,4 В (формується при вихід процесора), в діапазоні від 1,2 до 1,6В. Для вирішення цієї задачі була обрана наступна реалізація вхідного каскаду (рис. 2.4).

Каскад базується на 2 операційних підсилювачах (ОП), які утворюють 2 плеча, що забезпечує однакове посилення вхідного сигналу (резистори використовуються в ланцюзі зворотного зв'язку ОП для контролю їх посилення). Єдина відмінність між ними полягає в тому, що одне плече діє як звичайний повторювач напруги, а інше — як інвертуючий підсилювач. Обмежувач виготовлений на діодній збірці. Його завдання - усунути

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			27

несправність входу АЦП процесора 1879ХК1Я, якщо амплітуда вихідної напруги ОУ перевищує 1,6.

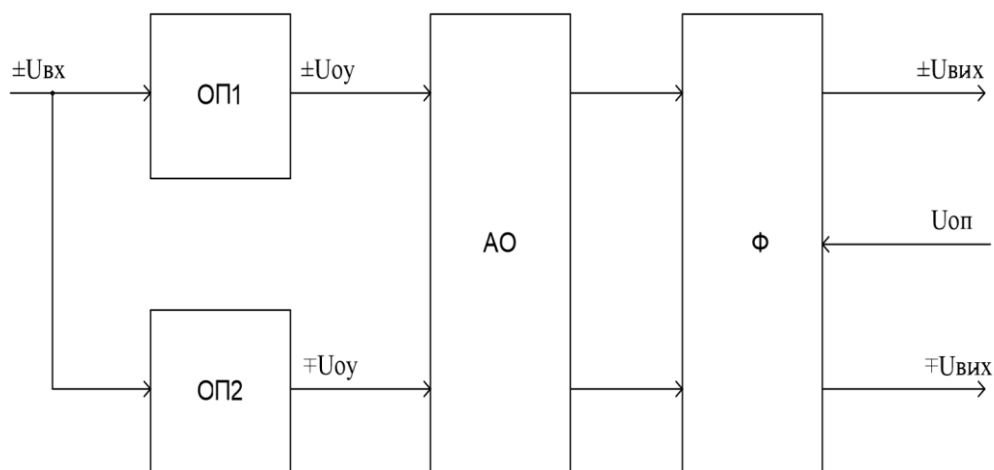


Рисунок 2.4 – Схема електрична функціональна вхідного каскаду: ОП1, ОП2 – операційні підсилювачі для 1-го та 2-го плеча відповідно; АО - амплітудний обмежувач; ПФ – смуговий фільтр; Uоп - опорна напруга 1.4 Ст.

Смугові фільтри використовуються для розподілу смуг частот від 500 Гц до 1 МГц. [30-33]

#### 2.4.1 Математичне моделювання підсилювача обмежувача

Для проектування та перевірки електричних параметрів вхідного кола обрати програмний продукт Proteus 7 Professional. У зв'язку з відсутністю в цьому середовищі вітчизняної елементної бази всі комплектуючі були замінені на повні іноземні аналоги.

На рисунку 2.4 показана важлива електрична схема.

Отримані в результаті моделювання властивості наведені на рисунках 2.4, 2.5, 2.6 і 2.7 відповідно.







### 2.5.3 Методика та результати розрахунку

Повнота контролю продукції ТСК (надійність методу контролю) згідно з МУ 108-84 визначається за формулою

$$\eta = \frac{\lambda_k}{\lambda_0},$$

де  $\lambda_0$ ,  $\lambda_k$  - інтенсивність відмов виробу та його контрольованої частини відповідно.

Контроль блоку БІМ вбудованою системою контролю (ТСК) здійснюється як на землі, так і в польоті у складі РВС. Тому величина оцінюється у різних режимах.

Спрощена функціональна схема блоку БІМ наведена на рисунку 2.8.

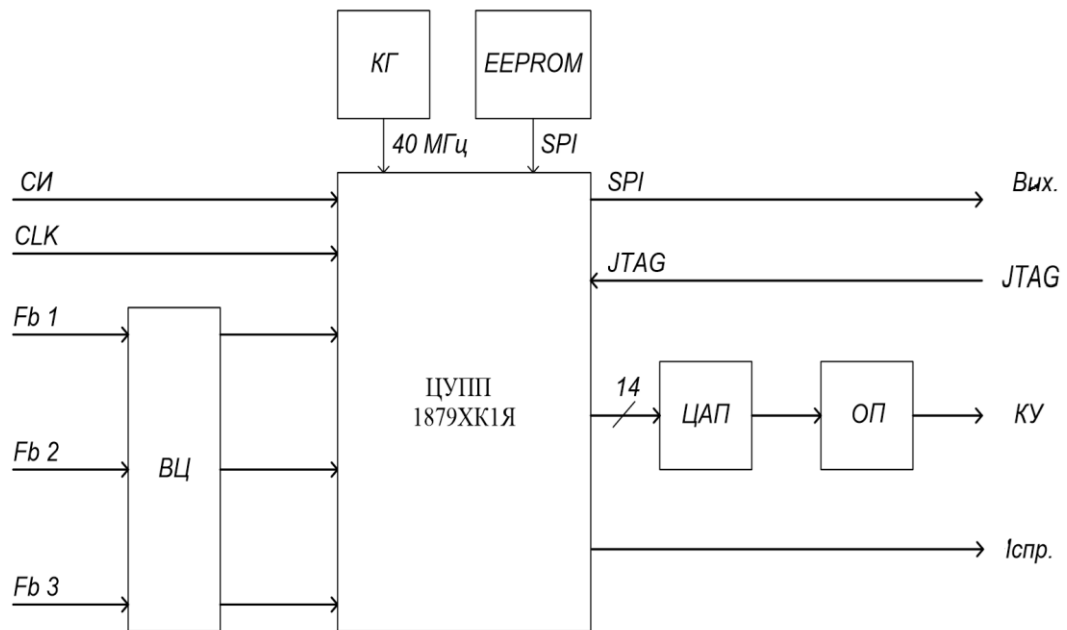


Рисунок 2.8 – Функціональна схема блоку вимірювання імпульсів

Вхідними сигналами для модуля ВІМ є:

- Fb1, Fb2, Fb3 - бити сигнали з 3 каналів одночасно;







## 2.6 Висновки до другого розділу

1 Повнота контролю працездатності блоку БІМ під час роботи землі  $\eta = 0.954$ .

2 Повнота безперервного контролю працездатності блоку БІМ під час роботи в польоті  $\eta = 0,952$ .

3 Повнота контролю блоку БІМ у всіх режимах роботи відповідає вимогам ТЗ.

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			36

## 3 РОЗРОБКА ЧАСТОТНО-МОДУЛЬОВАНОЇ РАДІОСТАНЦІЇ

### 3.1 Принцип роботи виробу

Принцип роботи продукту можна пояснити з посиланням на структурну схему системи зв'язку (базової станції), що працює, як показано на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Структурна схема системи оперативного зв'язку (базова станція)

У структурі обладнання операційної системи зв'язку (базова станція) його можна розділити на три частини: приймальна частина, передавальна частина та частина відключення голосу (скремблер).

Коли донгл-плата не активована, пристрій можна використовувати як звичайну радіостанцію, а коли донгл увімкнено (натисніть відповідний перемикач), його можна використовувати як систему для відключення звуку від випадкового прослуховування.

### 3.2 Аналіз принципової схеми виробу

При поясненні принципу дії приладу використовуються назви елементів, що відповідають схемі електричного принципу роботи радіостанції.

Приймальний тракт приймає схему подвійного перетворення частоти, яка складається з радіочастотного підсилювача на VT1, першого змішувача на транзисторі VT2, проміжного каскаду підсилення VT3, функціональної мікросхеми DA1 (MS3361 Motorola) і низькочастотної схеми. - Підсилювач частоти на мікросхемі DA2. У режимі прийому сигнал з ланцюга антени проходить через котушку L7 і конденсатор C1, надходить на вхідний ланцюг L1, C2 і каскадно посилюється підсилювачем ВЧ на VT1.

Далі сигнал, посилений конденсатором C5, надходить на перший затвор коливального контуру L2, C6 і змішувальну трубку VT2. Сигнал для першого гетеродина береться від генератора на VT10, спільного для приймача та передавача, і цей сигнал подається на другий затвор через конденсатор C8. Це генератор з керуванням напругою (VCG). Керування здійснюється синтезаторами, виготовленими на DD1, DA4. Змішувач на VT2 працює з нульовим початковим зміщенням на затворі як каскад зі змінним посиленням залежно від напруги гетеродина. Це дозволяє отримати низький рівень шуму змішувача та високі коефіцієнти перетворення.

Сигнал першої проміжної частоти 10695 кГц ізольований резистором R6 і через фільтр ZQ2, каскад підсилення VT3 і конденсатор C9 надходить на вхід другого змішувача, що складається з DA1. На інший вхід цього змішувача

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	38
		№ докум.	Підпис			

через ємнісний дільник С30, С10 з кварцового генератора синтезатора подається сигнал частотою 10240 кГц. Після мікшування виходить другий сигнал проміжної частоти 455кГц, який фільтрується основним фільтром селекції і посилюється і детектується мікросхемою. Включення мікросхем є типовим, за винятком того, що рейтинги фільтрів підсилювачів шуму трохи оптимізовані, щоб дозволити шумопоглиначам працювати більш чітко, щоб зменшити помилкові тривоги, коли отриманий сигнал має високу девіацію.

Низькочастотний сигнал фільтрується з ланцюга фільтра R19 і С18 і через регулятор гучності подається на підсилювач низької частоти (ПНЧ), виконаний на DA2. При відсутності сигналу PNC вимикається позитивною напругою з виводу DD1 19 процесора. При наявності сигналу на виході тригера в DA1 з'явиться плюсова напруга, розмикаючи ключ на VT4 через R10, і блокуючи першу керуючу ніжку DA2 на корпусі, відкриваючи його. Паралельно також підключена кнопка SV2 для примусового відключення шумозаглушника (ШП). Поріг спрацьовування СП встановлюється резистором R16.

В загальному алгоритм роботи такий: при включенні живлення (натисніть SA2) процесор DD1 переходить в робочий режим. На ніжці 13 мікросхеми є логічний 0, який через резистор R41 включає ключ VT9 в ланцюзі живлення приймача. Живлення від ключа також подається на ГКН через R42, VD7. Якщо одночасно немає жодної робочої станції (шумоподаватель вимкнено), процесор перемикається в еко-режим через 4 секунди та вмикається з кроком 0,3 секунди кожні 0,9 секунди. Про наявність живлення свідчить своєчасне спалахування зеленого світлодіода VD4. Якщо платформа є і шумопоглинач працює, встановіть ключ VT4 на 19 виводі процесора в логічний 0 для входу в робочий режим. PNC також включені. Поки відбувається передача-отримання або робоча станція, процесор

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			39

активний, тобто шумозаглушник увімкнено. Після 4 секунд бездіяльності знову увімкніть економний режим.

Щоб увімкнути режим сканування, натисніть передавач SB1 у вимкненому стані, потім увімкніть живлення. через 1 секунду. Випуск SV1. Розпочнеться сканування, про що свідчить часте блимання світлодіода VD4. Коли робочу станцію виявлено, сканування припиняється на 3 секунди, а потім поновлюється. Коротко натисніть «Передати», щоб зупинити сканування. Радіо буде на заблокованій частоті, доки живлення не буде вимкнено. Після повторного увімкнення живлення встановіть частоту відповідно до положення перемикача.

Натисніть кнопку SV1, щоб почати передачу. При цьому 16-контактний перемикає режим процесора, також через R36 відкривається ключ VT8 для блокування живлення приймача. Керуйте R37, щоб увімкнути перемикач, який подає живлення на попередній підсилювач передавача та мікрофонний підсилювач, і засвітіть червоний світлодіод VD12, який є індикатором режиму передавача.

Мікрофонний підсилювач зібраний за схемою прямого з'єднання каскадів транзисторів VT14, VT15. У підсилювачі частотна характеристика прогресує зі збільшенням приблизно на 6 дБ на октаву до 3 кГц, перш ніж частотна характеристика руйнується. Підсилювач має відносно низький вихідний опір і створює низькочастотний сигнал з амплітудою до 3 вольт, що дорівнює його напрузі живлення. Це дає можливість використовувати простий діодний обмежувач і забезпечує невелику ступінь компресії, порядку 12 дБ, не викликаючи помітних спотворень. Рівень відхилення задається резистором R66.

Підсилювач нечутливий до впливу сильних високочастотних полів і забезпечує хорошу передачу звуку. ФМ здійснюється шляхом подачі низькочастотного сигналу на варактор VD8 через R66, а варактор VD8 також

виконує реконструкцію ГКН під управлінням синтезатора, а також грає роль перемикачності частоти самого ГКН при переході з прийому на ГКН. поширення. Це робиться шляхом подачі напруги прямого зсуву на варакторний діод через ланцюг R43, C40, R44.

За ємнісної триточковою схемою ГКН виконана на польовому транзисторі VT10. Для екранування ланцюга ГКН можна використовувати прямокутний екран розмірами 8×11мм зі смужки білої жерсті шириною 7мм, підігнаний і закритий П-подібною пластиною з того ж матеріалу, спаяною в 2-3 точках.

Використання польових транзисторів у генераторах забезпечує хорошу власну стабільність і чистий спектр коливань. Генератор також добре підігнаний до наступного ступеня, а амплітуда режиму запуску становить близько 0,8 В в навантаженому стані, що часто спрощує пускову установку.

Частина посилення передавача містить три каскадних VT11, VT12, VT13. Каскадне з'єднання на VT12 і VT13 в початковому стані закриті, тому живлення на них не перемикається, а живлення постійно включене. VT12 працює в класі В з невеликим зміщенням, видаленим з діода VD9, тоді як VT13 працює в класі С без зміщення та з високою ефективністю. Потім через схему узгодження сигнал надходить на антену. Всі схеми радіостанції, крім ФНЧ і вихідного каскаду передавача, живляться від регульованого регулятора 3,3 В DA3. Таким чином, всі параметри радіостанції зберігаються до моменту випуску. Для контролю розряду використовуються порогові пристрої на транзисторах VT5, VT6 і LED VD5.

Метод «свопінг» ефективний для захисту радіозв'язку від прослуховування сторонніми особами, і вже давно дуже успішно використовується поліцією Сполучених Штатів. Інверсний сигнал виділяється з нижньої бічної смуги збалансованого перетвореного частотного спектру звукового сигналу з ультразвуковою несучою. Дві послідовні інверсії

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			41



### 3.3 Аналіз елементної бази

В системах оперативного зв'язку (базових станціях) використовується сучасна електроніка (цифрові та аналогові мікросхеми, транзистори, діоди, резистори, конденсатори, кварцові резонатори та фільтри) з високими електричними та механічними характеристиками, надійна та з хорошою вологостійкістю.

Станція в основному збирається з використанням компонентів SMD (для поверхневого монтажу).

Радіоплата використовує резистори та конденсатори розміру 0805 і кілька розмірів 1206. Котушки схеми безкаркасні (крім L3), всі намотані на оправках 3 мм, дріт 0,5 ПЕЛ. Котушки L1, L2, L5, L6 містять по 4 витки, L4 - 5 витків, L7 - 3 витки. L3 використовується при стандартній частоті 455 кГц в екрані заввишки 8 мм або намотаний на відповідну арматуру з феритовим сердечником і декоративну чашку, і включає 150 витків дроту 0,08 PEL. Індуктивність 680 мкГн. Індуктивності мікросхеми дроселів L8, L9 становлять 0,033 і 0,47 мкГн відповідно. Дросель L10 - звичайний, з кінцевою наконечником, індуктивність 1 мкГн. Дросель L11 – 5 витків дроту ПЕЛ 0,5, намотаних на оправку 2,2 мм і розміщених вертикально на платі. Діоди VD1, VD2, VD6, VD7, VD9 - КД 521-522. VD3 використовує компоненти діодів серії BAV70 із загальним катодом, VD10, VD11-BAV99, містить два зворотно з'єднаних діода (їх середні точки з'єднані з конденсатором С69 і резисторами R64, R65). Світлодіод VD5 - будь-який маленький світлодіод, VD4 - двоколірний (два діода (зелений і червоний) в одному корпусі (див. Додаток Д)). Транзистор VT3 - вітчизняний КТ368А9. Вітчизняні патч-транзистори ПНП-КТ3139А9 і НПН-КТ3130А9 також використовуються в НЧ і комутаційних схемах. Мікросхема DA4 - KF1015PL4 (див. Додаток Б), також

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			43

китайського виробництва. Мікросхеми DA1 - MC3361CD і DA2 - MC34119D фірми Motorola.

MC3361CD — комбінована схема вузькосмугових радіоприймальних пристроїв. Функції, які виконує схема: демодуляція та підсилення; перетворення частоти сигналу; налаштування звуку; звукоізоляція

MC34119D - підсилювач потужності низької частоти. Функції, які виконує схема: Широкопasmовe управління навантаженням (динамік) опором 8 Ом, наявність входу відключення мікросхеми.

Мікросхема AT89S2051 являє собою 8-розрядний мікроконтролер KMON з Flash PZP. Мікроконтролер KMON AT89S2051, оснащений Flash програмованим перезаписуваним PZP, сумісний з системою команд і виводом стандартних пристроїв серії MCS-51. Мікроконтролер містить 2 КВ Flash ROM, 128 байт RAM, 15 ліній вводу-виводу, 16-бітний таймер/лічильник подій, повнодуплексний порт (UART), п'ять векторизованих переривань L2, вбудований прецизійний аналоговий компаратор, вбудований генератор і послідовність схеми формування годинника. Флеш-пам'ять програм запрограмована на 12 В, її вміст захищено від несанкціонованого запису/читання. Флеш-пам'ять можна очистити за один раз, і можна прочитати вбудований ідентифікаційний код.

Мікроконтролер AT89S2051 призначений для використання як вбудований контролер керування.

Мікросхеми DD1 - LP2950 - стабілізований стабілізатор напруги 3,3 В.

Параметри елементів бібліотеки елементів, які використовує радіостанція, наведені в таблиці. 3.1.

До складу плати шифратора входять такі мікросхеми:

1. DA1 - операційний підсилювач KP574УД2А.

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			44

2. DA2 - двонаправлений перемикач К564КТ3. Мікросхема призначена для комутації аналогових і цифрових сигналів до 10 мА. Керований перемикач КМОН здатний проводити струм в обох напрямках.

Таблиця 3.1 – Параметри елементної бази радіостанції

Тип	К-ть, шт	Площа, мм <sup>2</sup>	U живл, В	I спож, мА	Діапазон робочих температур, С <sup>0</sup>
Мікросхеми					
МС3361CD	1	140	2-16	4	Від -50 до +80
МС34119D	1	80	2-16	4	Від -50 до +80
LP2950	1	40	4,5	2	Від -45 до +80
КФ1015ПІ4	1	140	3-6	4	Від -45 до +80
АТ89С2051	1	150	4,5	5	Від -45 до +80
Транзистори					
BF998	3	15	-	-	Від -50 до +150
КТ368А9	1	7,5	-	-	Від -50 до +100
КТ3130А9	4	7,5	-	-	Від -45 до +85
КТ3129А9	4	7,5	-	-	Від -45 до +85
2SC3356	1	9	-	-	Від -50 до +85
2SC3357	1	9	-	-	Від -50 до +85
BLT50	1	15	-	-	Від -50 до +85
Діоди					
КД521 (522)	5	16	-	-	Від -60 до +125
BAV70	1	16	-	-	Від -50 до +85
АЛ102А	1	16	-	-	Від -50 до +85
KB109A	1	16	-	-	Від -60 до +100
BAV99	2	20	-	-	Від -50 до +85
АЛ331АМ	1	30	-	-	Від -60 до +80



3. DA3 - Таймер K1006BX1 (Аналог - NE7555) використовується в якості генератора для формування сигналу частотою 14 кГц.

4. DD1 – KM555TM2 – Два D тригери з додатковими виходами. Мікросхема містить два незалежних D-тригери, які запускаються наростаючим фронтом тактового сигналу.

Параметри елементів бібліотеки елементів, що використовуються скремблером, наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Параметри елементної бази скремблера

Тип	К-ть, шт	Площа, мм <sup>2</sup>	U живл, В	I спож, мА	Діапазон робочих температур, С <sup>0</sup>
Мікросхеми					
KP574УД2А	1	80	4... 16,5	10	Від -55 до +85
K564КТ3	1	155	0,5... 18	15	Від -55 до +125
K1006ВИ1	1	80	4,5	5	Від -55 до +85
KM555TM2	1	155	4,5	8	Від -55 до +125
Резистори					
0805	13	3,5	-	-	Від -60 до +85
0805 var	1	7	-	-	Від -60 до +85
Конденсатори					
0805	8	3,5	-	-	Від -60 до +85
2ZBX4	1	6	-	-	Від -60 до +85

Типові характеристики корпусних резисторів 0805 і 1206:

- від 0,125 до 0,25 Вт номінальної розсіюваної потужності при 700С (в спеціальному обладнанні);
- номінальна напруга 200 В;
- допуск на номінальний опір і температурний коефіцієнт опору становить 1% при  $100 \square 10^{-6}$  град-1 і 5% при  $200 \square 10^{-6}$  град-1.
- стандартний опір коливається від 10 Ом до 2,2 МОм.

Мікросхемні резистори та мікросхемні конденсатори мають величезні переваги перед аналогами з наскрізними отворами:

- Компоненти всіх номіналів поміщені в ящики лише трьох типорозмірів, що забезпечує ефективну стандартизацію;
- стандартизація Shell дозволяє використовувати високошвидкісні складальні машини з реальною продуктивністю понад 10 000 компонентів на годину.

Вибір корпусу та розмірів компонентів.

Існує багато факторів, які впливають на вибір технології поверхневого монтажу компонентів.

Найважливіші розміри при виборі компонентів:

- габаритний розмір (впливає на топологію знайомства компонентів);
- ширина виводу (впливає на топологію знайомства компонента);
- допуск кроку клеми (не перевищувати 0,05 мм), інакше можуть виникнути спайки перемичок або неправильне вирівнювання);
- допуск центрування штифтів (0,05 мм) в момент посадки на номінальне посадочне положення першого центрування, щоб виключити можливість погіршення якості паяного з'єднання);
- розмір зазору між компонентом і платою (допустимі значення зазвичай визначаються емпірично користувачем). Зазор може вплинути на ефективність очищення плат після встановлення, що пов'язано з можливістю проникнення розчинників під корпуси компонентів. Це також впливає на інтенсивність розсіювання тепла від компонента до плати — зменшення зазорів призводить до погіршення розсіювання тепла в гарячих областях.

Отже, порівнюючи умови роботи окремих вузлів з умовами роботи пристрою з умовами експлуатації, зазначеними в ТЗ, можна зробити висновок, що вся елементна база придатна для використання в радіостанціях.

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	48
		№ докум.	Підпис			

Зазвичай для захисту конструкції пристрою від зовнішніх температурних факторів вибирають компоненти з властивостями, що відповідають вимогам ТЗ, і матеріали з майже однаковим коефіцієнтом теплового розширення.

Визначимо споживану пристроєм потужність.

Споживана потужність пристрою визначається як сума споживаної потужності всіх елементів, що входять до складу пристрою. Спочатку визначимо потужність, яку споживає інтегральна мікросхема, що входить до складу системи зв'язку (базової станції) (див. табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Потужності споживання мікросхем

Тип мікросхеми	$I_{сп}$ , мА	$U_{ж}$ , В	Кількість	$P_{сп}$ , мВт
МС3361CD	10	3,3	1	33
МС34119D	4	4,8	1	19,2
LP2950	4	4,8	1	19,2
КФ1015ПЛ4	15	3,3	1	49,5
АТ89С2051	5	4,8	1	24
КР574УД2А	13	4,8	1	62,4
К564КТ3	5	4,8	1	24
К1006ВИ1	10	4,8	1	48
КМ555ТМ2	8	4,8	1	38,4
Всього:			317,7 мВт	

Крім розсіювання потужності в мікросхемах, розсіювання потужності відбувається і в транзисторах.

Розсіювана потужність транзистора:

$$P_{VT1} = U_{KEmax} \cdot I_{Kmax}. \quad (3.1)$$

Загальна потужність, що розсіюється транзисторами:

$$P_{VT} = \sum (N_i \cdot P_{VTi}) \quad (3.2)$$

де  $N_i$  – кількість транзисторів одного типу.

В схемі є 3 транзистори BF998, 1 – KT368A9, 4 – KT3130A9, 4 – KT3129A9, 1 – 2SC3356, 1 – 2SC3357, 1 – BLT50.

$$P_{VT} = 3 \times 150 + 100 + 4 \times 100 + 4 \times 150 + 225 + 225 + 100 = 1950 \text{ (мВт)}.$$

Враховуючи, що всі резистори приладу працюють в режимі малого навантаження, виберемо їх так, щоб розсіювана потужність дорівнювала  $P_{рез} = 0,125 \text{ (Вт)}$ .

Оскільки не всі резистори в пристрої завантажуються одночасно (в залежності від режиму прийому/передачі), то максимальна потужність, що виділяється на резистори під час передачі, досягає 2,5 Вт.

Також частина потужності буде розподілятися на мікрофон (до 10 мВт) і колонку-динамічну головку (до 200 мВт).

Розрахуємо максимальне енергоспоживання всього пристрою:

$$P_{спож.мах} = P_{спож.ІМС} + P_{VT} + P_{рез} + P_{мікр.} + P_{гучн.}, \quad (3.3)$$

$$P_{спож.мах} = 317,7 + 1950 + 2500 + 10 + 200 = 4977,7 \text{ (мВт)} \approx 5 \text{ (Вт)}$$

Струм, що буде споживатись пристроєм:

$$I_{спож.мах} = P_{спож.мах}/U, \quad (3.4)$$

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	50
		№ докум.	Підпис			

$$I_{\text{спож.мах}} = 5/4,8 = 1,04 \approx 1 \text{ (A)}.$$

### 3.4 Оцінка надійності пристрою

Розрахунок надійності полягає у визначенні показника надійності пристрою на підставі відомих характеристик надійності та умов експлуатації компонентів.

Розрахунок надійності пристрою повинен базуватися на раптових збоях у роботі. Це визначається наступними міркуваннями. Моральне старіння обладнання для цього відбувається набагато швидше фізичного. Тому очікується, що обладнання буде замінено на більш сучасне до того, як почнуть виникати збої через старіння матеріалів та електронних радіокомпонентів.

Крім того, за допомогою адекватної бази даних статистичних даних про вироблену продукцію можна розрахувати збої внаслідок зносу та старіння.

Вихідними даними для розрахунку показника надійності типової конструкції є принципова схема з типами елементів, що входять до її складу, режимом роботи всіх вузлів (електричних, кліматичних, механічних), значеннями інтенсивності відмов усіх типів елементів.

При оцінці показника надійності типової конструкції необхідно виділити ті елементи конструкції, які можуть призвести до відмови.

Для нашого випадку в таблиці 3.4 наведено інтенсивність відмов ключових елементів системи оперативного зв'язку (базових станцій). [36-40]





$$\begin{aligned} \Lambda = & 34,28 \cdot 10^{-9} \cdot 9 + 856,96 \cdot 10^{-9} \cdot 15 + 17,14 \cdot 10^{-9} \cdot 79 + 51,42 \cdot 10^{-9} \cdot 1 + \\ & + 44,99 \cdot 10^{-9} \cdot 10 + 17,14 \cdot 10^{-9} \cdot 68 + 74,98 \cdot 10^{-9} \cdot 11 + 74,98 \cdot 10^{-9} \cdot 3 + \\ & + 21,42 \cdot 10^{-9} \cdot 2 + 179,96 \cdot 10^{-9} \cdot 1 + 0,54 \cdot 10^{-9} \cdot 459 + 5,36 \cdot 10^{-9} \cdot 124 + \\ & + 25,71 \cdot 10^{-9} \cdot 11 + 856,96 \cdot 10^{-9} \cdot 1 + 856,96 \cdot 10^{-9} \cdot 1 + 1285,44 \cdot 10^{-9} \cdot 5 + \\ & + 85,7 \cdot 10^{-9} \cdot 2 = (308,52 + 12854,4 + 1354,06 + 51,42 + 449,9 + \\ & + 1165,52 + 824,78 + 224,94 + 42,84 + 179,96 + 247,86 + 664,64 + \\ & + 282,81 + 856,96 + 856,96 + 6427,2 + 171,4) \cdot 10^{-9} = 26964,17 \cdot 10^{-9} \text{ (1/год)}. \end{aligned}$$

При врахуванні цілодобового завантаження пристрою коефіцієнт часової затримки рівний одиниці.

Розрахуємо середній час напрацювання на відмову:

$$T_{\epsilon} = \frac{1}{\Lambda}, \quad (3.7)$$

$$T_{\epsilon} = \frac{1}{26964,17 \cdot 10^{-9}} = 37086,25 \approx 37000 \text{ (год.)}.$$

Такий час напрацювання на відмову мав би розроблюваний пристрій, коли б він експлуатувався в лабораторних умовах.

$$T_{\epsilon.пер.} = \frac{T_{\epsilon.}}{k}, \quad (3.8)$$

де  $k$  – коефіцієнт, що враховує навантаження апаратури (для носимої апаратури  $k = 2$ )

$$T_{\epsilon.пер.} = \frac{37000}{2} = 18500 \text{ (год.)}.$$

Отримані значення вище зазначених в ТЗ, тому з точки зору надійності розробленого обладнання елементна база вибрана правильно.

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

Індикатори розміщуються на передній панелі блоку та мають бути передбачені отвори для апаратури прийому та відтворення звуку (мікрофон і динаміки), на бічній та верхній панелях розташовуються елементи керування (для встановлення режиму роботи радіостанції, увімкнення/вимкнення скремблера). ) та інструкції до пристрою керування. Також на одній стороні пристрою повинен бути роз'єм для зовнішнього живлення. З лівого боку верхньої панелі повинно бути місце для роз'єму для антени.

Для реалізації електричних з'єднань між контактами на платі використовуються друковані компоненти, що забезпечує високу надійність цих з'єднань. Об'ємне кріплення використовується для електричного підключення плати до зовнішніх пристроїв (антена, динамік, блок живлення, між платами).

### 3.5 Розрахунок каскаду попереднього підсилення

В якості електричного розрахунку розраховуємо каскад передпідсилювачів системи оперативного зв'язку (базової станції).

У більшості випадків каскад попереднього підсилювача будується з використанням резистивної схеми, оскільки вона забезпечує достатнє посилення сигналу з невеликими спотвореннями лінійності, частоти та фази.

У резистивному ланцюзі попереднього підсилювача тріод проводить за ланцюгом із загальним емітером, так що можна підключити кілька однакових каскадів, на яких можна отримати посилення  $0,2 \cdot h_{21л}$ .

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			



Частотні спотворення в каскаді виникають через перехідні конденсатори С63 і С66, конденсатори фільтра та конденсатор С64 у ланцюзі стабілізації емітера.

Допустимий розподіл частотних спотворень виглядає наступним чином:

$$M_{HE} = 0,7 \text{ дБ} = 1,08 \quad M_K = 0,2 \text{ дБ} = 1,02$$

$$M_{KF} = 0,1 \text{ дБ} = 1,01 \quad M_{BT} = 1 \text{ дБ} = 1,12$$

Визначимо допустиму потужність розсіювання на колекторі і необхідний коефіцієнт посилення транзистора:

$$P_R = 4 \frac{U_{HM}^2}{R_{BXCЛ}}, \quad (3.9)$$

де  $U_{HM}$  - амплітуда вхідної напруги на наступний каскад;

$$h_E = 1,5 \frac{U_{HM}}{U_{BX}}, \quad (3.10)$$

Мінімальна частота транзистора повинна бути :

$$f_{h_{21Ж}} = \frac{f_B}{\sqrt{M_B^2 - 1}}, \quad (3.11)$$

Визначаємо необхідні параметри для транзистора :

$$P_R = 4 \frac{0,05^2}{16,13} = 0,62 \text{ (мВт)};$$

$$h_{21E} = 1,5 \frac{0,05}{0,0004} = 187,5;$$



$$R = \frac{0,1 \cdot 40}{0,0005} = 8000 \text{ (Ом)}.$$

Приймаємо  $R_{59} = 8,2 \text{ кОм}$ .

Ємність конденсатора кола емітерної стабілізації  $C_{64}$  визначимо як:

$$C = \frac{1}{0,2 \cdot \pi \cdot f_H \cdot R_E}, \quad (3.15)$$
$$C = \frac{1}{0,2 \cdot 3,14 \cdot 40 \cdot 8200} = 4,85 \text{ (мкФ)}.$$

Приймаємо  $C_{64} = 4,7 \text{ мкФ}$ .

Опір резистора колекторного навантаження  $R_{58}$  складе:

$$R = \frac{E_K - U_{KE0} - U_E}{I_K}, \quad (3.16)$$

$$R = \frac{40 - 1,1 - 4,8}{0,0005} = 68,2 \text{ (кОм)}$$

Приймаємо  $R = 62 \text{ (кОм)}$ .

Сила струму бази транзистора у початковому стані:

$$I_{b0} = \frac{0,0005}{250} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ А} = 0,002 \text{ (мА)}$$

По статичній характеристиці транзистора КТ3130А9 знаходимо напруги на базі у вихідному режимі:  $U_{BE} = 0,53 \text{ В}$ .

Проводимо дотичну до вхідної характеристики і визначаємо вхідний опір транзистора:

$$\Delta I_B = 0,0045 \text{ (мА)},$$

$$\Delta U_{eб} = 0,7 - 0,45 = 0,25 \text{ (В)},$$

тоді за законом Ома знаходимо вхідний опір:

$$R = \frac{\Delta U_{eб}}{\Delta I_b} = \frac{0,25}{0,0045} = 55,56 \text{ (кОм)} \quad (3.17)$$

Силу струму подільника у колі бази транзистора вибираємо:

$$I = 8 \cdot I_{b0} = 8 \cdot 0,002 = 0,016 \text{ (мА)}. \quad (3.18)$$

Тоді опір нижнього плеча подільника напруги R56 складе:

$$R_{b2} = \frac{U_{E0} + U_{bE}}{I} = \frac{4,8 + 0,53}{0,016} = 333125 \text{ (Ом)} \quad (3.19)$$

а опір верхнього – R57:

$$R_{b1} = \frac{E - U_{bE0} - U_{E0}}{I} = \frac{40 - 4,8 - 0,53}{0,016} = 2,17 \text{ МОм} \quad (3.20)$$

Опір навантаження транзистора:

$$R_n = \frac{R_K \cdot R_{BXCЛ}}{R_K + R_{BXCЛ}} = \frac{62000 \cdot 16130}{62000 + 16130} = 12,8 \text{ (кОм)}. \quad (3.21)$$

Визначимо коефіцієнт підсилення напруги на середніх частотах у попередньому каскаді:

$$K = h_{21E} \cdot \frac{R_{eCX}}{R_{eX}}, \quad (3.22)$$

$$K = 187,5 \cdot (12,8/55,56) = 43,2$$

Ємність роздільного конденсатора C66 на виході каскаду визначимо за формулою :

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			60

$$C_P \geq \frac{10^6}{2 \cdot \pi \cdot f_H \cdot (R_H + R_{ex,o}) \cdot \sqrt{M_{um}^2 - 1}}, \quad (3.23)$$

$$C_P = \frac{10^6}{2 \cdot 3,14 \cdot 40 \cdot (12800 + 16130) \cdot \sqrt{1,01^2 - 1}} = 0,97 \text{ (мкФ)}.$$

приймаємо  $C_P = 1 \text{ мкФ}$ .

### 3.6 Висновки до третього розділу

У розділі проведено розробку схеми частотно-модульованої радіостанції. Запропоновано схема структурна, принципова. Обгрунтовано вибір елементів схеми.

Розраховано надійність розробленої схеми. Розраховано елементи принципової схеми.

					КВРТР.2020021.01.07 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			61

## ВИСНОВКИ

Завданням кваліфікаційної роботи було розробити електричну принципову схему на основі заданого алгоритму оцінки висоти та компонент вектора швидкості.

Для вирішення цієї проблеми було вжито наступні заходи.

Спочатку аналізується заданий алгоритм оцінювання висоти та компоненти вектора швидкості. Отже, визначено необхідну обчислювальну потужність для блоку ВІМ: частота процесора – не менше 200 МГц, оперативна пам'ять – не менше 2,5 МБ. На цій основі сформульовані електричні функції та принципові схеми.

При проектуванні електричної схеми виникає ряд труднощів, які потребують особливої уваги. Перший полягає в перетворенні сигналу биття з рівнем вхідної напруги 0,4 В відносно «землі» і частотним спектром 500 Гц в 1 МГц, амплітуда диференціального сигналу буде відносно опорної напруги 1,4 В (при на виході формування терміналу процесора), в діапазоні від 1,2 до 1,6 В. Для його усунення розраховано та змодельовано вхідний багатоканальний обмежувальний підсилювач. Далі йде невеликий обсяг оперативної пам'яті (16 МБ) для процесора 1879ХК1Я, що вимагає додаткових мікросхем пам'яті.

За результатами виконаного кваліфікаційної роботи можна зробити висновок, що всі вимоги ТЗ виконано повністю.

					КвРТР.2020021.01.07 ПЗ	62
		№ докум.	Підпис			

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Кvyetnyy R. Basics of Modelling and Computational Methods / R. Kvyetnyy. – Вінниця : ВДТУ, 2007. – 147 с.
2. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
3. Довідникова книга з електроенергетики: навчальний посібник/ П.В. Волох, М.П. Цоколенко, Л.В. Ревенко, В.А. Грічаненко та ін. –К. : Аграрна освіта, 2014. – 506 с.
4. Автоматика та електропривод техніки реєстрації інформації [Електронний ресурс] : навч. посіб. / Г. Г. Власюк, В. М. Співак, К. О. Трапезон, В. Б. Швайчен-ко. - Київ : Освіта України, 2010. - 159 с. - Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19129>.
5. Гуржій А. М. Електротехніка та основи електроніки : підручник для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти / А. М. Гуржій, С. К. Мещанінов, А. Т. Нельга, В. М. Співак. - Київ : Літера ЛТД, 2020. - 288 с.
6. Воробйова О. М. Технічні засоби автоматизації: навч. посіб. / О. М. Воробйова, Ю. В. Флейта. - Одеса : ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2018. - 208 с.
7. Simulink. Dynamic System Simulation for MatLab : Using Simulink[Electron resource]. – Natick, MA : The MathWorks, Inc, 1999. – 605 p
8. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах: Підручник / Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І., Капустенко П.О. та ін. – К.: ЦУЛ, 2011. – 832 с. – (МОН України. НТУ “ХП”)
9. Колонтаєвський Ю. П. Промислова електроніка і мікросхемотехніка / Ю. П. Колонтаєвський, А. Г. Сосков. під ред. А. Г. Соскова. – Вид. 2-ге, виправл. і доповн. – Харків : ХДАМГ, 2003. – 281 с.



19. Акопов, А. С. Імітаційне моделювання: підручник і практикум для академічного бакалаврату / А. С. Акопов. - К. : "Корнійчук", 2017. – 136с.
20. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г.,Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.
21. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній: Підручник / Є.Л. Жулай, Б.В. Зайцев, Ю.М. Лавріненко, О.С. Марченко, Д.Г. Войтюк; За ред. Є.Л. Жулая. – К.: Вища освіта, 2001. – 288 с.: іл.
22. Михайленко В.Є., Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник / В.Є. Михайленко, В.В. Ванін, С.М. Ковальов; За ред. В.Є. Михайленка. – 6-е вид. – К.: Каравела, 2012. – 368 с.
23. Краснопрошина А.А. Сучасний аналіз систем управління із застосуванням MatLab, Simulink, Control System : Навчальний посібник / А.А. Краснопрошина, Н.Б. Репнікова, О.А. Ільченко. – К. : "Корнійчук", 1999. – 144 с.
24. Електричні машини і апарати: навчальний посібник / Ю.М. Куценко,В.Ф. Яковлев та ін. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 449 с.
25. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
26. Панчевний Б. І. Загальна електротехніка: теорія і практика / Б. І. Панчевний, Ю. Ф. Свергун. - 2-ге вид. - Київ : Каравела, 2004. - 440 с.
27. Коруд В.І., Електротехніка: Підручник / В.І. Коруд, О.Є. Гамола, С.М. Малинівський; За заг. ред. В.І. Коруда. – 3-є вид., переробл. і доп. – Львів: Магнолія Плюс, 2006. – 447 с.

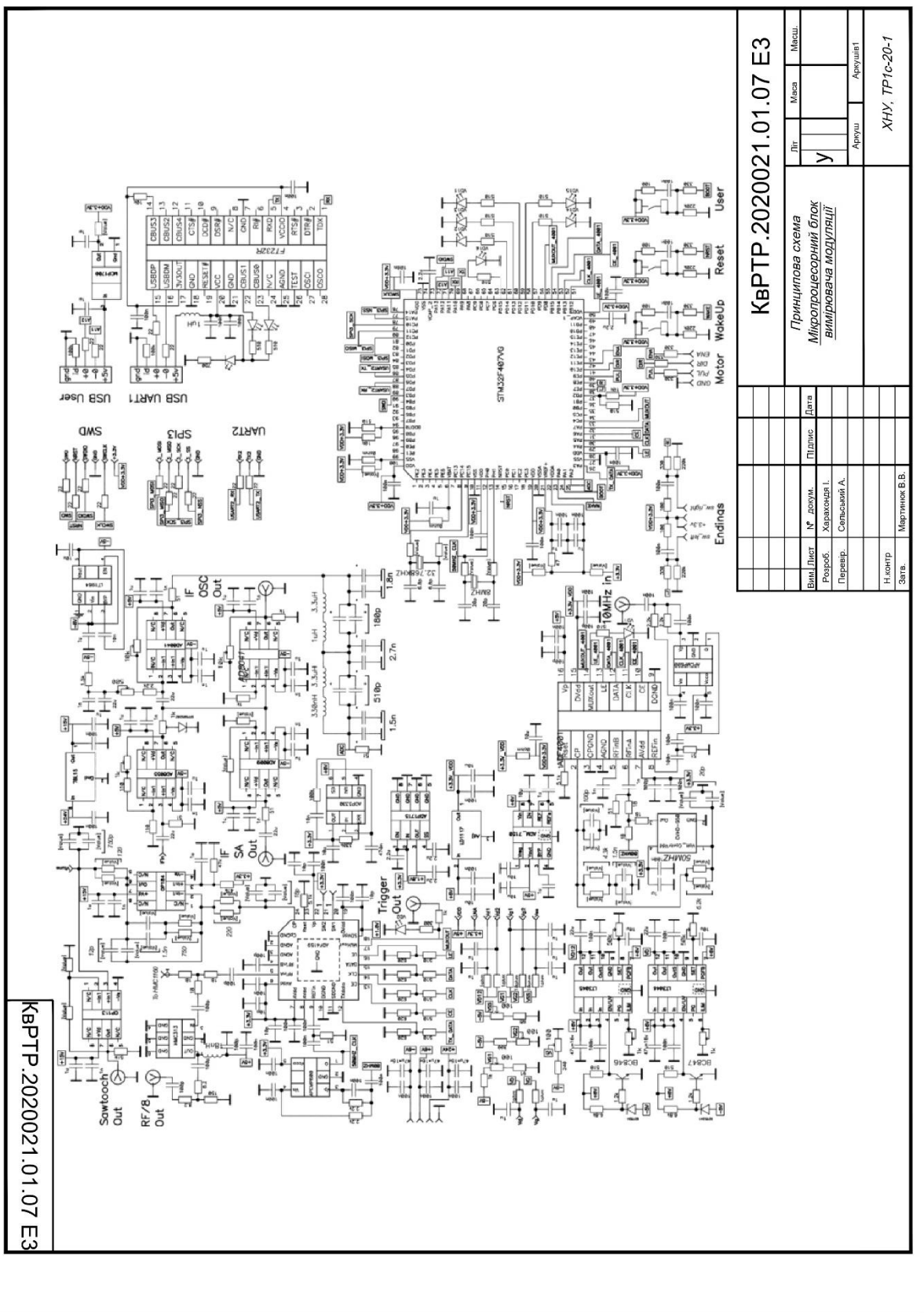






# Додаток Б

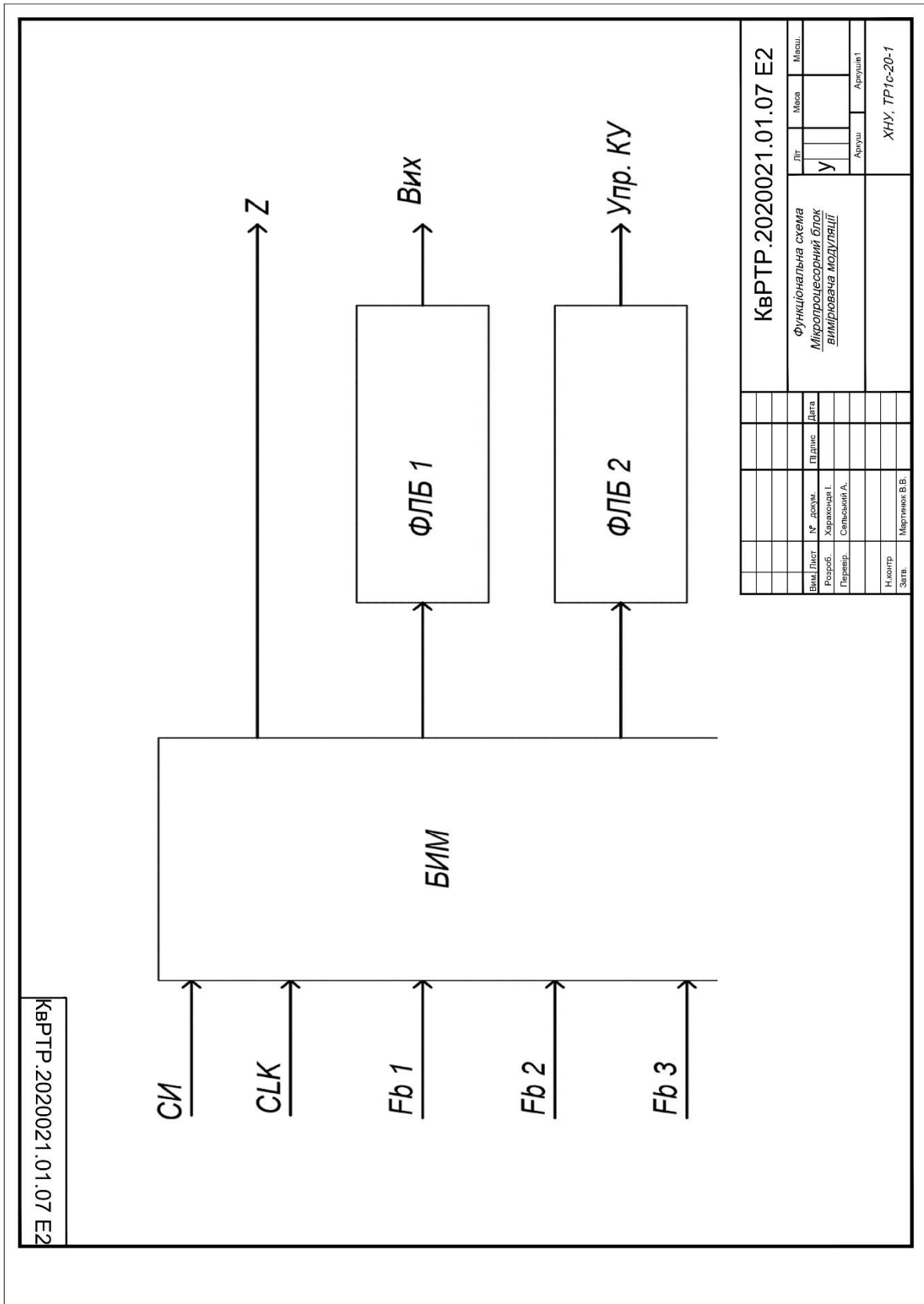
## Принципова схема



КвРТР.2020021.01.07 ЕЗ

<b>КвРТР.2020021.01.07 ЕЗ</b>	
Лт	Месц
У	
Апрелі	Август
ХНУ, ТР1с-20-1	
Принципова схема Мікропроцесорний блок Вимірювача модуляції	
Вим. Лист	№ докум.
Розроб.	Хараконда І.
Перевір.	Сольський А.
Н.контр.	Мартинюк В.В.
Затв.	Затв.

Додаток В  
Функціональна схема



Ім'я користувача:  
Кафедра АКІТІТК

Дата перевірки:  
19.06.2023 08:30:18 EEST

Дата звіту:  
19.06.2023 08:36:05 EEST

ID перевірки:  
1015640273

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

ID користувача:  
100005862

Назва документа: **Харахондя**

Кількість сторінок: 65 Кількість слів: 11685 Кількість символів: 79786 Розмір файлу: 1.59 MB ID файлу: 1015286570

100 слів позначені як "вилучені" та не враховуються у підрахунку слів

## 2.44% Схожість

Найбільша схожість: 1.61% з Інтернет-джерелом (<https://radio.bobrodobro.ru/2586>)

2.44% Джерела з Інтернету 95

Сторінка 67

Не знайдено джерел з Бібліотеки

## 0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

Посилання 1

Сторінка 67

## 0.01% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 8 слів та 0%)

Немає вилучених Інтернет-джерел

0.01% Вилученого тексту з Бібліотеки 6

Сторінка 67

## Модифікації

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

Замінені символи 55

## Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 6.0%

Словники перевірки: en\_US, ru\_RU, ua\_UA. Помилки в документах: 9%

ID: 116859 Назва: БКР Мікропроцесорний блок вимірювача модуляції Додано в БД: 2023-06-19 Автора: Ірина ХАРАХОНДЯ Керівники: Андрій СЕЛЬСЬКИЙ Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	61834	596	7448 (12%)	111 (19%)

### Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Харахондя Ірина Володимирівна

Тема: Мікропроцесорний блок вимірювача модуляції

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 67

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Розроблено мікропроцесорний блок вимірювача модуляції

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: Завданням кваліфікаційної роботи було розробити електричну принципову схему на основі заданого алгоритму оцінки висоти та компонент вектора швидкості. Для вирішення цієї проблеми було вжито наступні заходи. Спочатку аналізується заданий алгоритм оцінювання висоти та компоненти вектора швидкості. Отже, визначено необхідну обчислювальну потужність для блоку ВІМ: частота процесора – не менше 200 МГц, оперативна пам'ять – не менше 2,5 МБ. На цій основі сформульовані електричні функції та принципові схеми. При проектуванні електричної схеми виникає ряд труднощів, які потребують особливої уваги. Перший полягає в перетворенні сигналу биття з рівнем вхідної напруги 0,4 В відносно «землі» і частотним спектром 500 Гц в 1 МГц, амплітуда диференціального сигналу буде відносно опорної напруги 1,4 В (при на виході формування терміналу процесора), в діапазоні від 1,2 до 1,6 В. Для його усунення розраховано та змодельовано вхідний багатоканальний обмежувальний підсилювач. Далі йде невеликий обсяг оперативної пам'яті (16 МБ) для процесора 1879ХК1Я, що вимагає додаткових мікросхем пам'яті.

4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: у роботі недостатньо уваги приділяється огляду існуючих технічних рішень

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

8. Інші зауваження: відсутні

9. Оцінка дипломної роботи: добре (4,25/В)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи)

Мабдан Давно Сергійович, к.т.н. доцент  
сфд машин і апаратів, електромеханіки  
та енергетичних систем ХНУ

"19" 06 2023 р.

Мабдан (підпис)

**РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ  
КАФЕДРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА  
РОБОТОТЕХНІКИ  
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ**

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Мікропроцесорний блок вимірювача модуляції

Автор: Харахондя Ірина Володимирівна

Спеціальність: 172 – Телекомунікації та радіотехніка

Освітня програма: Телекомунікації та інформаційно-комунікаційні технології

Науковий керівник: Сельський Андрій Анатолійович. А., к.ф-м.н., доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	<b>відповідає</b>
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої й електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того, як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

1) у тексті кваліфікаційної роботи системами перевірки на плагіат виявлено схожість з деякими документами в частині загальноживаних обов'язкових словосполучень у стандартних бланках (титулка, відомість документів), у структурі змісту, назвах розділів/підрозділів тощо, у назвах публікацій у переліку джерел посилання;

2) усі запозичення є фрагментарними або мають належним чином оформленні посилання;

3) виявлені модифікації тексту не впливають на відсоток схожості.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів ідентичності/схожості, складає 2,44% і адресується до 95 джерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру теми і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Дата 19.06.2023г.

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи

Валерій МАРТИНЮК

Денис МАКАРИШКІН

Андрій СЕЛЬСЬКИЙ

Завідувачу кафедри АКІТгаР  
д-ру техн.наук, проф. Мартинюку В.В.

Харахондя І.В.

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 3 курсу, групи ТР1с-20-1

### ЗАЯВА

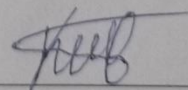
З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений(а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

06.06.2023

дата



підпис