

ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ПРИХОВАНОСТІ РАДІОЛІНІЇ ПРИ ВИКОРИСТАННІ КОДУ БАРКЕРА

Організація радіозв'язку завжди пов'язана з вибором частотного діапазону. Відомо, що для передачі аналогових вузькосмугових сигналів по каналах радіозв'язку у районах зі складним рельєфом місцевості широко використовується діапазон частот від 20 МГц до 76 МГц. При цьому більшість засобів радіозв'язку використовують частотну модуляцію при смузі радіоканалу, що не перевищує 20 кГц та потужністю передавача, що змінюється від 1 до 20 Вт. Це дає змогу виявляти і перехоплювати повідомлення, що передаються, на відстанях, що перевищують дальність їх зв'язку.

В умовах радіоелектронної протидії, достатня увага приділяється питанням підвищення заводо захищеності засобів зв'язку шляхом підвищення відношення сигнал/перешкода через застосування широкосмугових сигналів у вузькосмугових каналах зв'язку для передачі мовної інформації аналоговим або цифровим методами. Наприклад, сигналів із внутрішньоімпульсною лінійно-частотною модуляцією із базою, що не перевищує 10, або з більшим значенням бази шляхом використання вузькосмугових шумоподібних сигналів у вигляді функцій Уолша для реалізації цифрового передавання інформації по каналу із смугою до 20 кГц. Застосування цих методів забезпечує підвищення перешкодостійкості каналу зв'язку, але не підвищує прихованості передавання. У той же час застосування широкосмугових сигналів із спектром, значення якого перевищує вузьку смугу окремого радіоканалу, дозволить підвищити прихованості каналу зв'язку через зменшення спектральної щільності корисного сигналу на вході приймача. Наш університет має патент на створення аналогової радіолінії передачі мовної інформації з використанням сигналу із внутрішньоімпульсною лінійно-частотною модуляцією, ширина спектру якого суттєво перевищує значення смуги частот радіоканалу зв'язку. Однак питанню зменшення спектральної щільності сигналів шляхом застосування широкосмугових сигналів, при реалізації цифрових методів передавання мови короткохвильовими засобами, у літературі достатньої уваги не приділено.

Тому, в умовах радіоелектронної протидії, розробка цифрового короткохвильового засобу радіозв'язку для передачі мовної інформації, який зменшить можливість виявлення факту випромінювання радіосигналу, є актуальним завданням.

У роботі запропонована методика оцінки можливості виявлення сигналу широкосмугового засобу радіозв'язку, яка базується на розрахунку відношення сигнал/шум, що створюється на вході приймача засобу частотного моніторингу для визначеної дальності зв'язку. Визначені умови, за яких можливо виявлення сигналу, що випромінюється цифровим широкосмуговим засобом радіозв'язку на частоті 30 МГц при потужності передавача 5 Вт. При цьому повідомлення, що передається являє аналоговий сигнал із верхньою частотою спектру 4кГц, а при аналого - цифровому перетворенні сигналу використовується 64 рівня квантування з періодом дискретизації 125мкс. Для розширення спектру сигналу використовується 13 розрядний код Баркера із тривалістю дискрети 1 мкс.

У роботі наводяться дані, з яких можна зробити висновок, що умови виявлення сигналу широкосмугового засобу радіозв'язку засобами частотного моніторингу у 50 разів гірші ніж вузькосмугової радіостанції. Відновити інформацію, що передається по каналу зв'язку можливо завдяки використанню виразу обробки широкосмугового сигналу. При цьому, незважаючи на можливість виявлення сигналу широкосмугового засобу радіозв'язку, будь який інший приймач, що не має апріорної інформації про параметри інформаційного сигналу, не зможе забезпечити вираш обробки широкосмугового сигналу і відновити інформацію, що міститься у сигналі.

Таким чином, застосування широкосмугового сигналу в запропонованому цифровому короткохвильовому засобі радіозв'язку погіршує умови виявлення факту випромінювання радіосигналу порівняно із вузькосмуговими засобами. Відсутність апріорних даних про параметри сигналу широкосмугового засобу радіозв'язку суттєво ускладнює перехоплення інформації засобами частотного моніторингу. Зменшення впливу на роботу вузькосмугових засобів зв'язку можна досягти при використанні спрямованих антен в радіолінії широкосмугового зв'язку стаціонарного базування. Остаточні висновки щодо можливості одночасної роботи широкосмугового засобу радіозв'язку із вузькосмуговими засобами можуть бути зроблені після проведення статистичного моделювання сумісної роботи засобів, при умові їх частотно - територіального та часового рознесення.

Ципоренко В.В., к.т.н., доц.
Рубан Б.П., магістрант, гр. ТР-10м
Полещук Д.Ю., магістрант, гр. ТР-10м
Житомирський державний технологічний університет

ОПТИМІЗАЦІЯ БЕЗПОШУКОВОГО ЦИФРОВОГО МЕТОДУ КОРЕЛЯЦІЙНО-ІНТЕРФЕРОМЕТРИЧНОГО ПЕЛЕНГУВАННЯ

На сьогодні в автоматизованих системах радіомоніторингу пеленгування радіоелектронних засобів здійснюється в умовах складної електромагнітної обстановки, великої апріорної невизначеності щодо параметрів радіовипромінювань, а також в умовах реального масштабу часу реалізації.

Зазвичай кореляційно-інтерферометричне пеленгування реалізується пошуковим компенсаційним методом. Недоліком цього методу є великі часові або апаратні витрати. Ефективність засобів пеленгування суттєво визначається співвідношенням їх точності, швидкодії, завадозахищеності та відповідних апаратних витрат. Тому розробка та оптимізація швидкодіючих цифрових кореляційно-інтерферометричних радіопеленгаторів, що виконують пряму кореляційну оцінку напрямку на ДРВ із застосуванням цифрового оброблення комплексних спектрів прийнятої суміші радіовипромінювань є актуальною науковою задачею.

Метою досліджень є дослідження та оптимізація безпошукового цифрового методу кореляційно-інтерферометричного пеленгування з реконструюванням просторового аналітичного сигналу.

В роботі виконано аналіз особливостей реалізації та точності дослідженого методу пеленгування, а також аналітична оптимізація безпошукового цифрового методу кореляційно-інтерферометричного пеленгування з реконструюванням просторового аналітичного сигналу.

Визначено, які з параметрів, що входять до рівняння дисперсії похибки оцінки напрямку на джерело радіовипромінювання для безпошукового цифрового методу кореляційно-інтерферометричного пеленгування з реконструюванням просторового аналітичного сигналу підлягають оптимізації. Показано, що основними параметрами, які доцільно оптимізувати є величина рознесення $\Delta z = (z_2 - z_1)$ між вибраними елементами антенної решітки, для просторових положень яких проводиться реконструювання комплексного аналітичного сигналу, їх номери z_1 та z_2 , а також значення просторової вагової функції вікна $W_0(z_1)$ і $W_0(z_2)$, що визначають спосіб реалізації процедури реконструювання комплексного аналітичного сигналу.

Проведено теоретичну оптимізацію параметрів дослідженого методу, а також порівняно аналітичні розрахунки з результатами моделювання. В результаті моделювання отримано залежність методичної похибки оцінки пеленгу та середньоквадратичної оцінки пеленгу при дії нормального гаусівського шуму від значень оптимізованих параметрів.

Для оптимізації параметрів методу, що розглядається визначено вид цільової функції та функцій зв'язку. Для цього виконано аналіз особливостей реалізації методу пеленгування, що оптимізується.

Аналіз рівняння для дисперсії похибки пеленгування σ_0^2 суттєво залежить від способу реалізації процедури реконструювання комплексного аналітичного сигналу в межах апертури антенної решітки (АР). При цьому такі параметри пеленгатора, як кількість Z пеленгаційних радіоканалів АР, їх ширина смуги частот аналізу Δf_k радіоканалів та чутливість $\mu_{\text{вх}}$ мають суттєві обмеження при оптимізації з урахуванням можливостей сучасної технічної реалізації та вимог до компактності та ціни пеленгатора.

При цьому такі параметри, як $K_{\text{Вт}}$, $K_{\text{в0}}$, m_s визначаються вимогами до завадозахищеності пеленгування в умовах складної електромагнітної обстановки для забезпечення ефективної частотної та просторової селекції станційних завод та завод перевідбиття. Тому їх варіація з метою оптимізації заводостійкості пеленгування також суттєво обмежена.

В свою чергу параметри випромінювання джерела, що пеленгується, такі як середня або несуча частота часового енергетичного спектра та напрямок θ приходу радіовипромінювання на алгоритм пеленгування не впливають і мають тільки глобальне обмеження по діапазону робочих частот та ширині сектора пеленгування.

Тривалість процесу аналізу радіовипромінювань, що приймаються одночасно в межах смуги частот аналізу Δf_k радіоканалів, суттєво впливає на заводостійкість та швидкодію пеленгування, але на реалізацію алгоритму в цілому та процедури реконструювання комплексного аналітичного сигналу не впливає.

Таким чином, проведено теоретичну оптимізацію параметрів дослідженого методу і визначено, що доцільним є використання симетричного рознесення $z=28$ для мінімізації дисперсії похибки оцінки напрямку на ДРВ і забезпечення максимальної точності пеленгування.

Ципоренко В.В., к.т.н., доц.
Данилко Е.С., магістрант, гр. ТР-10м
Житомирський державний технологічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЛАДУ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ АМПЛІТУДНО-ЧАСТОТНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Метою роботи є розробка та дослідження вимірювача амплітудно-частотних характеристик (АЧХ). Вимірювання амплітудно-частотних характеристик знаходять широке застосування в експериментальній фізиці, медицині, геології та інших галузях. Застосовують для контролю електричних і неелектричних параметрів.

В сучасній радіоелектроніці значення радіотехнічних вимірювань постійно зростає. Серед цих вимірювань важливе місце займає вимірювання частотних характеристик різних радіоприладів, котрі являють собою залежність тих чи інших параметрів радіоприладу від частоти. До таких характеристик, в першу чергу, як правило відносять АЧХ.

АЧХ є однією з найважливіших характеристик електронної апаратури. Маючи дану характеристику ми маємо право судити про вірність роботи досліджуваної апаратури. Маючи АЧХ, зробивши її аналіз, опрацювавши результати аналізу, роблять висновок про вірність роботи, деякі відхилення в роботі апаратури. АЧХ також є найважливішою характеристикою звукових фільтрів. В залежності від форми АЧХ розрізняють низькочастотні, високочастотні, смугові та режекторні фільтри.

При контролі технічного стану радіоелектронної апаратури та її вузлів важливу роль приділяють дослідженню частотних характеристик, зокрема АЧХ. АЧХ чотириполосника визначається залежністю модуля коефіцієнта передачі від частоти сигналу.

Модуль коефіцієнта передачі визначається як співвідношення потужності або напруги на виході при умові відсутності відбиття.

Розроблено структурну схему приладу для вимірювання АЧХ. Даний прилад для дослідження амплітудно-частотної характеристики можна побудувати на таких принципах побудови генераторів: апаратне рішення, програмне рішення.

Апаратне рішення базується на застосуванні операційних підсилювачів, на логічних елементах або інших радіоелектронних елементах.

Програмне рішення базується на використанні мікропроцесорної техніки. Буде писатись спеціальна програма для програмування мікропроцесора. Використання даного методу буде можливе при застосуванні ЦАП та АЦП для перетворення сигналів.

Проектування генератора на логічних елементах стикається з проблемою температурної нестабільності, а з цієї проблеми випливає проблема нестабільності вихідної амплітуди сигналу. Для покращення роботи даних схем потрібно у коло зворотного зв'язку включати кварцовий генератор або формувати лінію затримки.

Принцип вимірювання амплітудно-частотної характеристики за допомогою запропонованої схеми базується на використанні генератора коливної частоти (ГКЧ). Основу приладу складе ГКЧ. Його проектування і виготовлення буде основною задачею. Для того щоб задовольнити всім умовам критеріїв якості оберемо метод генерування сигналу ГКЧ за допомогою генератора керуючого та керованого генератора. Даний метод задовольняє нас по ціні і по стабільності вихідного сигналу, тому будемо використовувати даний метод. ГКЧ складається з двох генераторів: генератор пилкоподібної напруги (керуючий) та генератор синусоїдальної напруги (керований).

В результаті проведеної роботи можна зробити висновок про те що досліджений прилад цілком відповідає умовам завдання, а вирішення схемної реалізації та напрямок проектування є задовільним і вірним.

В результаті порівняння розробленого приладу з базовими моделями існуючих вимірювачів АЧХ можна зробити висновок про наявність переваг розробленого приладу: - зменшені масо габаритні показники, - зменшена нижня межа частотного діапазону, що дозволило проведення дослідження АЧХ – збільшено надійність роботи приладу.

Спроекований прилад можна виготовити за короткий термін і застосовувати його в повсякденній роботі. Також можливе застосування даного приладу в якості макету для лабораторних робіт в учбових закладах, які займаються навчанням майбутніх інженерів.

Отриманий прилад легкий в керуванні та роботі, що дозволяє використовувати його будь-кому з персоналу.

У майбутньому можливе вдосконалення приладу за рахунок заміни елементної бази, а саме генератора пилкоподібної напруги – застосування його в якості мікросхеми.

У даний час це є неможливо через велику ціну на дані мікросхеми. Це вдосконалення призведе до подальшого зменшення габаритних розмірів приладу.

Гергало С.Л., магістрант, гр. ТР-10м
Ципоренко В.Г., к.т.н., доц.

Житомирський державний технологічний університет

РОЗРОБКА МАЛОГАБАРИТНОГО ЦИФРОВОГО ФОРМУВАЧА ТЕСТОВИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ

Прискорення розвитку науково-технічного прогресу, вимагає автоматизації процесів систем збору і обробки інформації та постійного їх вдосконалення. Найбільш успішно це вирішується при використанні пристроїв, що виконані на цифровій елементній базі. До основних переваг цифрових пристроїв можна віднести високу точність, швидкодію і відмінну заводо захищеність. Сучасні цифрові прилади відрізняються великим ступенем автоматизації вимірювального процесу, високою швидкодією і зручністю передачі результатів досліджень та вимірювань на відстані, що дуже важливо при безпосередній передачі інформації на персональний комп'ютер. Цифрові прилади широко застосовують при виконанні лабораторних вимірів, що при цьому підвищує зручність і продуктивність вимірювань, а також виключає похибку яка пов'язана з використанням стрілочних приладів.

Для збільшення перепускної спроможності засобів телекомунікації застосовують багатоканальні пристрої прийому та формування сигналів. При їх застосуванні актуальною задачею є забезпечення ідентичності характеристик окремих каналів прийому та формування сигналів. Для вирішення цієї задачі застосовують попереднє вимірювання неідентичності часових та частотних характеристик окремих каналів і подальшу їх компенсацію. Для здійснення цих операцій в багатоканальних системах застосовують відповідні пристрої формування тестових і калібруючих сигналів.

Метою розробки є створення приладу, який забезпечить автоматизацію виконання таких функцій як генерування випробувальних сигналів для контролю працездатності об'єкту дослідження та контролю наступних параметрів: чутливість, частотна передаточна функція, динамічний діапазон.

Виконано огляд науково-технічних джерел по сучасним методам формування тестових сигналів систем телекомунікацій.

Перший метод полягає у використанні двох цифрових керуючих синтезаторів. Переваги даного методу в тому, що додавання сигналів буде виконуватись аналоговим способом, тоді до цифрового-аналогового перетворювача не потрібні дуже жорсткі вимоги. Недоліком є те, що потрібно використати два ЦКС та суматор, що збільшить габаритні розміри пристрою.

Другий спосіб, це використання одного двохканального ЦКС. Перевагою даного методу є те, що сума сигналів буде виконуватись програмно. Отже не потрібно використовувати суматор, та два ЦКС. Що зменшить в свою чергу габаритні розміри приладу. Недолік полягає в тому, що якщо сумування сигналів виконується програмно, то потрібно використовувати ЦАП з дуже жорсткими вимогами, що призводить до дуже дорогих витрат.

В роботі виконано дослідження методів підвищення швидкодії виконання контролю характеристик систем телекомунікацій. Розглянуті варіанти одноканального формування сигналів і зміної їх частоти, використання широкосмугових сигналів, використання полігармонічних сигналів, а також використання шумоподібних сигналів.

Визначено, що для використання найбільш оптимально використовувати наступні широкосмугові сигнали: імпульсний шум, OFDM, ФМН, ЛЧМ.

Для реалізації формування необхідних тестових сигналів запропоновано використання цифрового програмованого синтезатора сигналів. Основою побудови цифрового синтезатора доцільно використовувати технологію прямого синтезу сигналів з використанням масивів їх миттєвих значень. Це забезпечує можливість оперативно змінювати параметри тестових сигналів та їх форму. Запропоновано технічно реалізувати формувач тестових сигналів з використанням монолітних синтезаторів типу AD9954. Застосування такого класу пристроїв забезпечує широкий діапазон робочих частот (до одиниць гігерц), точність частотних характеристик сигналів, а також мінімальні апаратурні витрати. Формування складних широкосмугових сигналів доцільно здійснювати шляхом модуляції несучого сигналу по амплітуді, частоті або фазі.

Виконано дослідження ефективності контролю частотних характеристик багатоканальних систем з використанням наступних параметрів: швидкодія контролю комплексних частотних характеристик, рівномірність енергетичного спектру тестових сигналів, динамічний діапазон тестових сигналів, точність контролю комплексних частотних характеристик.

В цілому отримані результати підтверджують ефективність запропонованих рішень і можуть бути використані при побудові сучасних смарт антен, апаратури мобільного зв'язку, а також засобів супутникових телекомунікацій.

Колесницька О.О., студентка, гр. ТТ-11
 Нікітчук Т.М., к.т.н., доц., зав. каф.
 біомедичної інженерії та телекомунікацій
 Полещук І.І., ст. викл.

Житомирський державний технологічний університет

ВИКОРИСТАННЯ ФМ-СИГНАЛІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ПРИХОВАНOSTІ АНАЛОГОВИХ РАДІОСТАНЦІЙ

Для передачі аналогових вузькосмугових сигналів по каналах радіозв'язку у широко використовується короткохвильовий діапазон. При цьому більшість засобів радіозв'язку використовують частотну модуляцію передавача, без будь-якого шифрування повідомлень. Це дає змогу виявляти і перехоплювати повідомлення, що передаються. Застосування голосових скремблерів дозволяє приховати інформацію, що передається по вузькосмуговому каналу зв'язку, але приховати факт випромінювання передавача практично неможливо.

Широкопосмугові сигнали мають порівняно малу спектральну щільність, яка в деяких випадках може бути навіть нижче щільності шумів. Ця особливість дозволяє здійснювати приховану передачу широкопосмугових сигналів, а також звести до мінімуму їх вплив на вузькосмугові радіостанції.

Запропоновано створення антенної приставки, яка перетворює вузькосмуговий сигнал передатчика радіостанції в широкопосмуговий, далі відновлює сигнал та передає сигнал на вхід приймача. Проведені моделювання показали, що запропонована система зв'язку може працювати в загальній смузі частот разом з існуючими вузькосмуговими засобами КХ та УКХ-діапазону, не створюючи їм при цьому суттєвих перешкод та значно підвищує скритність радіостанції минулих років випуску.

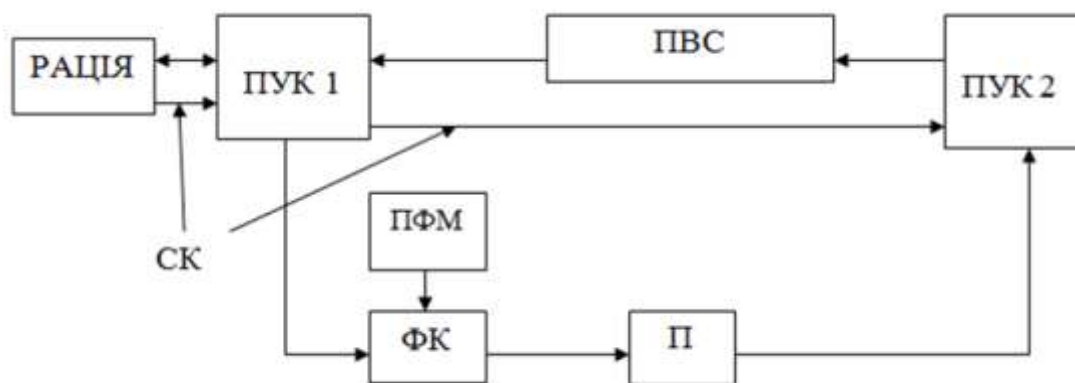


Рисунок 1 – Блок-схема антенної приставки

На рисунку 1 показано блок-схему пристрою для реалізації способу підвищення енергетичної скритності аналогових радіостанцій на основі ФМ-сигналів. А саме: ПУК 1 – пристрій узгодження і керування. Призначено для узгодження вихідного опору радіостанції із входом антеною приставки, своєчасного перемикачів режимів роботи передавального й приймального тракту. ПФМ – пристрій формування прямокутних сигналів із заданими параметрами. ФК – фазовий комутатор для формування широкопосмугового сигналу (зміна фази сигналу згідно управляючого сигналу із заданими параметрами). П – підсилювальний пристрій для формування сигналу заданої потужності. СК – сигнал перемикачів режимів роботи передавального й приймального тракту. ПВС – пристрій відновлення сигналу (перетворення широкопосмугового сигналу в вузькосмуговий).

Вузькосмуговий інформаційний сигнал, для приховання його енергетичних складових, подається у пристрій розширення спектру. Після розширення сигнал подається через антену в радіоефір. Завдяки цьому розширенню, енергія розподіляється по спектру широкопосмугового сигналу, що в свою чергу зменшує вірогідність виявлення електромагнітного випромінювання. Вірогідність виявлення електромагнітного випромінювання залежить від характеристик ФМ-сигналу.

В приймальному пристрої узгоджений фільтр відфільтровує корисний сигнал, а далі відновлюється корисний сигнал з заданими характеристиками для споживача (радіостанції).

Значної скритності систем зв'язку досягається за рахунок розширення спектру, тривалість дискрети повинен бути як найменший. А також за рахунок зменшення потужності радіостанції, причому технічні характеристики залишаються не змінними.

РОЗРОБКА РАДІОПЕРЕДАВАЧА СИСТЕМИ ВІДЕОКОНТРОЛЮ

Радіопередавальними називають пристрої, призначені для виконання двох основних функцій - генерації електромагнітних коливань високої частоти або надвисокої частоти і їх модуляції відповідно з переданим повідомленням. Радіопередавальні пристрої входять до складу радіокомплексів, що містять, крім того, антени, радіоприймальні і різні допоміжні пристрої.

Радіопередавачі, крім їх використання в радіомовленні, є необхідною складовою частиною багатьох електронних пристроїв, які обмінюються інформацією один з одним по радіо, наприклад, мобільні телефони, бездротові комп'ютерні мережі, Bluetooth-сумісні пристрої, рації на літаках, кораблях і космічних радіолокаційних установах, а також навігаційні маяки та інші комплекси.

Цілі та мета розробки даного радіопередавача: розглянути система відеоконтролю на автостоянці та розробка радіопередавача з частотною маніпуляцією, розрахувати задаючий генератор, помножувач та підсилювач потужності.

Технічне завдання для розробки радіопередавача системи відеоконтролю:

Об'єкт спостереження – автостоянка площею 30 x 26 м. ;

Режим роботи – цілодобово;

Діапазон робочих частот – 899-901 МГц ;

Потужність – не більше 1 Вт ;

Вид модуляції – частотна маніпуляція;

Діапазон робочих температур – (-20...+40 С).

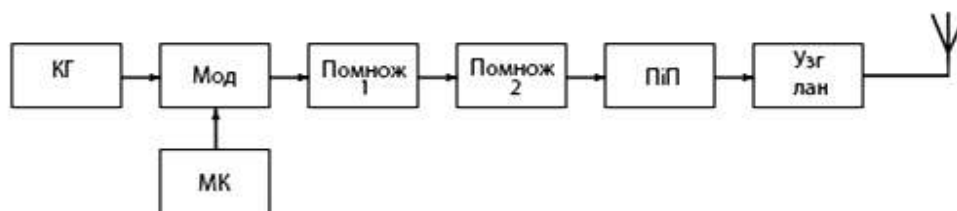


Рисунок 1 – Кінцева структурна схема радіопередавача системи відеоконтролю

В якості кварцового генератора буде використовуватися генератор Колпітца, так як його особливістю є простота реалізації.

Так як в схемі буде використано кварцовий резонатор нам потрібно буде використати два помножувача частоти, тому що кварцовий резонатор може працювати в обмеженому діапазоні частот.

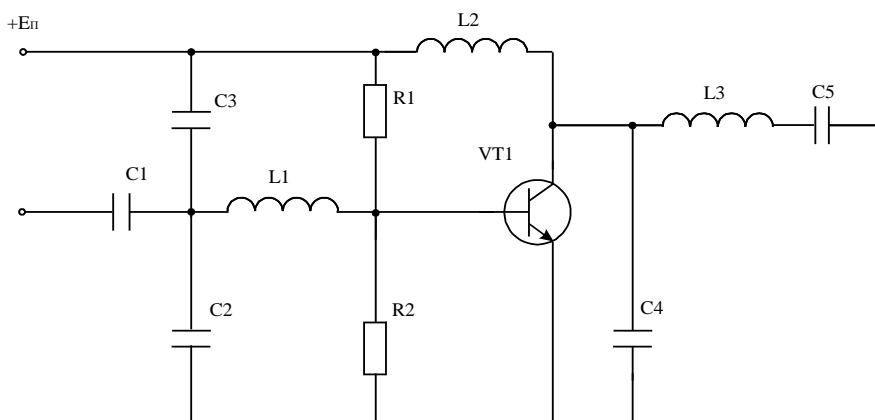


Рисунок 2 – Принципова схема підсилювача потужності

Отже, були виконані розрахунки системи відеоконтролю і розроблені окремі блоки передавача. Так як, системи відеоконтролю стрімко розвиваються дана розробка є актуальною й доцільно в майбутньому розвивати отриману систему.

Мартинчук П.П., ст. викл.
Чухов В.В., к.т.н., доц.

Житомирський державний технологічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ АНТЕНИ ХАРЧЕНКО ДЛЯ Wi-Fi

Антен Харченко були популярними для прийому метрових та дециметрових хвиль телевізійних програм. Антени могли бути виконані з доступних на той час конструкційних матеріалів. Добре працювала така антена в конструкції рефлекторною решіткою, використовувалась і без решітки, але показники були дещо гірші. Причини погіршення не встановлювалися. Посилалися на неточність виготовлення, використані матеріали, місце встановлення та інше. В нинішній час антена Харченко знаходить використання на більш високих частотах. Існують навіть програмні продукти для розрахунків її параметрів та аналізу. Але, тим не менше, на багатьох сайтах для радіолюбителів часто виникають питання про роботу даної антени у діапазонах Wi-Fi, стільникового зв'язку, радіоуправління. На жаль, запропоновані програми та калькулятори на ці питання не дають відповіді. Посилаються на відповідність розмірів, підключення, правильний вибір коаксіального кабелю та інше, ті хто використовує такі антени.

Так як у багатьох, у тих, хто повторив конструкцію, вони прекрасно працюють, забезпечують необхідні параметри. Особливо багато запитань у тих, хто використовує антenu без рефлекторної решітки. Де антена без решітки представляє звичайний диполь Герца, і нічого незвичайного там немає. Але це так і не так. Якщо подивитися на диполь Герца, то він складається з двох горизонтальних провідників, довжиною $\lambda/4$ кожен, а антена Харченко – це два ромби зі стороною, рівною $\lambda/4$, а горизонтальна діагональ одного ромба тоді в $\sqrt{2}$ раз менша за $\lambda/4$. Тобто, резонансна частота диполя антени Харченко без рефлекторної решітки збільшилася у стільки ж разів, і знаходиться за межами необхідного діапазону, розрахованого за допомогою калькулятора чи програми.

На кафедрі БітаТ були виготовлені антени відповідного розміру та проведені експериментальні дослідження частотної залежності КСХН щодо збіжності результатів, які показують літературні джерела („літературний” підхід) та спеціалізовані програми („програмний підхід” підхід). На рисунку 1 показано, наприклад, залежності $K_{\text{нд}}(f)$ для антени Харченко з довжинами сторін 41 мм („літературний” підхід) та 34 мм („програмний підхід” підхід).

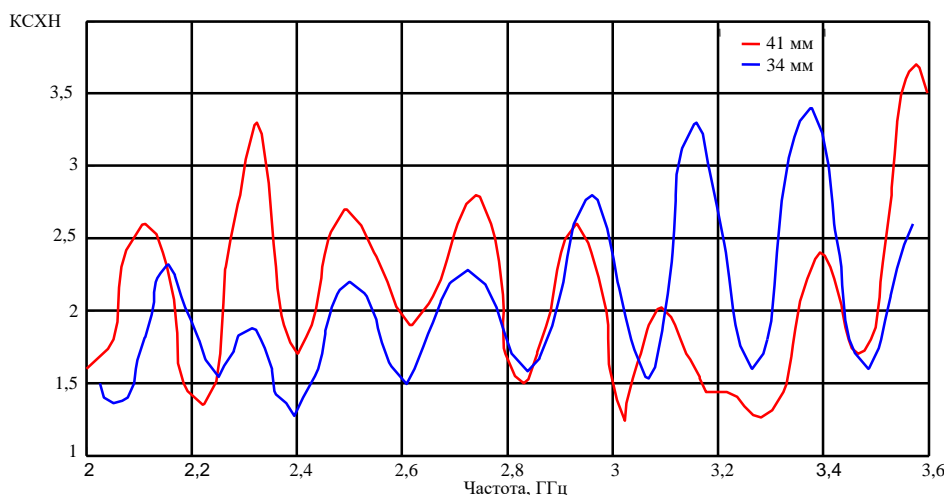


Рисунок 1 – Експериментальні залежності $K_{\text{нд}}(f)$

З отриманих залежностей можна зробити такі висновки: залежності $K_{\text{нд}}(f)$ мають періодичний характер; у середньому в антени з довжиною сторони 34 мм КСХН менший, ніж у антени, розміри сторони якої становлять 41 мм; у смузі 2,12...3,1 ГГц відмінності між обома антенами найбільш помітні, причому рівень КСХН явно на користь „програмного” підходу; на робочій частоті (2,44 ГГц) різниця значень КСХН антен становить ~0,5; у смузі 3,1...3,6 ГГц антени міняються місцями за значенням КСХН.

Таким чином, „програмний” підхід розрахунку розмірів сторін антени Харченко дозволяє отримати менші значення КСХН на заданій частоті та в її околі (у смузі ~40 %).

Куляс Р.О., аспір., І рік навч., ФІРЕН
 Науковий керівник – к.т.н., доц. Семенов А.О.
 Вінницький національний технічний університет

**МОДЕЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ АВТОКОЛИВНОЇ СИСТЕМИ РЕССЛЕРА
 ТА ВИЗНАЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ЇЇ ХАОТИЧНИХ КОЛИВАНЬ**

Хаотичні сигнали мають практичне застосування у надширококутових системах зв'язку та характеризуються великою енергетичною ефективністю, високою швидкістю передачі даних, підвищеною завадостійкістю. Для розроблення системи прихованої передачі інформації на основі динамічної системи Ресслера (1) потрібно дослідити інформаційні та статистичні параметри її хаотичних коливань.

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = -x_2 - x_3, \\ \frac{dx_2}{dt} = x_1 + a \cdot x_2, \\ \frac{dx_3}{dt} = b + x_3 \cdot (x_1 - c), \end{cases} \quad (1)$$

Математичне моделювання динамічної системи Ресслера (1) здійснено у пакеті програм MathCad 15.0 за допомогою стандартної функції *rkfixed()* за початкових умов (0;0.5;0) і таких параметрів коефіцієнтів рівнянь системи (1): a = 0,35, b = 0,2, c = 4,7. Результати моделювання подані на рисунках 1 – 3.

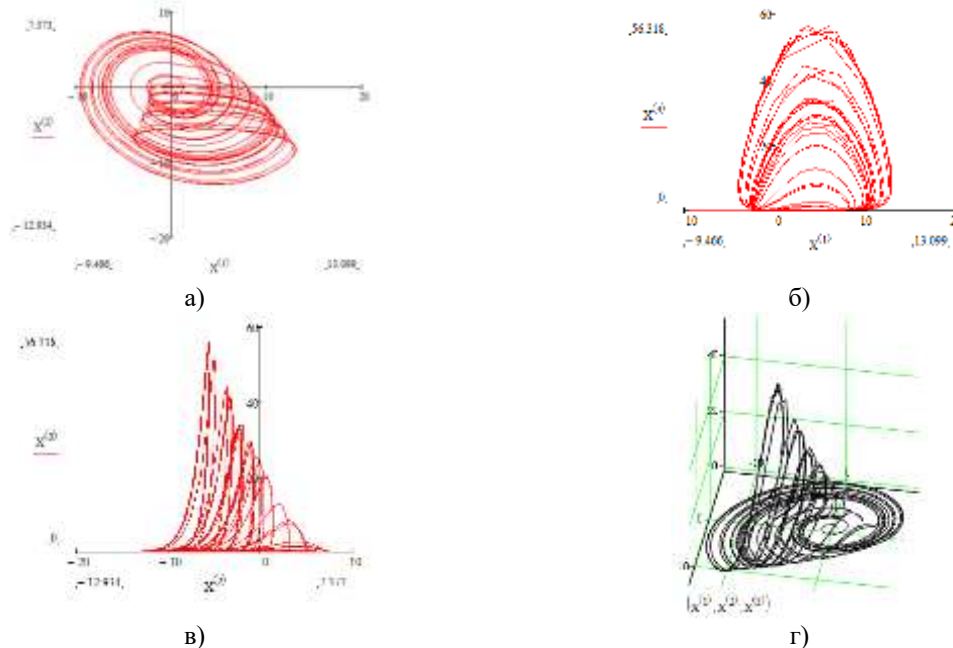


Рисунок 1 – Фазові портрети динамічної системи Ресслера у площинах змінних x_1 - x_2 (а), x_1 - x_3 (б), x_2 - x_3 (в) та у просторі змінних x_1 - x_2 - x_3 (г)

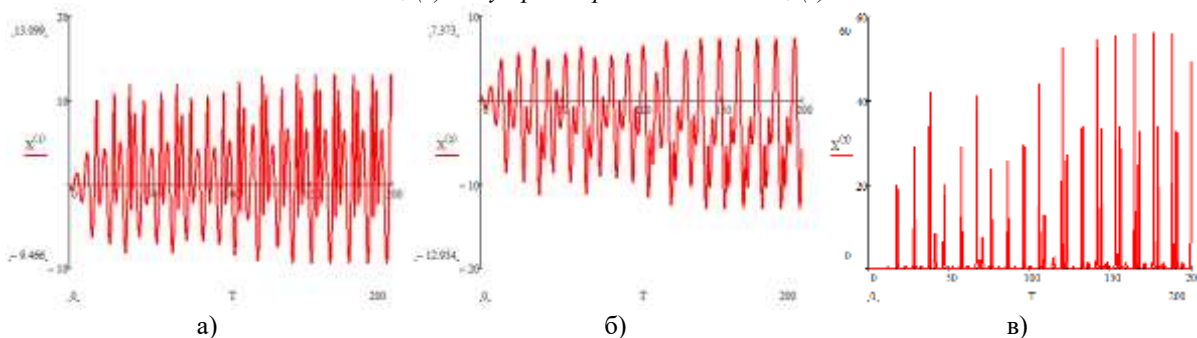


Рисунок 2 – Часові діаграми генерованих хаотичних коливань динамічної системи Ресслера: x_1 (а), x_2 (б), x_3 (в)

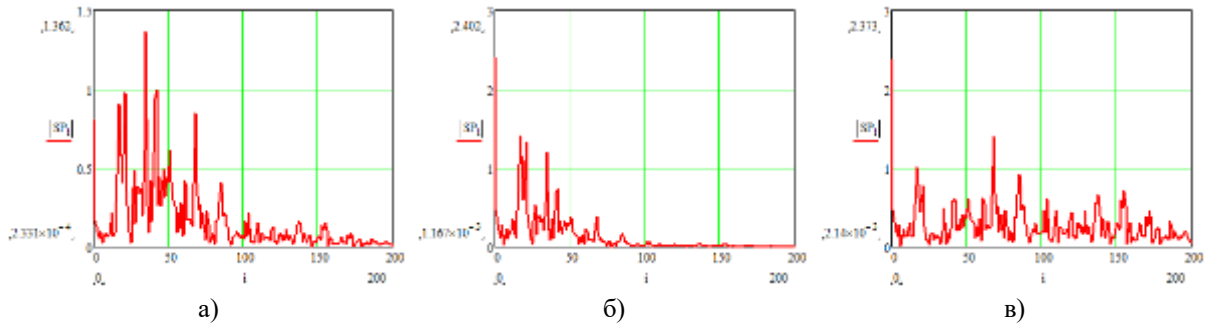


Рисунок 3 – Амплітудно-частотні спектри генерованих хаотичних коливань динамічної системи Ресслера: x_1 (а), x_2 (б), x_3 (в)

Характеристичні показники Ляпунова знайдено за допомогою програми DEREK 3.0 (рисунок 4):
 $\lambda_1 = 1,3901661 \cdot 10^{-1}$, $\lambda_2 = 9,8428538 \cdot 10^{-2}$, $\lambda_3 = -4,2790892 \cdot 10^0$.

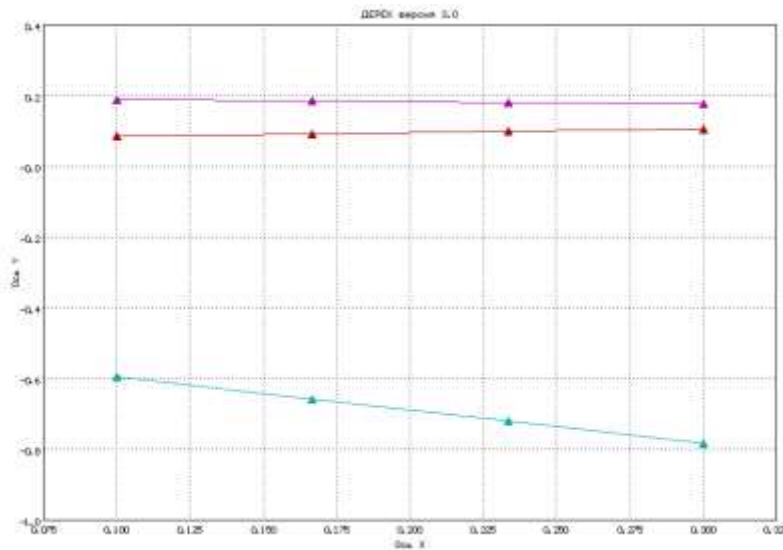


Рисунок 4 – Графіки характеристичних показників Ляпунова динамічної системи Ресслера при зміні коефіцієнту $b=0,1..0,3$

Величина ентропії Колмогорова-Сіная довільної хаотичної системи безпосередньо зв'язана з характеристичними показниками Ляпунова. При цьому, від'ємні характеристичні показники Ляпунова не здійснюють внесок до загальної величини ентропії. Ентропія хаотичних систем визначається лише додатними показниками Ляпунова

$$H = \sum_{\lambda_i(x) > 0} \lambda_i(x) = 0,2374. \quad (2)$$

Поняття фрактальної розмірності атратора тісно пов'язана з Ляпуновською розмірністю

$$d_{L1} = j + \sum_{i=1}^j \frac{\lambda_i}{|\lambda_{j+1}|}, \quad (3)$$

де усі характеристичні показники Ляпунова впорядковані по зростанню $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_n$, n – розмірність фазового простору, а число j – визначається з таких умов $\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_j \geq 0$, $\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_{j+1} < 0$.

Фрактальна розмірність хаотичного атратора фазового портрета динамічної системи Ресслера

$$d_F = d_{L1} = 2 + \frac{\lambda_1}{|\lambda_3|} + \frac{\lambda_2}{|\lambda_3|} = 2,0555$$

Як статистичні параметри хаотичних коливань автоколивної системи Ресслера були обчислені коефіцієнти їх взаємної кореляції за допомогою стандартної функції corr(X1,X2) програми MathCad 15.0, які становлять

$$\rho(X1, X2) = -0,34158, \quad \rho(X1, X3) = 0,24198, \quad \rho(X2, X3) = -0,05058.$$

ДОСЛІДЖЕННЯ МАЛОГАБАРИТНОГО ВИПРОМІНЮВАЧА НА МІКРОСМУЖКОВІЙ КРУГОВІЙ МЕАНДР ЛІНІЇ ДЛЯ РАДІОЧАСТОТНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ

Проблема перетворення інформації з фізичної форми у віртуальну на сучасному етапі розвитку галузі мереж і телекомунікацій все ще є актуальною. Рішенням даної проблеми може служити технологія радіочастотної ідентифікації. В англomовній літературі прийнято термін Radio Frequency Identification (RFID). Віртуальна інформація зберігається у мітці, приліпленій до об'єкта, і перетворення у фізичну форму відбувається за рахунок безконтактного зчитування даних з цієї позначки.

Технологія RFID до теперішнього часу ще не набула масового застосування та широкої популярності. Однак уже зараз технічна реалізація апаратури RFID знаходиться на досить хорошому рівні і постійно вдосконалюється.

Важливим фактором для подальшого розширення сфер застосування технології RFID служить зменшення габаритних розмірів мітки. Мітки, як мінімум, повинні бути менше маркованого об'єкта. Мітка для RFID зазвичай складається з мікрочіпа і антени. Сучасні технології вже дозволяють створювати мініатюрні чіпи, розмір яких становить менше 0,5 кв. мм. Для подальшого зменшення габаритних розмірів мітки актуальним є створення малогабаритних антен. Технічні параметри мітки, особливо дальність її зчитування, залежать від форми і габаритів антен. У свою чергу габаритні розміри антени безпосередньо знаходяться відповідно до робочих частот. З цих причин мітки з малогабаритними антенами мають не настільки хороші технічні характеристики, які притаманні міткам з антенами, найбільш підходящими для даного робочого діапазону частот. Наприклад, на частоті 915 МГц розмір антени для радіочастотної ідентифікації дорівнює 16 см.

Найпростіше рішення проблеми мінімізації габаритних розмірів антени для мітки є підвищення робочої частоти. Однак такий підхід призводить до інших обмежень, пов'язаних з поширенням і загасанням радіохвиль. Вимоги до розмірів у більшості випадків залежать від сфери застосування і конфігурації системи. Наприклад, якщо потрібні невеликі відстані для зчитування, то у такому випадку розміри антен можуть бути максимально зменшені.

Таким чином, дослідження малогабаритного випромінювача на мікросмужковій круговій меандр-лінії для радіочастотної ідентифікації є актуальним завданням, яке і визначило головну мету даної роботи.

Розглянемо функції і процес взаємодії зчитувача і мітки. Зчитувач забезпечує передачу інформаційних і синхронізуючих сигналів, а також випромінювання потужності. Інформаційні сигнали служать для ідентифікації міток і виконання алгоритмів, необхідних для зниження ймовірності помилкового розпізнавання мітки. Синхронізація забезпечує функціональність цифрової частини електронної схеми мітки. Синхросигнали можуть генеруватися двома способами (залежно від несучої частоти): за допомогою модуляції або відразу з високочастотного сигналу.

Мітка повинна забезпечувати прийом енергії, отриманої від зчитувача, і обробку інформаційних і синхронізуючих сигналів зчитувача. Далі мітка обробляє отриману контактну інформацію і передає її зчитувачу у вигляді унікального ідентифікаційного коду. Передача інформації в пасивних системах RFID виконується за допомогою модуляції сигналу зчитувача. Після цього зчитувач приймає інформацію і передає її назад у хост.

Чіпові мітки бувають пасивними, напівактивними і активними. Природно, що активні мітки мають кращі характеристики і велику дальність до десятків кілометрів. Однак наявність у таких позначках джерела живлення і передавача призводить до збільшення габаритів і вартості мітки. Теж можна сказати і про напівактивні мітки, чий параметри не сильно погіршуються у порівнянні з активними мітками, але також призводять до збільшення їх ціни. Пасивні ж мітки, хоч і мають не дуже високу дальність (до десяти метрів), сильно виграють у інших типів чіпових міток в вартості і мають мінімальні розміри.

З вищесказаного можна зробити висновок, що пасивні чіпові мітки краще за інших підходять для радіочастотної ідентифікації не тільки через своїх розміри, але і найменшу вартість. В даному дослідженні буде розглядатися антена саме для такої мітки.

Носач М.С., магістрант
 Хоменко Ж.М., к.т.н., ст. викл.

Житомирський державний технологічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЦИФРОВОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ СУМІШІ СИГНАЛІВ НАДНИЗЬКОЇ ЧАСТОТИ

Розглянувши основні відомі методи розділення суміші сигналів наднизької частоти такі, як аналогові, фільтраційні і спектральні, згідно тематики роботи було обрано найбільш доцільний метод для кожної задачі окремо. Для розділення суміші сигналів – фільтраційний метод, а для вимірювання частоти сигналів – спектральний. Доцільніше використовувати цифрові методи, це забезпечує високу точність та мінімум апаратних витрат.

Основною метою роботи було виділення частот ритмів дихання та серцебиття. Для цієї мети була розроблена математична модель суміші сигналів, яка нагадувала б адекватну модель, що реально отримується. При цьому сигнальна модель повинна враховувати дію завад. Також повинні враховуватись різні частотні співвідношення компонент сигналу для більш точного визначення їх параметрів.

Параметри сигналів, що обумовлені диханням та серцебиттям є істотно різними. Розроблений алгоритм обробки генерованого сигналу та інформації, яку він несе, використовує ці відмінності. Обробка сигналів підрозділяється на аналоговий та цифровий етапи.

Перелік операцій та порядок їх виконання буде таким:

Аналогове оброблення інформації:

- Прийом сигналу;
- Підсилення;
- Фільтрація.

Цифрове оброблення інформації:

- Дискретизація прийнятого сигналу;
- Фільтрація;
- Визначення частот гармонік.

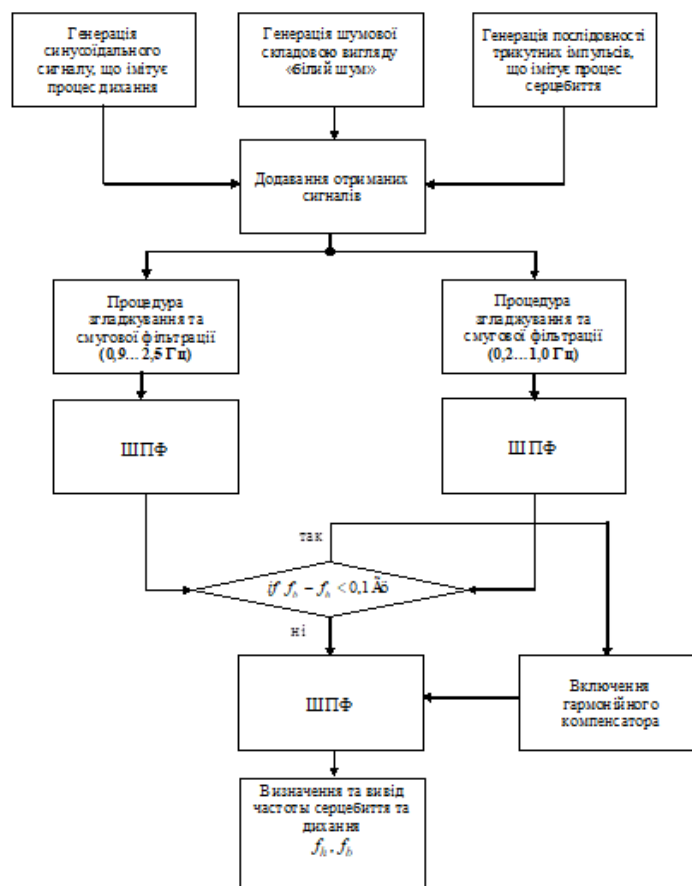
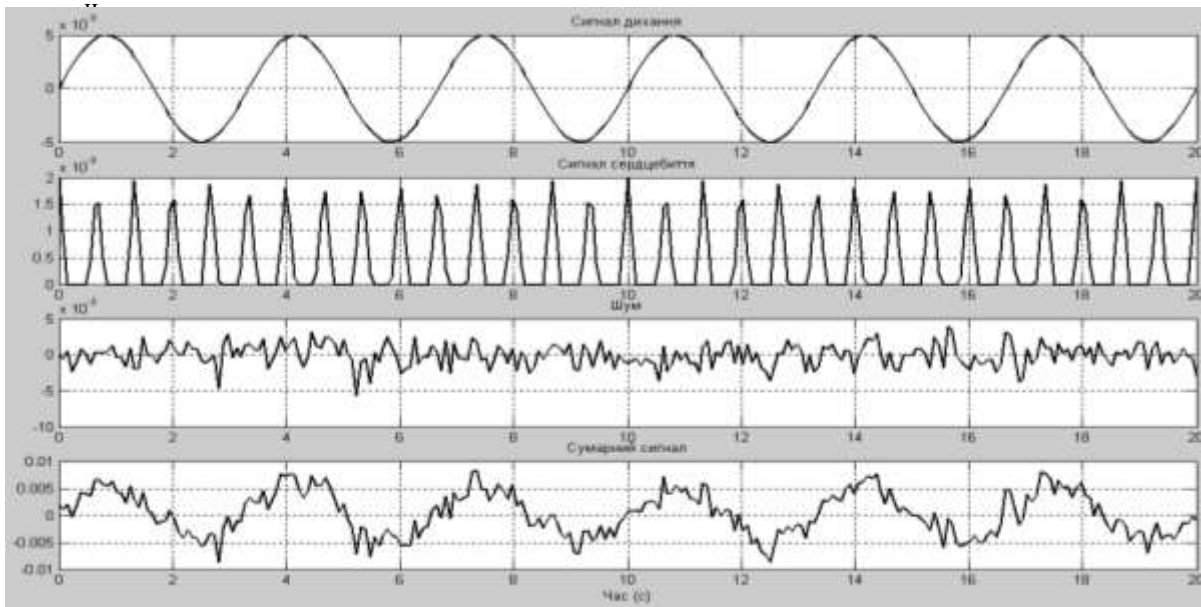


Рисунок 2 – Алгоритм цифрової фільтрації суміші сигналів
 Моделювання суміші біометричного сигналу наднизької частоти (рисунок 3).
 Дослідження проводимо для наступних параметрів моделювання:

- а
- т
- максимальна амплітуда шуму складає 30% від заданої амплітуди компоненти дихання.



с
е

Рисунок 3 – Часові епюри біометричного сигналу

Дослідження якості фільтрації при дії власних шумів

Початкові умови: частота дихання – $f_b = 0,3$ Гц, частота серцебиття – $f_h = 1,5$ Гц, частота дискретизації

Результати якості фільтрації на дії власних шумів наведено на рисунку 4.

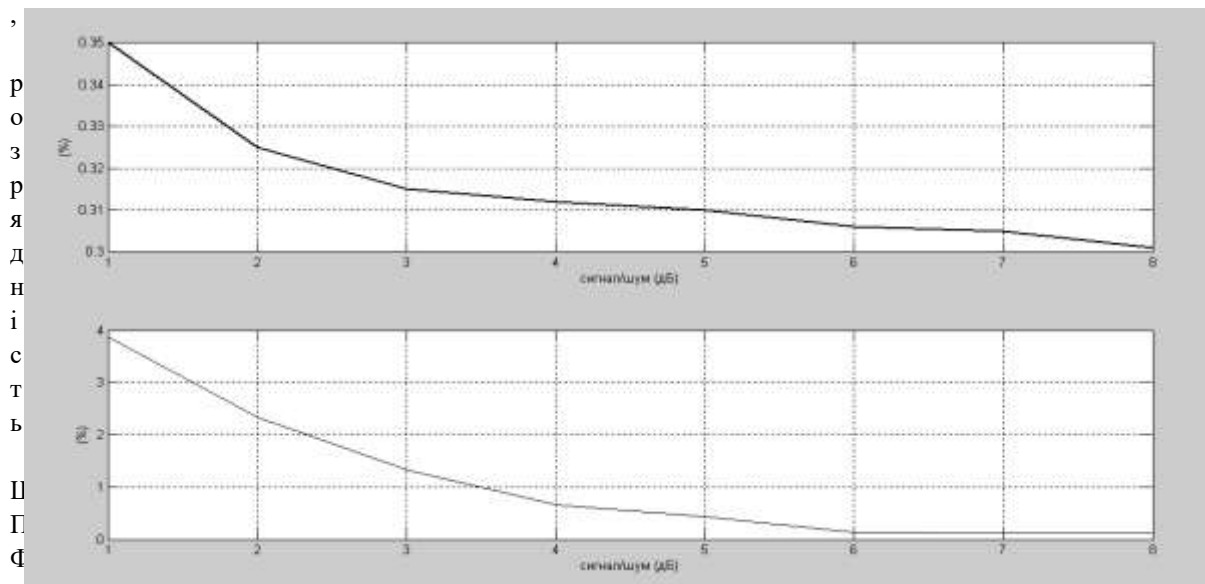


Рисунок 4 – Залежність абсолютної похибки від відношення сигнал/шум

Таким чином, завдяки побудованій математичній моделі та моделюванню на базі розробленого алгоритму та отриманих результатів, на основі яких можна стверджувати про правильність розрахунків та доцільність вибору даного методу та способу фільтрації.

ч
а
с

с
п
о
с
т
е