

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, РОБОТОТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
МОНІТОРИНГУ ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ Шутко В.М.
« ____ » _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 153 «МІКРО- ТА НАНОСИСТЕМНА ТЕХНІКА»
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ
«ФІЗИЧНА ТА БІОМЕДИЧНА ЕЛЕКТРОНІКА»

**Тема: «ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА АКУСТИЧНОГО ЗОНДУВАННЯ
АТМОСФЕРИ»**

Виконавець
студент групи МН-206М _____ Блонський Назар Володимирович

Керівник
кандидат Технічних наук, доцент _____ Сініцин Рустем Борисович

Консультант розділу
«Охорона праці» _____ Якимець І.В.

Консультант розділу
«Охорона навколишнього середовища» _____ Маджд С.М.

Нормоконтролер _____ Сініцин Р.Б.

КИЇВ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій

Кафедра електроніки, робототехніки і технологій моніторингу та інтернету речей

Напрямок (спеціальність, спеціалізація): Фізична та біомедична електроніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Шутко В.М.

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи (проекту)

Блонський Назар Володимирович

1. Тема роботи «Електронна система акустичного зондування атмосфери» затверджена наказом від «02» жовтня 2020 р. №1900/ст
2. Термін виконання роботи: з «05» жовтня 2020 р. по «27» грудня 2020 р.
3. Вихідні дані роботи :
Акустичний локатор
Точність вимірювання швидкості вітру ± 1 м/с
Алгоритм вимірювання дальності
4. Зміст пояснювальної записки:
Загальні принципи дистанційного зондування атмосфери .
Содар: застосування, призначення, алгоритм вимірювання дальності, експериментальні дослідження .
Перелік використаних джерел
5. Функціональна схема акустичного локатора, модель функції невизначеності шумового та гармонічного сигналу, алгоритм вимірювання дальності в акустичному локаторі, результати програмної реалізації алгоритму вимірювання дальності.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ Пп	Найменування етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
0	Ознайомлення з тематикою дипломних проектів. Вибір теми.	18.09.20	
1	Обробка матеріалів за темою дипломного проекту: книги, журнали, Інтернет.	23.09.20	
2	Розгляд питань метеорології та прогнозування погоди.	27.09.20	
3	Ознайомлення з питаннями дистанційного зондування атмосфери.	30.09.20	
4	Розгляд методів обробки сигналів в акустичних локаторах різного типу дій.	1.10.20	
5	Розробка алгоритму вимірювання дальності для багатоканального акустичного локатора.	3. 10.20	
6	Експериментальне дослідження алгоритму вимірювання дальності та аналіз результатів.	7.10.20	
7	Оформлення результатів експериментальних дослідів.	10.10.20	
8	Подання на кафедру дипломної роботи. Усунення недоліків. Оформлення пояснювальної записки.	07.12.2020	
9	Електронна версія доповіді, ілюстративний матеріал доповіді	07.12.2020	

Студент-дипломник

Блонський Н.В.

Керівник роботи

Сініцин Р.Б.

Консультанти з окремих розділів:

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Якимець І.В.		
Охорона навколишнього середовища	Маджд С.М.		

Дата видачі завдання: " __ " _____ 2020 р.

Керівник дипломної роботи:

Р.Б. Сініцин

Завдання прийняв до виконання:

Н.В. Блонський

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи: «Електронна система акустичного зондування атмосфери»

ЛОКАЦІЯ, МЕТЕОРОЛОГІЯ, СОДАР, ДОПЛЕРІВСЬКИЙ ЗСУВ, ФУНКЦІЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ. АКУСТИЧНА ЛОКАЦІЯ, СОДАР, ЕФЕКТ ДОПЛЕРА, ФУНКЦІЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ, ШИРОКОСМУГОВА ФУНКЦІЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ.

Ключові слова: методи спектрального аналізу, поляризаційний доплерівський метеорологічний радіолокатор.

Мета роботи – розробити методи прийому акустичного сигналу в акустичному метеорологічному локаторі для вирахування руху швидкості повітря (вітру).

Метод дослідження – тестування розробленої програмної частини на спроектованій і зібраній тестовій установці акустичного локатора.

У дипломній роботі розглянуті питання дистанційного зондування атмосфери, прогнозування погоди. Розглянуті методи вимірювання дальності в акустичній локації та вплив зондуючого сигналу на якість результатів.

Матеріали дипломної роботи рекомендується використовувати при проведенні наукових досліджень, у навчальному процесі та в практичній діяльності.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. СОДАРИ. МЕТОДИ АКУСТИЧНОГО ЗОНДУВАННЯ АТМОСФЕРИ.РАДІОЛОКАТОРИ.....	12
1.1. Метеорологія	12
1.2. Атмосфера Землі. Прогнозування погоди.....	13
1.3 Авіаційна метеорологія.....	14
1.3.1 Завдання авіаційної метеорології.....	14
1.3.2 Вплив вітру на зліт, посадку літака.....	14
1.4 Методи дистанційного зондування атмосфери.....	17
1.5 Зондування атмосфери.....	19
1.5.1 Акустичні системи вітрового зондування атмосфери	19
1.5.2 Системи содарів. Принцип їх роботи.....	23
1.5.3 Моностатичні та багатоосьові содари.....	24
1.5.4 Сфери використання содарів.....	24
1.5.5 Некогерентні доплерівські лідари.....	25
1.5.6 Когерентні доплерівські лідари.....	26
1.5.7 Доплерівський метеорологічний радіолокатор.....	28
1.5.8 Структура поляризаційного доплерівського метеолокатора.....	30
1.5.9 Небезпечні та шкідливі промислові фактори під час використання содар.....	33
РОЗДІЛ 2. ФУНКЦІЯ НЕВИЗАЧЕНОСТІ. БАГАТОКАНАЛЬНИЙ АКУСТИЧНИЙ МЕТЕОЛОКАТОР.....	35
2.1 Двоканальний акустичний метеолокатор.....	35
2.2 Вимірювання дальності в імпульсній радіолокації.....	36
2.3 Функція невизначеності.....	40
2.3.1 Функція невизначеності для вузькосмугового сигналу.....	40
2.3.2 Ідеальна функція невизначеності.....	41
2.3.3 Моделювання функцій невизначеності.....	42
2.3.4 Властивості функції невизначеності.....	46
2.3.5 Багатовимірною функція невизначеності.....	47

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	49
3.1 Типи зондувальних сигналів.....	51
3.2 Критерії якості зондувальних сигналів	52
3.3 Радіоімпульс.....	53
3.4 Сигнал з лінійної частотної модуляції.....	55
3.5 Випадковий сигнал	57
3.6 Квадратурна модуляція.....	61
3.7 Обробка отриманого сигналу	62
3.8 Обчислення функції невизначеності.....	64
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	68
4.1 Перелік небезпечних та шкідливих виробничих факторів у робочій Зоні..	68
4.2 Технічні заходи для зменшення впливу шкідливих факторів	69
4.2.1 Заходи від ураження електричним струмом.....	70
4.2.2 Заходи захисту від статички.....	71
4.2.3 Забезпечення освітлення робочої зони.....	71
4.2.4 Електроживлення і заземлення обладнання.....	72
4.3 Пожежна безпека	76
4.4 Інструкція з техніки безпеки , пожежної та вибухової безпеки.....	77
4.4.1 Вимоги безпеки перед початком роботи.....	77
4.4.2 Вимоги безпеки під час роботи.....	77
4.4.3 Вимоги безпеки після закінчення робіт.....	78
4.5 Інструкція охорони праці для оператора содар.....	79
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	83
5.1 Аналіз проблем впливу акустичного зондування атмосфери на стан довкілля.....	83
5.2 Аналіз основних джерел впливу та їх наслідків на людину та її оточення.....	85
5.2.1 Електричний струм та захист від нього.....	85
5.2.2 Іонізуюче випромінювання та захист від нього.....	86
5.2.3 Дія шуму на організм людини.....	88
5.3 Рекомендації щодо зниження цих негативних чинників.....	90

5.3.1 Вплив шуму при роботі з обладнанням.....	92
5.3.2 Методи та засоби захисту від шуму.....	93
5.5 Висновок.....	96
ВИСНОВОК.....	97
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	98

ВСТУП

Акустична локація - це основний засіб виявлення об'єктів, основне правило акустичної локації – виявлення місця розташування об'єкта, із відбитим звуком (сигналом) від об'єкта, створеного цим об'єктом.

Основним пристроєм акустичної локації є SODAR. Засоби SODAR зондують атмосферу з високою роздільною здатністю. Максимальний діапазон системи SODAR у діапазоні від сотні до сотень метрів висоти. SODAR використовуються в будь-якому місці, де вам потрібно виміряти швидкість вітру. Деякі типові використання: вивчення дисперсії атмосфери, розповсюдження вітру, попередження бурь, оперативний моніторинг вітру, аналіз розповсюдження звуку, оцінка мікрохвильових взаємодій і контроль вихрових потоків літаків.

Механізм розповсюдження звуків в атмосфері вивчається уже більше 200 років, але тільки в останні 50 років акустичне розсіювання використовується як засіб вивчення структури шарів атмосфери.

Більшість систем содарів працюють, випускаючи за короткі інтервали часу акустичний пульсуючий сигнал, після чого отримують відбитий сигнал. Взагалі, інтенсивність, як і так званий доплерівський зсув (частотний) відбитого сигналу, аналізуються з метою визначення швидкості вітру, його напрямки і характеристики турбулентності атмосфери. Профіль атмосфери, як функція висоти, може бути отримана шляхом аналізу відбитого сигналу; який фіксується прийомним пристроєм після кожного переданого передавачем імпульсу. Відбитий сигнал, який буде зафіксовано при будь-якому часі затримки між передачею і прийомом (відгуком) дозволяє отримати дані про стан атмосфери з розподілом по висоті, залежно від швидкості поширення звуку в різних середовищах.

Отримани великий об'єм інформації від локаторів потребує для її обробки сучасну обчислювальну техніку і сучасне програмне забезпечення. Розробляються нові алгоритми обробки інформації з содарів для отримання

більш точних даних.

Саме методами та алгоритмами обробки прийнятого сигналу відрізняються содари різних марок. Більшість комерційних содарів зараз використовують метод швидкого перетворення Фур'є (ШПФ) для отримання доплерівського зсуву. Але до і після обробки по методу ШПФ, можуть бути використані різноманітні методики. Основне їх призначення – покращити детектування сигналу. Одна із таких методик – усереднення сигналу. Усереднення може бути використане по часу і по частоті з метою зменшення шуму і покращення пропорцій сигнал/шум, що звичайно являється основним критерієм прийнятності даних.

Погода і клімат планети Земля визначаються динамічними процесами, які відбуваються в атмосфері, і безпосередньо впливають на життя і діяльність людини. Отримання інформації про розподіл метеорологічних параметрів в атмосфері можливе за допомогою контактних та дистанційних методів вимірювань .

На даний час значного поширення набули дистанційні методи зондування, які дозволяють при малих експлуатаційних витратах вести з поверхні землі тривалі безперервні вимірювання у всьому шарі зондування і таким чином контролювати динаміку атмосферних процесів . Метод радіоакустичного зондування атмосфери дозволяє дистанційно реєструвати профілі основних метеорологічних величин – температури і вологості повітря, швидкості і напрямку вітру .

Протягом тривалого часу цей метод розвивався на базі доплерівської радіолокації пакета акустичних хвиль, який поширюється в атмосфері в напрямку зондування. Однак ряд особливостей, властивих доплерівській радіолокації просторово розподілених неоднорідностей, які створюються звуковою хвилею, помітно ускладнили впровадження його в практику метеоспостережень.

Робота складається з, ста сторінок , вступу, п'яти розділів та висновку. Перший розділ – це теоретичні відомості про содари та їх значущість в різних сферах використання. В другому розділі описується математичний апарат роботи, вибір зондуючого сигналу. В третьому розділі описується практична частина . В четвертому розділі описується « Охорона праці» . В п'ятому розділі описується «Охорона навколишнього середовища»

РОЗДІЛ 1. СОДАРИ. МЕТОДИ АКУСТИЧНОГО ЗОНДУВАННЯ АТМОСФЕРИ. РАДІОЛОКАТОРИ.

1.1 Метрологія

Метеорологія – це наука про фізичні процеси, які відбуваються в земній атмосфері. Метеорологія вивчає склад, густину, температуру і вологість повітря, променеву енергію руху і перетворення повітряних мас, хмари, опади, урагани, заморозки, засухи і інші явища, що відбуваються в атмосфері землі, у взаємодії з поверхнею суші та Світового океану.

В багатьох країнах метеорологію називають фізикою атмосфери, що в більшому степені відповідає її сьогоденному значенню. Значна частина метеорологів займається моделюванням прогнозу погоди, клімату, дослідженням атмосфери (за допомогою радарів, супутників тощо).

В нашій країні, як і в інших країнах світу, існує обширна мережа метеорологічних спостережень, яка включає в себе приземні спостереження на метеорологічних станціях, обсерваторіях; аерологічні спостереження за допомогою радіозондів, метеорологічних і геофізичних ракет; радіолокаційні спостереження атмосфери; спостереження на морях і океанах зі спеціально оснащених суден; супутникове спостереження та ін..

Метеорологічні дослідження спираються на новітні технічні засоби, нові прилади з використанням камер штучного клімату, авіації, супутникової інформації. Розвиток метеорології датується другою половиною 18 століття. Протягом цього періоду з'явилася мережа метеорологічних статей, яка з часом поступово збільшувалася. На моменті метеорологія використовує новітні технології, використовуючи штучні повітряні камери, авіацію, супутникову інформацію.

Завдання метрології.

Основними завданнями метрології є:

- розвиток загальної теорії вимірювань;

- встановлення одиниць фізичних величин і узаконення певних одиниць вимірювань;
- розробка методик вимірювань та засобів вимірювальної техніки;
- забезпечення єдності та необхідної точності вимірювань;
- встановлення еталонів одиниць вимірювань;
- проведення регулярної повірки мір та вимірювальних приладів, що знаходяться в експлуатації;
- випробування нових засобів вимірювання тощо

1.2 Атмосфера Землі. Прогнозування погоди

Одним з основних об'єктів вивчення метеорології є атмосфера, яка є газоподібною оболонкою Землі. Вона складається з газових сумішей, які наповнюють повітря. В атмосфері знаходяться в зваженому стані рідкі та тверді частинки.

Процеси в атмосфері розвиваються хаотично. Це означає, що для прогнозування різних явищ у різному просторово-часовому масштабі потрібні різні підходи. Наприклад, прогноз тиску повітря на добу в приземному шарі є майже таким же точним, як вимірювання за допомогою метеозондів, за даними яких його перевіряли. І навпаки, важко дати детальний тригодинний прогноз переміщення шквалів.

Розробляються комп'ютерні методики прогнозування цих небезпечних явищ погоди. З іншого боку, існує проблема довгострокових прогнозів, тобто більш ніж на декілька днів наперед, для яких абсолютно необхідні спостереження за погодою в межах усієї земної кулі, але навіть і цього виявляється недостатньо. Оскільки турбулентна природа атмосфери обмежує можливість прогнозу погоди на великій території терміном до двох тижнів, то прогноз на більш тривалий час повинен засновуватися на чинниках, які передбачуваним чином впливають на атмосферу і при цьому будуть відомі

більш ніж за два тижні.

1.3 Авіаційна метеорологія

1.3.1 Завдання авіаційної метеорології

Авіаційна метеорологія являється однією із пріоритетних областей прикладної метеорології. Відомо, що у всі часи авіація була стимулом для розвитку багатьох напрямків метеорологічних наук, таких як метеорологічні прилади, системи збору і передачі метеорологічної інформації, короткострокові прогнози погоди та інше.

Авіаційна метеорологія вивчає метеорологічні умови, у яких діють літальні апарати, і вплив цих умов на безпеку й ефективність польотів, що розробляє методи збору й обробки метеорологічної інформації, підготовки прогнозів і метеорологічного забезпечення польотів. У міру розвитку авіації (створення нових типів літальних апаратів, розширення діапазону висот і швидкостей польотів, масштабу територій для виконання польотів, розширення кола завдань, розв'язуваних за допомогою літальних апаратів і т.д.) перед авіаційною метеорологією ставляться нові завдання. Створення нових аеропортів і відкриття нових авіаційних трас вимагає проведення кліматичних досліджень у районах передбачуваного будівництва й у вільній атмосфері уздовж планованих маршрутів польотів з метою вибору оптимальних рішень поставлених завдань. Зміна умов навколо вже існуючих аеропортів (у результаті господарської діяльності людини або під впливом природних фізичних процесів)

1.3.2 Вплив вітру на зліт, посадку та політ літака

Із всіх метеорологічних елементів найбільше значення для авіації мають хмарність, видимість і вітер. Можна сказати, що вони в основному і визначають метеорологічну обстановку для дій авіації.

Висока хмарність дозволяє виконувати ешелонування по висоті. Низька і потужна по вертикалі хмарність пов'язує маневреність, ускладнює

спостереження і орієнтацію на місцевості.

Хмарність є хорошим засобом маскування від візуального нагляду наземного і повітряного противника, але не у будь-яку хмару безпечно входити.

Погана видимість ускладнює зліт і посадку, а також орієнтацію в польоті, інколи змушуючи переходити до пілотування тільки по приборам. Крім температури та тиску на злітно-посадкові характеристики літака за інших рівних умов (польотна вага, сила тяги, стан ЗПС) дуже сильно впливає швидкість та напрямок вітру. Зліт та посадку літаків прагнуть здійснювати проти вітру, тому що зустрічний вітер зменшує швидкість відриву ($V_{від}$) при зльоті й посадкову швидкість ($V_{пос}$) при посадці, отже, зменшує довжину розбігу та пробігу літака. Для оцінки зміни часу і довжини розбігу при штилі використовують співвідношення:

$$t_{роз\ 0} = \frac{V_{від}}{j}; \quad L_{роз\ 0} = \frac{V_{від}^2}{2j}, \quad (1.1)$$

де $t_{роз\ 0}$, $L_{роз\ 0}$ – час та довжина розбігу при штилі, відповідно; j – середнє прискорення. Зустрічний вітер при зльоті створює додатковий обдув літака, збільшує путьову стійкість та полегшує керівництво літаком на початку руху.

При попутному вітрі, навпаки, збільшується довжина розбігу, погіршується стійкість літака на початку руху при зльоті, ускладнюється виконання зльоту та посадки. Довжина пробігу при посадці літака проти вітру зменшується із-за того, що вітер створює лобовий опір, який разом з силою тертя коліс літака дуже збільшує абсолютну величину від'ємного прискорення після приземлення.

Крім того, швидкість руху літака відносно ЗПС у момент торкання при зустрічному вітрі менша, ніж при штилі або попутному вітрі. Для зменшення

довжини пробігу використовуються гальмові щитки, гальмові парашути, які здатні гасити до 30...40% кінетичної енергії літака під час пробігу, а також реверс тяги (зміна напрямку струменю газів, які виходять з ТРД).

На літаках скороченого зльоту та посадки створюється вертикальна складова тяги (девіація тяги), яка дозволяє істотно зменшити $V_{від}$ та $V_{пос}$. Значно ускладнюється зліт та посадка літака при боковому вітрі або при його великих бокових складових.

При зльоті з боковим вітром утворюються додаткові аеродинамічні сили, які перешкоджають керуванню літаком. Під впливом цих сил виникають моменти, що кренять та розкручують літак.

Момент, що кренить, виникає внаслідок нерівномірного обдуву крил. Наприклад, якщо вітер спрямований відносно лінії руху літака, то на 31 правій площині підймальна сила зростає, а на лівій площині, навпаки, зменшується.

Момент, що розкручує, виникає тому, що центр ваги літака та центр бокового тиску вітру не збігаються. Тому боковий вітер створює силу, яка намагається розкрутити літак проти вітру. Посадка літака при боковому вітрі пов'язана з ще більшими труднощами, ніж зліт. Основні труднощі полягають в тому, що пілоту доводиться боротися проти зносу літака. Неточне врахування вітру може призвести до приземлення літака поза ЗПС.

Для кожного типу літака встановлюється найбільш припустима швидкість бокового вітру (бокової складової), при якій можливі посадка та зліт. Її величина залежить від особливостей конструкції літака та питомого навантаження на крило G/S . Чим більше питома навантаження на крило, тим значніша величина найбільш припустимої швидкості бокового вітру.

Надзвукові літаки з трикутним крилом мають дуже великі питомі навантаження та здатні літати і приземлятися з сильним боковим вітром. Для більшості літаків найбільша швидкість бокового вітру дорівнює $15 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ (при сухій ЗПС). Для легких літаків найбільш припустима швидкість бокового вітру не перевищує $8\text{...}10 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Ці обмеження необхідно враховувати при

метеорологічному забезпеченні польотів.

1.4 Методи дистанційного зондування атмосфери

Дослідження атмосфери шляхом дистанційного зондування є одним з провідних шляхів отримання метеоінформації. Цей напрямок досліджень останнім часом найбільш динамічно розвивається і використовується. Його розвиток узгоджується з розвитком новітніх технологій отримання та передачі даних.

Зондування атмосфери – це визначення вертикального або горизонтального розподілу температури, вологості, тиску, вітру та інших фізичних параметрів атмосфери.

Найбільше значення має вертикальне зондування атмосфери. Методів вертикального зондування атмосфери існує багато: зондування за допомогою радіозондів, оптичне – променем лазера, акустичне (звуком), радіолокаційне, ракетне та ін..

При акустичному зондуванні атмосфери визначається розподіл температури та вітру з вимірюванням часу і напрямками приходу звукових хвиль від вибухів невеликих гранат, що скидаються з ракети.

Найбільш поширений метод вертикального зондування атмосфери є за допомогою радіозондів – мініатюрних метеостанцій, що піднімаються до висоти

30 – 40 км гумовими або поліетиленовими кульками, наповненими воднем чи гелієм. Температура вимірюється термістором (рідше біметалічними деформаційними термометрами), тиск – мембранними манометрами, вологість – плівковими або електрохімічними гігрометрами.

Радіозонди безперервно передають по радіо результати вимірювань, що реєструються в пункті випуску. Швидкість і напрямок вітру в шарі, через який піднімаються радіозонди, визначаються за допомогою радіолокаторів. Випуски радіозондів здійснюються щодня кілька разів на добу в строго певний час.

Результати Зондування атмосфери, проведеного більш ніж в 800 пунктах радіозондування в різних географічних районах, є основними вихідними матеріалами для складання прогнозу погоди. Для науково-дослідних цілей поряд із масовими радіозондом періодично піднімаються спеціальні радіозонди, що вимірюють склад атмосфери, радіаційні потоки і т.д.

На великих висотах (до 100 км і вище) зондування атмосфери проводиться метеорологічними ракетами, в головній частині яких містяться прилади, що опускаються на парашуті після досягнення максимальної висоти. Вимірюється густина, температура, вітер, а при науково – дослідних спусках – також і склад повітря, інтенсивність і спектр сонячної радіації і т.д.

Частина вимірювань проводиться при підйомі ракети, а частина – спуску приладів на парашуті. Результати вимірювань передаються по радіо і обробляються на електронних обчислювальних машинах.

Температура визначається електротермометрів або за даними про щільність повітря; на висотах, великих 80 – 90 км, вона може обчислюватися за швидкістю дифузії штучних хмар, що випускаються з ракети.

Оскільки станції радіозондуючого і ракетного зондування атмосфери дають лише 20% метеорологічної інформації, необхідної для прогнозу погоди, залишаючи майже неосвітленими великі океанічні, приполярні і гірські райони, найважливішу роль відіграє зондування атмосфери за допомогою штучних метеорологічних супутників Землі, що дають можливість збору метеорологічної інформації над усіма районами земної кулі.

Вітер у вільній атмосфері визначають, аналізуючи дані про вид хмар та його дрейф, одержувані за допомогою фотографій, зроблених із супутників в денному або інфрачервоному світлі.

Вертикальний профіль температури можна розрахувати за результатами вимірювань спектрального розподілу теплового випромінювання системи Земля – атмосфера, оскільки його інтенсивність певним чином залежить від температури. Виміри ведуться на вузьких ділянках спектру, відповідних смугах

поглинання газів, де вертикальні розподіли в атмосфері стабільні і добре вивчені.

Розробляються методи зондування атмосфери за допомогою лазерів, а також радіохвиль різної довжини.

Горизонтальне зондування атмосфери проводиться епізодично в науково-дослідних цілях або для розвідки погоди. Прилади піднімаються на автоматичних аеростатах, дрейфуючих тривалий час на заданих висотах і автоматично передають по радіо результати вимірювань.

Горизонтальне зондування атмосфери здійснюється також на літаках, обладнаних бортовою самописною апаратурою; під час польоту іноді проводиться також аерофотозйомка хмар.

Для зондування нижніх шарів, дистанційного вимірювання структури вертикальної турбулентності і профілю часто використовують содари.

1.5 Зондування атмосфери

1.5.1 Акустичні системи вітрового зондування атмосфери

Акустичні системи вітрового зондування атмосфери називають содарами. При акустичному зондуванні до атмосфери випромінюється короткий пакет звукових хвиль, який при поширенні розсіюється на неоднорідностях атмосфери.

Джерелом неоднорідностей в атмосфері є неоднорідності поля вітру і температури, які в першу чергу пов'язані з турбулентними рухами. Відбиті звукові хвилі реєструються акустичним приймачем, що розташований, як правило, поблизу джерела випромінювання (моностатичний содар). За часом затримки відбитого сигналу визначають дальність розсіювачів R , за потужністю відбитого сигналу можна судити про інтенсивність турбулентності, а за доплерівським зсувом частоти – визначати проекцію вітру на напрям зондування. Тривалість випромінюваного імпульсу зазвичай лежить в інтервалі, формула (1.2)

$$\Delta\tau_u = 0.05 - 0.3 \quad (1.2)$$

З урахуванням того, що швидкість поширення звуку становить приблизно $C = 340$ м/с, отримуємо, що роздільна здатність по відстані такої системи буде доволі високою, формула (1.3)

$$R = \frac{C\Delta\tau_u}{2} = 8 - 55 \text{ м.} \quad (1.3)$$

При акустичному зондуванні формування відбитого сигналу відбувається шляхом розсіяння акустичних хвиль на дифракційних решітках, така решітка складається з природних температурно-вітрових неоднорідностей атмосфери. Виявлення розсіювання виконується за умови Брегга, яка вимагає виконання певного співвідношення періоду решітки з довжиною хвилі, яка розсіюється, рівною 0,5.

Виконання такого співвідношення можливо при наявності в атмосфері температурно-вітрових неоднорідностей, масштаб яких відповідає умові Брегга, що забезпечує синфазне складання потужності розсіяних акустичних хвиль.

Оскільки для прийому використовуються високочутливі мікрофони, важливо ізолювати приймач від сторонніх шумів. Для цього навколо содара створюється досить громіздкий поглинаючий екран. Моностатичні содари мають випромінювач та приймач, суміщені в одному місці. При цьому для отримання двох компонентів вітру потрібно або два і більше випромінювачів, або необхідно повертати моносодар на платформі.

Сучасні содари нерідко використовують антенну систему з трьома випромінювачами, один з яких спрямовано вертикально, а два інших – під кутом до горизонту (на північ і на захід). Останнім часом створені содар з мінівипромінювачами у вигляді плоскої антенної решітки, або у вигляді фазованої антенної решітки.

Перші комерційні зразки содарів з'явилися у 70-х роках. Сучасні

маловисотні содари мають максимальну висоту зондування до 200 м і зазвичай використовуються для обслуговування вітряних електростанцій . Прикладом можуть служити содари TRITON (США) (рис.1.1), PCS.2000-24/LP (Німеччина), 4000 WE (США) та інші.

Можна виділити також пересувні содари. Як правило, вони встановлюються на спеціальному причепі, який буксується автомобілем, що дозволяє встановлювати його в короткі терміни в різних місцях . Приклади комерційних зразків: PCL.2000-24/LP (Німеччина), TRITON-mobil (США); TORAGON AB (Швеція-Німеччина); 4000 WS/WE (США) та інші.

Перевагою содарів є їх відносна простота і не дуже висока вартість, вони досить надійно забезпечують вимірювання швидкості та напрямку вітру в діапазоні висот від 20 до 200-800 метрів при відносно високій вертикальній роздільній здатності (близько 5-50 метрів). Чисельні порівняльні випробування підтвердили ці характеристики.

До недоліків слід віднести те, що сигнал, який випромінюється (зазвичай в діапазоні 1-10 кГц) є чутним для людського вуха і викликає неприємні відчуття, тому содар рекомендується використовувати поза населеними пунктами.

Гранична висота зондування дуже залежить від метеорологічних умов під час вимірювань, знижується при наявності температурних інверсій в атмосферному прикордонному шарі, при сильній турбулентності та сильних вітрах.

Вимірювання вельми чутливі до сторонніх звуків, тому їх практично неможливо проводити при високому рівні фонових шумів і при наявності рідких опадів



Рис 1.1 – Трипроменевий содар TRITON

Друга група содарів з висотою зондування до 1000 метрів використовується для метеорологічних та екологічних цілей . До їх числа відносяться, наприклад: XFAS, MFAS, SFAS (Німеччина); PCS.2000 (Німеччина) (рис.1.2); PAO-5 (Франція-США); Echosonde 300, 600, 600 PA (Англія-США); Волна-3 (Росія), ЛАТАН-3 (Росія) та інші.



Рис 1.2 – Доплер SODAR PCS.2000

1.5.2 Системи содарів. Принцип їх роботи.

Системи содарів, подібні радарам (детектування та визначення відстані за допомогою радіохвиль), за винятком того, що звукові хвилі зручніше використовувати для виконання зазначених завдань.

Содари називають також акустичними зондами, ехозондами, акустичними радарми. Більш знайомий термін – содар, який використовують для навігації за допомогою звукових хвиль. Проте, системи содарів детектують присутність і локалізацію об'єктів, занурених у воду (наприклад, підводних човнів), за допомогою аналізу звукового сигналу, відбитого від об'єктів і поверненого до джерела звукових коливань.



Рис 1.3 Содар

Системи содарів аналогічні, з важливою відмінністю: середовище поширення звукових хвиль тут – повітря, а не вода, і розсіювання сигналу відбувається завдяки наявності турбулентності в атмосфері (шарів з різною щільністю повітря і різним порядком руху повітряних мас).

Більшість систем содарів працюють, випускаючи за короткі проміжки часу акустичний пульсуючий сигнал, і потім приймаючи відбитий сигнал.

Взагалі, інтенсивність, як і т.зв. доплерівський зсув (частотний) відбитого сигналу, аналізуються з метою визначення швидкості вітру, його напрямку і характеристик турбулентності атмосфери.

Профіль атмосфери, як функція висоти, може бути отриманий шляхом

аналізу відбитого сигналу; який фіксується прийомним пристроєм після кожного переданого передавачем імпульсу. Відбитий сигнал, який буде зафіксовано при будь-якому часу затримки між передачею і прийомом (відгуком) дозволяє отримати дані про стан атмосфери з розподілом по висоті, залежні від швидкості поширення звуку в різних середовищах.

Системи содарів мають максимальний діапазон в межах від сотні до декількох сотень метрів висоти. Максимальний діапазон висоти може бути досягнутий в місцях установки содара, які характеризуються низьким рівнем навколишнього шуму і помірно високою відносною вологістю повітря.

У пустелях діапазон висоти нижче за рахунок того, що згасання звуку сильніше в сухому повітрі.

1.5.3 Моностатичні та багатоосьові содари

Практично всі сучасні содари – моностатичні, що означає, що прийомна й передавальна антени розташовані поруч, або одна і та ж антена є і приймальною, і передавальною.

Також, більшість наявних зараз на ринку содарів – багатоосьові, що означає, що вони мають можливість детектувати зсув частоти сигналу в трьох або більше радіальних напрямках і використовувати ці дані для отримання профілів швидкості і напрямку вітру, а також вертикальної структури атмосфери.

1.5.4 Сфери використання содарів

Содари можуть бути використані всюди, де необхідно визначати характеристики поширення вітру. Деякі типові застосування: вивчення дисперсії атмосфери, розподілу вітру, попередження бурь, оперативний моніторинг вітру, аналіз поширення звуку, оцінка мікрохвильових взаємодій і контроль вихрових потоків літаків.

Акустичні локатори традиційно використовуються в метеорології для отримання вертикального доплерівського зрізу атмосфери. Це дозволяє

вимірювати швидкість вітру і напрям вітру в різних недоступних для звичайних метеорологічних методів точках.

Це важливо і для авіації, так як дозволяє попереджати про таке небезпечне явище, як «зсув вітру» в аеропортах. Тому содари зараз встановлюють в багатьох аеропортах світу.

Застосування широкосмугового сигналу в содарах дозволяє поліпшити роздільну здатність по дальності і швидкості.

В якості широкосмугового сигналу може бути використаний нормальний випадковий процес з незалежними значеннями (дискретний білий шум).

Використання шумового сигналу дозволяє при обробці здійснити стиснення відбитого імпульсу в тисячі разів і тим самим підвищити роздільну здатність як по дальності, так і по доплерівському зсуву, тобто за швидкістю та отримати більш якісні та точні показники.

1.5.5 Некогерентні доплерівські лідари

Некогерентні доплерівські лідари реєструють сигнал, розсіяний на аерозолях або молекулах повітря. Розсіяне випромінювання збирається телескопічним приймачем та аналізується на інтерферометрі . При цьому відбувається пряме детектування сигналу на різних частотах (каналах).

Вимірюється доплерівський зсув частоти прийнятого сигналу, за яким визначають проекцію вітру на напрям зондування. При кінчному зондуванні це дозволяє визначати і швидкість, і напрямок вітру на різних висотах. Якщо розсіювання відбувається на аерозолях, то отримують досить вузький по спектру сигнал, який зручно інтерпретувати. На великих висотах, де аерозолів майже немає, основний сигнал формується при розсіянні на молекулах повітря.

Ця властивість є перевагою методу в порівнянні з доплерівськими лідарами, які не можуть працювати без аерозолів. Однак, при молекулярному розсіянні спектр сигналу набагато ширше, ніж при аерозольному розсіянні, через що реєстрація доплерівського зсуву стає проблемною, і потрібне

довгострокове накопичення сигналу для аналізу.

1.5.6 Когерентні доплерівські лідари

У разі когерентних доплерівських лідарів (КДЛ) розсіяне на аерозольних частинках випромінювання зондуючого пучка після проходження через приймальну апертуру телескопа змішується з опорним пучком і подається на чутливий майданчик детектора.

З коливань, які виникають в ланцюзі детектора фотоструму за допомогою вузькосмугового частотного фільтра, виділяється сигнал (ехосигнал), що несе інформацію щодо доплерівського зсуву частоти. Таким чином, в КДЛ використовується лазерне гетеродування .

Необхідною умовою такого гетеродування є виконання жорстких вимог щодо узгодження хвильових фронтів полів розсіяного випромінювання та опорного пучка в площині чутливого майданчика детектора. Ефективність гетеродування залежить від розміру майданчика когерентності розсіяного випромінювання по відношенню до площі поперечного перерізу опорного пучка.

Посилення інтенсивності турбулентних пульсацій показника заломлення повітря в атмосфері може привести до значного зменшення радіусу просторової когерентності розсіяного в атмосфері зондуючого випромінювання в площині телескопа і, як результат, до падіння відношення сигнал-шум до рівня, при якому вимірювання вітру стає неможливим. З висотою коефіцієнт аерозольного зворотнього розсіювання зменшується, і у вільній атмосфері він може стати настільки малим, що інформація про вітер може бути отримана або при досить великих потужностях зондуючого лазерного випромінювання, або з використанням спеціальних процедур обробки вихідних даних при тривалих лідарних вимірах.

Зондуючий лазерний пучок може бути як безперервного, так і імпульсного випромінювання, тобто когерентні доплерівські лідари за цією

ознакою поділяються на два типи: 1) безперервний КДЛ, 2) імпульсний КДЛ. Загальним недоліком безперервних доплерівських лідарів є погана роздільна здатність за дальністю, масштаб якої можна порівняти з самою дальністю.

Перевагою імпульсних доплерівських лідарів є компактність та оперативність отримання даних, менші обмеження на просторову та часову роздільну здатність одержування даних, проте сильна турбулентність та опади різко знижують дальність вимірювань (рис 1.4)



Рис 1.4 – Імпульсний вітровий лідар нового покоління ПЛВ-2000

1.5.7 Доплерівський метеорологічний радіолокатор

В даний час в усьому світі основним вимірювальним метеорологічним засобом для дистанційного зондування атмосфери є метеорадар.

За допомогою Метеорадіолокаторів в метеорології виробляються різні спостереження:

- визначення швидкості і напрямку руху метеоутворень;
- виявлення атмосферних фронтів і кордонів хмар і опадів;
- виявлення турбулентних і конвективних утворень атмосфери;
- визначення фазового складу метеоутворень.



Рис 1.5 Метеорадіолокатор

При цьому як у вітчизняних, так і в зарубіжних ДМРЛ використовуються прості зондувальні сигнали з високою імпульсною потужністю (декілька сотень кВт), а для вирішення протиріччя між однозначністю вимірювань дальності і швидкості використовуються два режими роботи з різними періодами

повторення імпульсів. Недоліками зазначених принципів є:

- зниження продуктивності ДМРЛ через введення двох режимів роботи: режим «відбиваності» (період обертання по азимуту 10 сек) і режим «швидкість» (період - 20 сек);

- різна дальність дії ДМРЛ в залежності від режиму («відбиваності» - 250 км, «швидкість» - 125 км);

- висока імпульсна потужність передавального пристрою, що знижує надійність, зручність експлуатації і характеристики ЕМС ДМРЛ;

- велике число імпульсів пачки, необхідне для точного вимірювання швидкості метеоутворень методом ДПФ або пульс-парним методом при обмеженому застосуванні вобуляції частоти повторення імпульсів (не більше 3 різних періодів) з метою усунення неоднозначності по швидкості;

- необхідність збільшення імпульсної потужності передавача в два рази для роботи на двох поляризаціях, що призводить до заміни передавача на більш потужний і використання елегазу для піддува хвилеводного тракту.

Для традиційних РЛС, що працюють з точковими цілями, методи усунення зазначених недоліків відомі. Зокрема, для зниження імпульсної потужності РЛС використовуються складні сигнали, а для усунення неоднозначності по дальності і швидкості - вобуляція періодів повторення імпульсів в широких межах. Особливістю метеолокації є протяжний характер метеооб'єктів, їх відносно невисока швидкість і можлива турбулентність.

1.5.8 Структура поляризаційного доплерівського метеолокатора

На рис. 1.1 представлена структурна схема доплерівського метеорологічного радіолокатора.

Антенна система ДМРЛ включає в себе параболічну антену з круглим рупором, що забезпечує голчасті ДН по каналах вертикальної і горизонтальної поляризацій; опорно-поворотний пристрій; СВЧ ; датчики кутових переміщень по азимуту і куту місця; приводи азимутального обертання і гойдання. Ширина променя антени для кожної поляризації не більше 1 град, рівень бічних пелюсток не більше мінус 29 дБ; випромінюються незалежно горизонтальна і вертикальна поляризації.

Апаратний модуль включає в себе Клістронний підсилювач потужності; чотирьохканальна повністю твердотілий приймальний пристрій, що забезпечує лінійний динамічний діапазон більше 100 дБ для кожної з поляризацій; систему цифрового формування і обробки сигналів; систему метеорологічної обробки і зв'язку з споживачами; допоміжні системи (системи електроживлення, забезпечення теплових режимів, контролю та управління і т.д.).



Схема 1.1 Структурна схема ДМРЛ

Передавальний пристрій побудовано за принципом внутрішньої когерентності і складається з одного передавача на базі високостабільного

клістронного підсилювача потужності С-діапазону, з повністю твердотілим модулятором, резонансною стабілізатором анодного напруги 10 кВ і повітряним охолодженням. На виході формувача сигналів формується зондує сигнал тривалістю від 1 мкс (короткий імпульс) до 100 мкс (НЧМ-імпульс) з мінімальною скважністю 20, посилений в передавачі до 15 кВт.

Така побудова забезпечує необхідний рівень середньої потужності і забезпечує радіус зони відповідальності від 1 до декількох сотень км. На виході передавача встановлюється дільник на 2 для забезпечення випромінювання на двох ортогональних поляризаціях.

Використання НЧМ-сигналів дозволяє вимірювати швидкість і відбиваності без зміни частоти повторення імпульсів, збільшити коефіцієнт стиснення динамічний діапазон, а також усунути неоднозначну дальність за рахунок застосування ортогональних сигналів (при використанні різного нахилу при модуляції частоти).

Приймальна система складається з двох каналів, що обробляють незалежно вертикальну і горизонтальну поляризації. Кожен приймальний канал складається з двох підканалів, що забезпечують прийом і перетворення радіолокаційних сигналів з виходу хвилеводного тракту. При цьому для забезпечення лінійного динамічного діапазону на рівні 100 дБ один з каналів працює від виходу спрямовані відгалужувачі з ослабленням відносного основного каналу 30-40 дБ. Коефіцієнт шуму кожного каналу приймального пристрою становить не більше 3 дБ.

Система обробки сигналів та інформації забезпечує цифрову обробку сигналів, первинну та метеорологічну обробку радіолокаційної інформації.

Аналого-цифрове перетворення ехосигналів кожному прийомному каналу проводиться в первинній обробці на проміжній частоті, для чого використовується 14-розрядний АЦП. Апаратура цифрової обробки спільно з прийомним трактом забезпечує лінійний динамічний діапазон оброблюваних сигналів близько 70 дБ в кожному підканалі. Спільна обробка двох підканалів

дозволяє отримати наскрізний лінійний динамічний діапазон не менше 100 дБ. Система оцінки відбиваності і спектральних характеристик метеооб'єктів реалізується на спеціальному сигнальному процесорі. Коефіцієнт придушення відображень від нерухомих місцевих предметів не гірше 50 дБ.

Система вторинної метеорологічної обробки інформації не рідше ніж один раз на кілька хвилин забезпечує представлення, вигляді карт горизонтального і вертикального перетинів простору, а також кодує і видає споживачам наступну інформацію про:

- відбиваності в горизонтальних перетинах на різних рівнях висоти і вертикальних перетинах з різних азимутах;
- висотах хмарності;
- радіальних доплерівських швидкостей в горизонтальних перетинах на різних рівнях висоти;
- середньоквадратичної ширини спектра швидкостей;
- небезпечних метеоявищ;
- видимості в опадах;
- інтенсивності опадів;
- кількості опадів за будь-який проміжок часу спостережень;
- швидкості і напрямку переміщення хмарних систем;
- швидкості шквалів;
- фазовому стані метеооб'єктів.

1.5.9 Небезпечні та шкідливі промислові фактори під час використання содар

Комплекс розроблених організаційних дій, доступних зараз та засобів захисту, деяких обчислювальних центрів свідчить про збережений експлуатаційний досвід, що є можливість досягти набагато більших успіхів у справі усунення впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів на робітників комп'ютери.

Посилається на небезпечний виробничий фактор, який впливає на працюючу людину в певних умовах до травми або іншого раптового різкого погіршення здоров'я. Якщо виробничий фактор призводить до хвороб або зниження працездатності, це вважається шкідливим. Залежно від рівня та тривалості впливу шкідливий виробничий фактор може стати небезпечним.

Небезпечні та шкідливі промислові фактори поділяються на чотири групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізичні згідно зі стандартом ГОСТ 12.0.003-74 “Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація”.

Відповідно до цього стандарту на робочому місці оператора комп'ютера існують такі небезпечні фактори:

- а) підвищена або знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів;
- б) підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- в) підвищений рівень шуму на робочому місці;
- г) підвищена або знижена вологість на робочому місці;
- д) підвищена або знижена рухливість повітря;
- ф) висока напруга в електричному ланцюзі, коротке замикання якого може відбуватися через тіло людини;
- ж) підвищений рівень ультрафіолетового випромінювання;
- з) підвищений рівень інфрачервоного випромінювання;

Медичні огляди працівників персонального комп'ютера показали, що крім зниження продуктивності праці високий рівень шуму призводить до

погіршення слуху. Тривале знаходження людини в зоні поєднаного впливу різних несприятливих факторів може призвести до професійного захворювання.

Аналіз травматизму серед операторів персонального комп'ютера показує, що в основному нещасні випадки трапляються від впливу фізично небезпечних виробничих факторів при виконанні працівниками незвичних для них робіт. На другому місці випадки, пов'язані з впливом електричного струму.

Важливо, щоб робоче місце було добре освітленим. Краще, якщо світло падає зліва. Необхідно також забезпечити штучне освітлення, наприклад, у вигляді люмінесцентних ламп. У будь-якому випадку пряме світло не повинно потрапляти на екран монітора, що дуже сильно знижує контраст (таким чином, зображення практично не видно - закриває його освітлену поверхню екрану).

Крім того, різкі перепади експозиції світла шкідливі - коли екран стоїть у тіні, а за спиною оператора є вікно або яскраво освітлена стіна - в цьому випадку екран перетворюється на дзеркало, на якому видно все, що відбувається ззаду тильна сторона оператора, але те, що відбувається на екрані, не видно. При цьому втома очей, хоча, на відміну від першого випадку і можна якось працювати набагато пришвидшується.

Для боротьби зі шкідливістю застосовуються фільтри, які непогано працюють, коли потрібно збільшити контраст, але, на жаль, сильніші плями світла, ніж екран, подібний вид, який дає більшість з них. Після кожних двох робочих годин за дисплеєм рекомендується робити п'ятнадцять хвилин перерви, а через чотири години - годину. Цей режим дозволить уникнути перенапруження.

РОЗДІЛ 2. ФУНКЦІЯ НЕВИЗАЧЕНОСТІ. БАГАТОКАНАЛЬНИЙ АКУСТИЧНИЙ МЕТЕОЛОКАТОР

2.1 Двоканальний акустичний метеолокатор

Для розв'язання нашої задачі використовуємо систему двоканального малошумового содара, де зондуємим є випадковий широкосмуговий сигнал.

Завдяки ефекту Доплера, який полягає у вимірюванні частоти розсіяного сигналу по відношенню до частоти сигналу, який ми передаємо, можна контролювати рух повітряних мас відносно джерела розсіювання.

Коли ціль рухається по напрямленню до антени локатора, частота розсіяного сигналу буде вища, ніж частота переданого сигналу. І навпаки, коли ціль віддаляється від антени, частота розсіяного сигналу буде нижча. Ця фізична характеристика використовується в содарах для вимірювання атмосферного вітру і турбулентності

Содар складається з двох приймачів L і R, генератора випадкового сигналу і пристрою обробки сигналу. Кожен приймач включає в себе підсилювач звуку та електретний мікрофон. Функціональна схема проєктованого акустичного двоканального локатора наведена на рис. 2.1

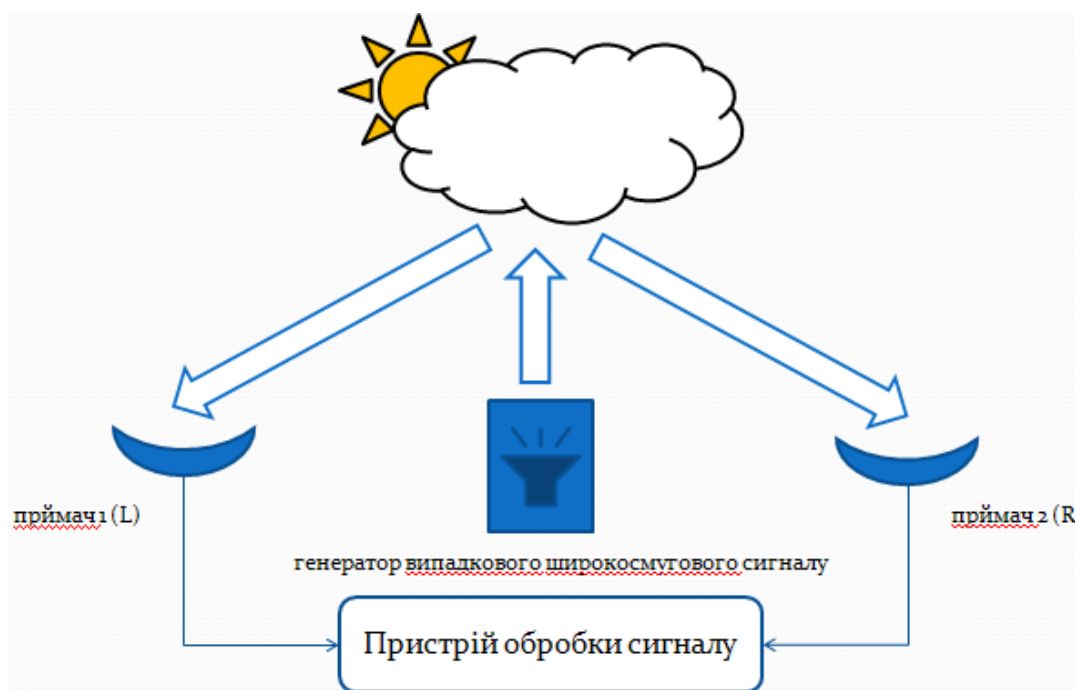


Рис 2.1 Функціональна схема двоканального акустичного локатора
Часто зондуємий сигнал має форму імпульсу. Структура імпульсу і його

тривалість (від 0,01 мксек до 1 мсек) залежать від призначення станції.

По часу затримки відбитого від об'єкта сигналу (ехо-сигналу) відносно зондуючого визначають в локації відстань до об'єкта.

Кожен імпульс можна вважати частиною випадкового процесу, отриманого, наприклад, шляхом використання джерела гаусового шуму. Випадковий процес має середнє значення шуму і постійну спектральну щільність потужності в полосі частот даного сигналу. В якості зондуючого сигналу ми використовуємо широкосмуговий шумовий сигнал, тому що однією з переваг генераторів шуму є те, що сигнал є багаточастотний.

Звуковий локатор визначає напрями на об'єкт та місця розташування об'єкта по відбиттю від нього звуку, випромінює спрямовані звукові хвилі, які відбиваються від об'єктів, і частина цього звуку знову надходить в приймачі. Час надходження та інтенсивність такого відбитого сигналу несуть інформацію про відстань до найближчих об'єктів. Для вимірювання дальності в багатьох випадках використовують імпульсний метод.

2.2 Вимірювання дальності в імпульсній радіолокації

Вимірювання дальності до об'єкта є одним з обов'язкових елементів вирішення головного радіонавігаційного завдання. Фізичною підставою виміру дальності є фіксація часу поширення радіосигналу між цілю та радіолокаційною станцією

При використанні імпульсного методу передавач випромінює дуже короткі високочастотні імпульси через тривалі проміжки між ними. Наприклад, тривалість імпульсу 1 мкс, а тривалість інтервалу між імпульсами 999 мкс, тобто період 1мс.

Імпульсний метод дозволяє легко виміряти дальність до цілі по затримці відбитого імпульсу, і не лише до однієї цілі, а для всіх, що потрапляють в зону дії зондуючого сигналу. Це означає, що імпульсний метод має розділення за

дальністю. Дві цілі можна прийняти як дві окремі цілі, а не одну протяжну, якщо відбиті від цих цілей імпульси не перекриваються.

Під час випромінювання імпульсу якась його частина потрапляє на вхід приймача, незважаючи на всі заходи, що вживаються для запобігання цьому. І нехай це навіть дуже мала частина, але потужність цього імпульсу у багато разів перевищує потужність прийнятих імпульсів і зазвичай на цей час приймач замикається.

Імпульсний метод- це один з амплітудних методів радіолокаційних вимірів: для його реалізації незатухаючі коливання несучої частоти піддаються в передавачі амплітудно-імпульсної модуляції.

Функціональна схема вимірювача дальності представлена на рисунку 2.2 а часові діаграми - на рисунку 2.3. Синхронізатор РЛС створює імпульси зі строго стабільним періодом проходження. Цими імпульсами одночасно запускаються передавач і генератор розгортки, напруга якого подається на горизонтально відхиляють ЕПТ.

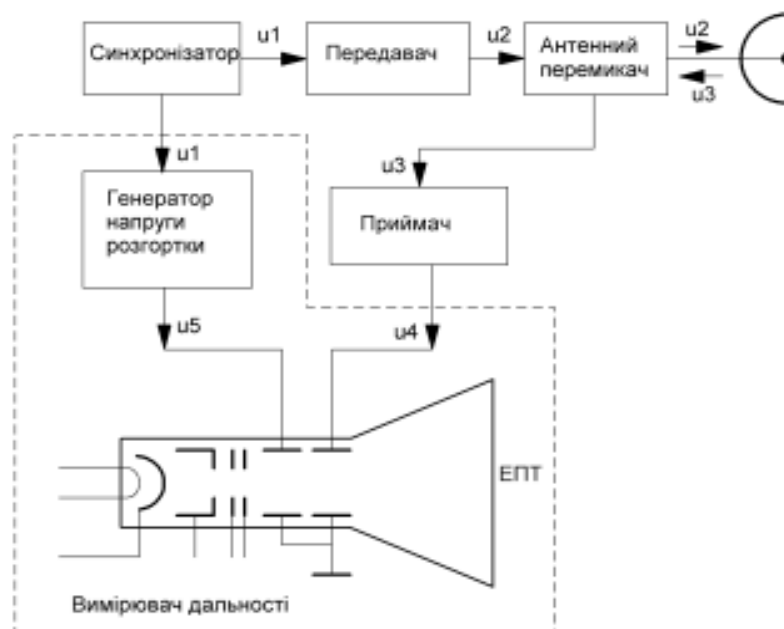


Рис2.2. Функціональна схема імпульсного вимірювача дальності

Радіоімпульси передавача мають ту ж частоту прямування, що і синхронізуючі імпульси U_1 . Антенний перемикач спрямовує зондувальні імпульси в антену і закриває вхід приймача на час передачі. Після відбиття від цілі утворюються радіолокаційні імпульси U_3 , які приймаються тією ж антенною.

Внаслідок недосконалості антенного перемикача на вхід приймача проникає мала частка високочастотної енергії передавача, яка служить опорним сигналом для відліку дальності.

Всі ці радіоімпульси підсилюються і детектуються в приймачі, в результаті чого виходять відеоімпульси U_4 . Прикладені до вертикально відхиляючі пластини ЕПТ, вони викликають вертикальне відхилення світлової плями на екрані трубки. Місце відхилення залежить від напруги розгортки U_5 в даний момент часу t .

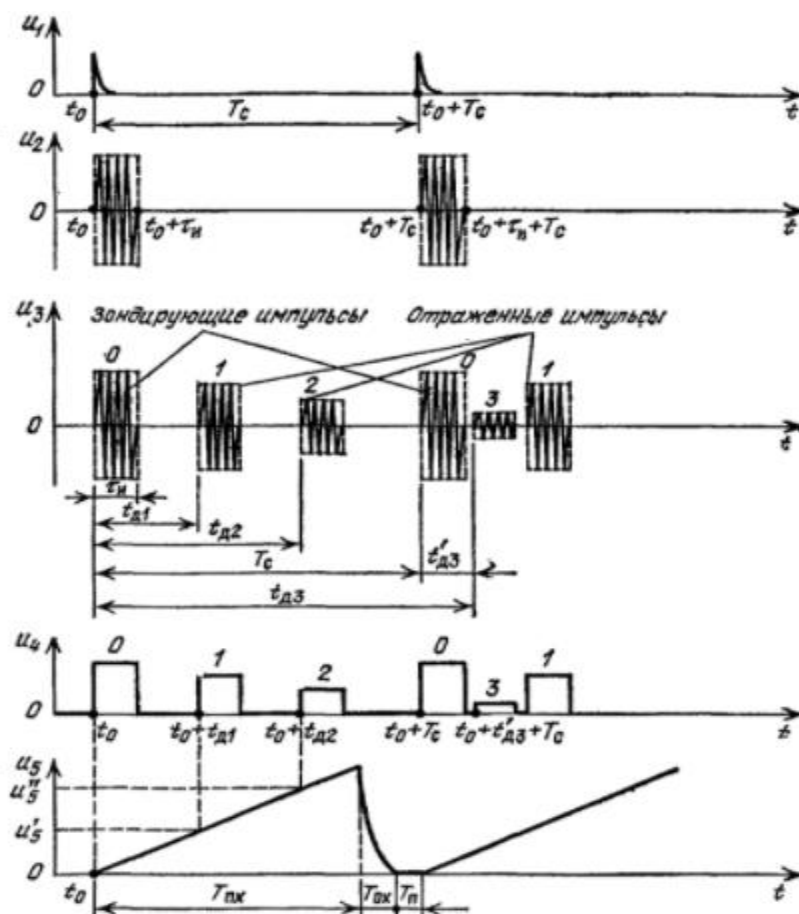


Рис 2.3 Тимчасові діаграми напруги в імпульсному радіолокаційному вимірювачі дальності

Напруга U_5 пілкоподібна, воно наростає з постійною швидкістю під час

прямого ходу розгортки і швидко зменшується до вихідної величини під час зворотного ходу розгортки; далі йде інтервал спокою аж до початку чергового циклу розгортки. У зв'язку з запізненням на час t_d відбитого сигналу відмітка його зміщена від початку розгортки на відстань

$$l = v_p t_d = \frac{v_p D}{c} \quad (2.1)$$

Основні показники імпульсного методу:

- Потенційна роздільна здатність по дальності визначається з тих міркувань, що при зближенні цілей, їх імпульси розрізняються доти, поки різниця часу запізнювання не скоротиться до тривалості одного імпульсу. Ця межа відповідає відстані між цілями

$$D_{\min} = \frac{c(\tau_u + \tau_a)}{2} \quad (2.2)$$

- Межа однозначного відліку дальності. Кожна РЛС у відповідності зі своїм енергетичним потенціалом має максимальну дальність дії D_{\max} . Необхідно, щоб період проходження імпульсів T_c був більше, ніж $t_{d\max}$. Якщо ця умова не дотримується, то сигнал, відбитий від досить віддаленої цілі, приймається після випромінювання чергового зондуючого імпульсу 0 і відлік дальності стає неоднозначним. Таким чином, однозначний відлік дальності обмежується періодом T_c .

- Потенційна точність виміру дальності виражається формулою, справедливою для всіх методів вимірювання дальності:

$$\sigma_{дп} = \frac{c\tau_u}{2\sqrt{\pi q_0}} = \frac{c}{2\Delta f_\epsilon \sqrt{\pi q_0}} \quad (2.3)$$

Гідність імпульсного методу вимірювання дальності в тому, що при порівняно простій апаратурі, дозволяє одночасно вимірювати дальність багатьох об'єктів.

До недоліків методу відносяться неможливість вимірювання малих дальностей, цей недолік пояснюється тим, що під час випромінювання зондуючого сигналу приймач замкнений. Даний метод не забезпечує вимірювання радіальної швидкості мети.

2.3. Функція невизначеності .

2.3.1 Функція невизначеності для вузькосмугового сигналу

В імпульсній РЛС і в обробці сигналу в сонарі, функція невизначеності $\chi(\tau, f)$ – це двовимірна функція затримки і доплерівської частоти .

Вона показує перетворення прийнятого імпульсу в узгодженому фільтрі приймача. Існує багато визначень функції невизначеності, деякі відносяться до вузькосмугових сигналів, а інші можуть описати затримку і доплерівське співвідношення для широкосмугових сигналів.

Функція невизначеності для вузькосмугового сигналу може бути представлена у вигляді:

$$\chi(\tau, f) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t)s^*(t - \tau)e^{-i2\pi ft} dt \quad (\text{формула 2.4})$$

де * означає комплексно спряжену величину, i – це уявна одиниця.

Зауважимо, що при нульому доплерівському зсуву ($F = 0$) функція невизначеності може зводитися до автокореляційної $S(T)$.

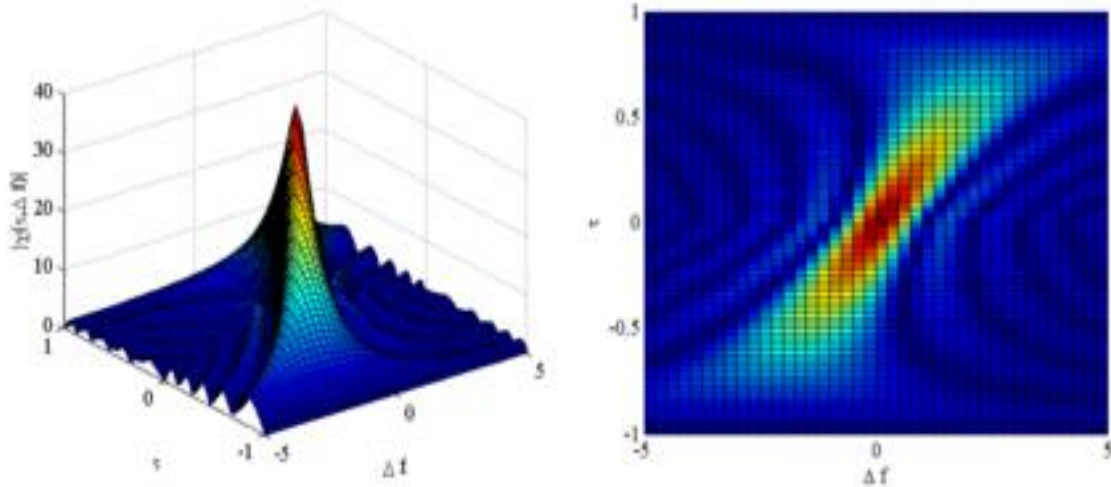


Рис. 2.3 Функція невизначеності

Більш короткий спосіб представлення функції невизначеності складається з вивчення одномірних зрізів функції невизначеності при нульовій часовій затримці і нульовому доплерівському зсуву $\chi(0, F)$ і $\chi(\tau, 0)$, відповідно.

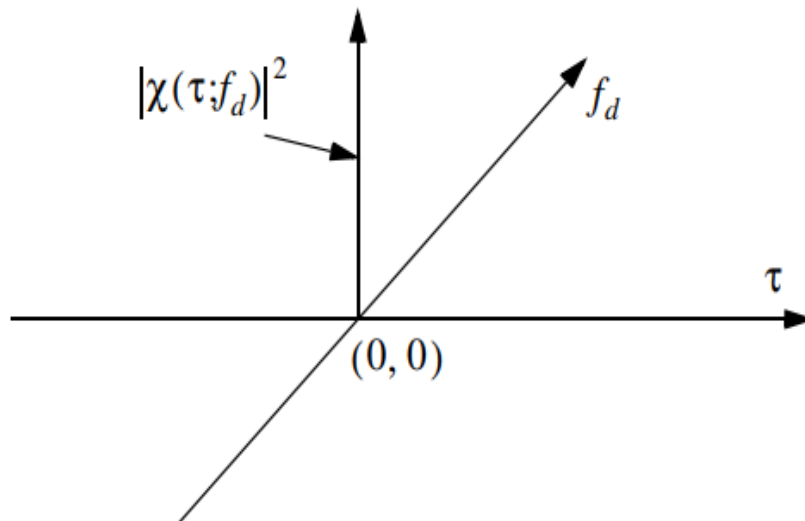
Вихідний сигнал узгодженого фільтра є функція часу і представляє собою зріз по часу для постійної частоти, визначеної доплерівським зсувом цілі $\chi(\tau, f_D)$ [13].

2.3.2 Ідеальна функція невизначеності

Ідеальна функція невизначеності – це двовимірна дельта функція, яка буде рівна нескінченності в точці (0,0) і нулю в інших точках і визначається за формулою:

$$\chi(\tau, f) = \delta(\tau)\delta(f) \quad (\text{формула 2.5})$$

Функції невизначеності такого роду буде чимось неправильним, вона не буде мати двозначності. Нульова затримка і нульовий доплерівський зріз будуть імпульсами. Однак доплерівський зсув цілі зникає. Це не бажано, якщо ціль має невідому швидкість і вона зникне з радіолокаційного зображення.



Ideal ambiguity function.

Рис 2.4 Ідеальна функція невизначеності

Цей вид функції невизначеності фізично не реалізовується, тобто, немає імпульсу $S(\tau)$, який буде виробляти $\delta(\tau)\delta(f_d)$ з визначення функції невизначеності. Однак існує апроксимація наприклад бінарна фазоманіпульована кодова послідовність імпульсів, дискретна шумова послідовність з незалежними значеннями [16].

2.3.3 Моделювання функцій невизначеності

Для моделювання функцій невизначеності використаємо два типи сигналів: шумовий та гармонічний.

Згенеруємо шумовий сигнал 1, довжиною в 500 відліків, який ми бачимо на рис.2.5

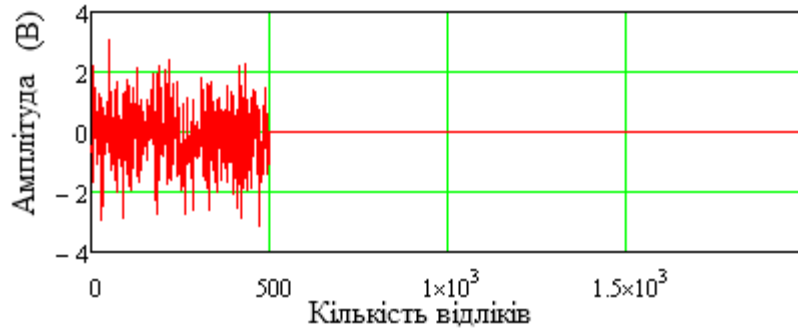


Рис.2.5 Шумовий сигнал 1

Знаходимо взаємнокореляційну функцію зонduючого та відбитого сигналу, де відбитим сигналом буде виступати зсунутий на певний проміжок часу зонduючий сигнал. Взаємнокореляційну функцію ми обчислюємо чисельно за допомогою Швидкого перетворення Фур'є.

Для обчислення взаємнокореляційної функції нам необхідно знайти швидке перетворення Фур'є зонduючого та відбитого сигналу. Потім знаходимо комплексно-спряжене спектральної щільності відбитого сигналу.

Від добутку цих значень ми знаходимо зворотнє перетворення Фур'є. Функція невизначеності для шумового сигналу 1 зображено на рис. 2.6.

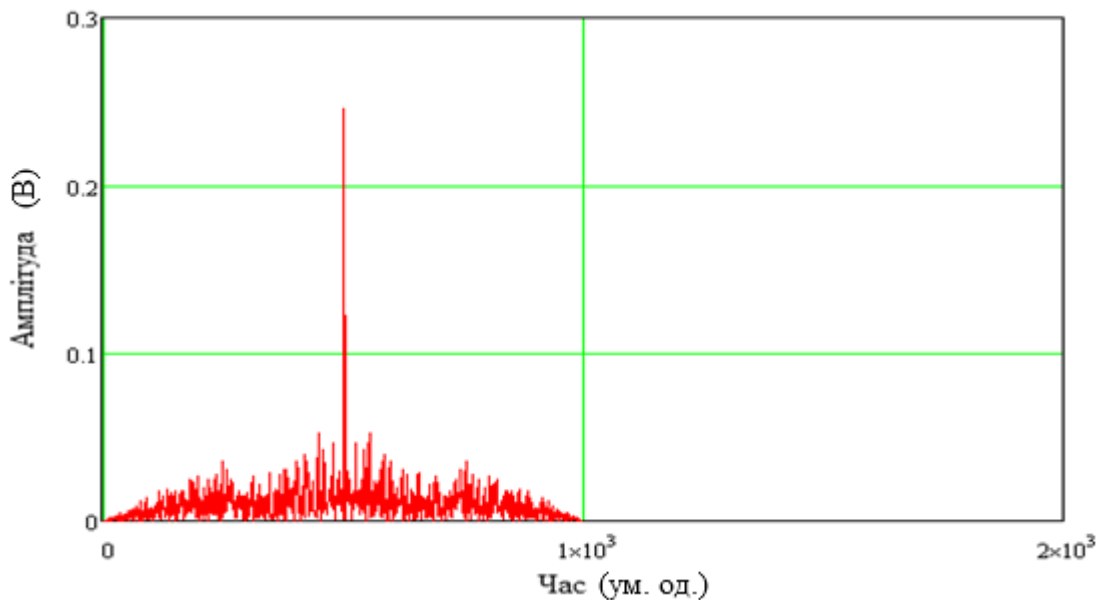


Рис. 2.6 Функція невизначеності шумового сигналу 1

1 умовна одиниця часу дорівнює $1/48000$ (с).

Змоделюємо шумовий сигнал 2 зі збільшенням кількості відліків вдвоє та отримаємо його зображення:

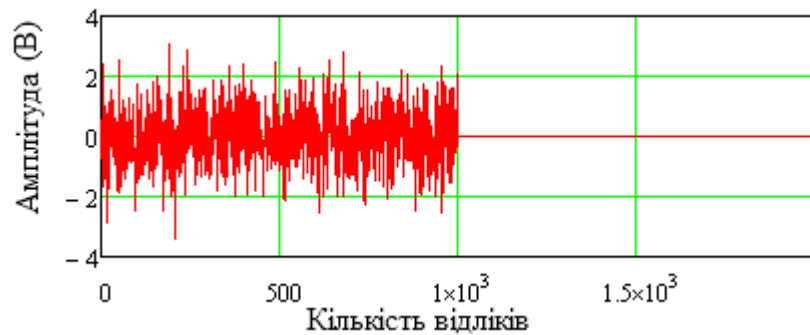


Рис. 2.7 Шумовий сигнал 2

Функція невизначеності сигналу зображеного на рис. 2.8 буде мати дещо інший вигляд: вона стане вужчою, збільшиться в амплітуді та амплітуда бічних пелюсток зменшиться в порівнянні з попередньою. З цього можемо зробити висновок, що при збільшенні тривалості шумового імпульсу його розділова здатність за дальністю та швидкістю збільшується. Тобто при збільшенні ширини сигналу функція невизначеності стає вужчою та більшою в амплітуді.

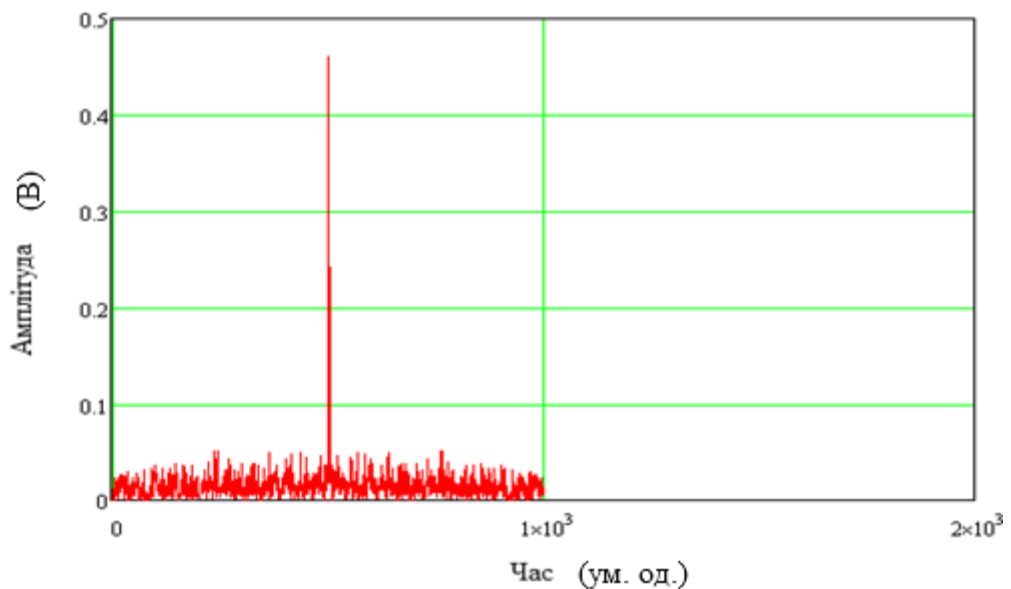
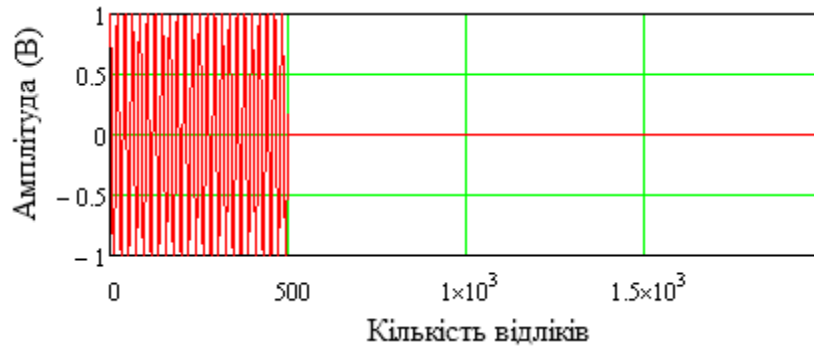


Рис.2.8 Функція невизначеності шумового сигналу 2

Спробуємо зобразити функцію невизначеності для гармонічного сигналу та дослідити її властивості.

Розглянемо косинусоїдальний сигнал з кількістю відліків 500 та змоделюємо



його.

Рис. 2.9. Гармонічний сигнал 1

Функція невизначеності для такого типу сигналу буде мати вигляд:

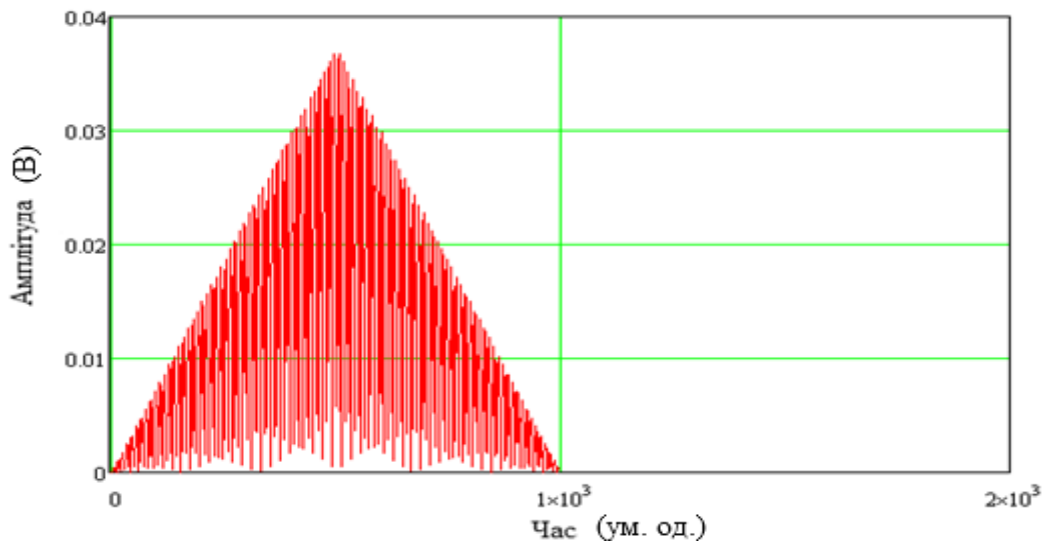


Рис. 2.10 Функція невизначеності для гармонічно сигналу 1

З рис. 2.10 видно, що функція невизначеності гармонічного сигналу значно ширша ніж у шумового, що призводить до зменшення розділової здатності по дальності та швидкості, при використанні гармонічного сигналу, як зондуючого.

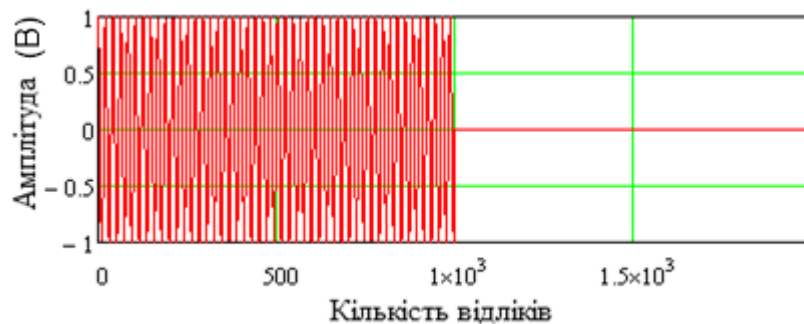


Рис. 2.11 Гармонічний сигнал 2

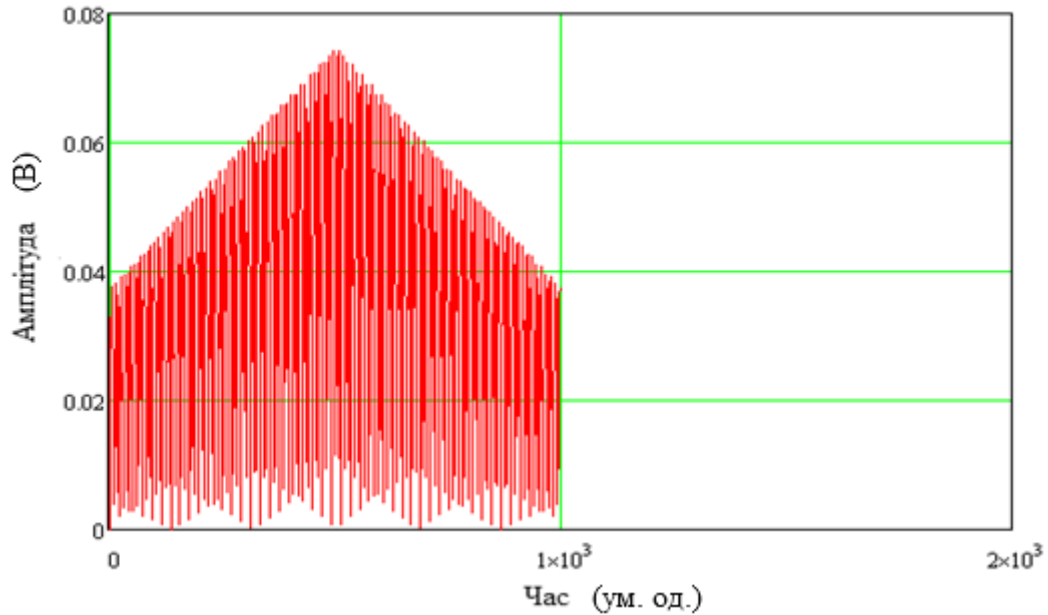


Рис. 2.12 Функція невизначеності гармонічно сигналу 2

З рис. 2.12 можемо зробити висновок, що для гармонічного сигналу функція невизначеності має значно гіршу розділову здатність по дальності та швидкості, а при розширенні сигналу такого типу, його розділова здатність стає дедалі меншою за рахунок розширення його функції невизначеності та різкого збільшення амплітуди бічних пелюсток.

Отже, для отримання більш якісних даних у вимірюванні дальності необхідно використовувати шумовий сигнал, як найбільш оптимальний.

2.3.4 Властивості функції невизначеності

- Максимальне значення

$$|\chi(\tau, f)|^2 \leq |\chi(0, 0)|^2 \quad (2.6)$$

- Симетричність

$$\chi(\tau, f) = \exp[j2\pi\tau f]\chi^*(-\tau, -f) \quad (2.7)$$

- Інваріантність

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} |\chi(\tau, f)|^2 d\tau df = |\chi(0, 0)|^2 = E^2 \quad (2.8)$$

- Модуляція

$$\text{If } s(t) \rightarrow |\chi(\tau, f)| \text{ then } s(t) \exp^{j\pi kt^2} \rightarrow |\chi(\tau, v + kt)| \quad (2.9)$$

- Частотно – енергетичний спектр

$$S(f)S^*(f) = \int_{-\infty}^{\infty} \chi(\tau, 0) e^{-j2\pi\tau f} d\tau \quad (2.10)$$

2.3.5 Багатовимірна функція невизначеності

Функції невизначеності може бути застосована до локаторів з великою кількістю входів і виходів.

МІМО (багато входів і багато виходів) радар нової технології, який привернув велику увагу. На відміну від традиційних СІМО (одним входом й багатьма виходами) радарів, радар МІМО передає незалежні сигнали в кожному з елементів антени.

Системи МІМО радарів мають багато переваг, таких як висока розділова здатність, поліпшення параметрів ідентифікації, і підвищеної гнучкості для передачі. У традиційних радіолокаційних Сімо радарах, діапазон і доплерівський зсув може бути охарактеризований функцією двозначності. Це основний інструмент для вивчення та аналізу радіолокаційних сигналів. Останнім часом функція невизначеності поширена для МІМО радарів.

Для цих типів радарів, проста лінійна залежність між часом і дальністю, яка існує в одновимірному випадку не застосовується, і замість цього присутня залежність зі спеціальною геометрією, яка включає взаємне розташування передавача, приймач та цілі.

Тому багатовимірна функція невизначеності звичайно визначається як функція двох- або трьохвимірних позиції і векторів швидкості для заданої багатовимірної геометрії і форми переданого сигналу.

Так само, як одновимірна функції невизначеності звичайно отримується з узгодженого фільтра, багатовимірній функції невизначеності відповідає

оптимальний багатовимірний детектор, який максимізує імовірність виявлення з фіксованою ймовірністю помилкової тривоги для об'єднаної обробки сигналів від всіх приймачів.

Природа цього алгоритму виявлення залежить від того чи корельовані флуктуації кожної досліджуваної двовимірної пари всередині багатовимірної системи. Якщо так, то оптимальний процес виявлення виконує фазове когерентне підсумовування прийнятих сигналів, що може призвести до дуже високої точності визначення місця положення цілі. Якщо ні, то оптимальний детектор виконує некогерентне підсумовування прийнятих сигналів.

Така системи часто називаються МІМО локатор дякуючи теоретичній подібності з МІМО системами зв'язку [17,18].

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Під час тестування звукових сигналів та функції невизначеності ми провели експеримент з допомогою акустичного радіолокатора. Експериментальний радар виготовляється з використанням готових деталей із магазину. Це дає нам можливість просто і швидко сконструювати радар. Він складається з персонального комп'ютера (ноутбука), сучасної інтерфейсної картки з аналоговим підключенням до цифрового перетворювача та цифрового аналогового перетворювача. Ми використовуємо Presonus audi® box з USB-інтерфейсом, який представлений на рис.3.1.



Рис 3.1 - Presonus AudioBox USB

Сигнал приймається за допомогою електричного мікрофона, який розміщений в акустичній антені (Рис 3.2).



Рис. 3.2 - Акустична антена



Рис.3.3 Електронний мікрофон

Зондувальні сигнали для акустичного локатора

Для ефективного вирішення задачі ДП дистанційного зондування атмосфери дуже важливим є вибір форми зондувального сигналу акустичного локатора, його модуляції і математичної моделі. Розглянемо можливі варіанти і оцінімо їх порівняльну ефективність для вирішення задач зондування метеорологічних об'єктів.

3.1 Типи зондувальних сигналів

У сучасній метеорологічній локації традиційно використовуються два види модуляції: імпульсна і безперервна. Імпульсна модуляція найбільш проста для практичної реалізації, але не завжди енергетично ефективна і вимагає спеціальних методів поліпшення якості сигналу з метою підвищення його роздільної здатності за доплерівською швидкістю і простором. Важливою перевагою імпульсної модуляції є можливість застосування моностатичної схеми реалізації локатора, що використовує одну і ту ж саму антену для передавального і приймального пристроїв.

Безперервна модуляція зондувального сигналу дозволяє отримати максимальну енергетичну ефективність, але дає хороші результати тільки в разі застосування складної форми зондувального сигналу, яка і дозволяє забезпечити його роздільну здатність. На жаль, зазвичай практична реалізація даного типу модуляції можлива тільки в разі застосування бістатичної схеми реалізації локаційної системи, що використовує окремі антени для передавального і приймального пристроїв локатора. Цей недолік може виявитися перевагою при використанні цього типу модуляції для реалізації структури з багатьма входами і виходами. Такі системи в англійській літературі отримали назву Multiple Input Multiple Output (MIMO) system.

Обидва типи модуляції (імпульсна і безперервна) майже завжди супроводжуються розподілом часу спостереження на постійні періоди зондування.

3.2 Критерій якості зондувальних сигналів

Як критерій якості зондувального сигналу пропонується використовувати широкосмугову функцію невизначеності

$$\chi(\tau, \alpha) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{|\alpha|}}{T} \int_0^T (s(t) - m)(s^*(\alpha(t - \tau)) - m) dt, \quad (\text{формула 3.1})$$

де $\alpha = (c - v) / (c + v)$ - масштабний коефіцієнт, що залежить від швидкості поширення електромагнітної хвилі c і радіальної швидкості радіолокаційної цілі v .

Дискретний варіант формули можна представити у вигляді:

$$\chi(\tau d, \alpha) = \frac{\sqrt{|\alpha|}}{N - \tau d} \sum_{i=\tau d+1}^N ((s(i\Delta t)) - m_x)((s^*(\alpha(i - \tau d)\Delta t)) - m_x), \quad (3.2)$$

де Δt - інтервал дискретизації, N - число часових відліків вимірювання, τd - кількість відліків у величині $\tau = \tau d \Delta t$, $*$ - знак комплексно-спряженої величини.

Перетином широкосмугової функції невизначеності радіолокаційного сигналу при нульовому значенні доплерівської швидкості є його автокореляційна функція. Для проаналізованих сигналів вона обчислюється чисельно з використанням спектрального методу [1-7].

Мовою Matlab чисельна реалізація спектрального методу обчислення оцінки автокореляційної функції може бути представлена послідовністю з трьох операторів

$Y = \text{fft}(y);$

$S = Y \cdot \text{conj}(Y);$

$s = \text{ifft}(S).$

Тут y - послідовність значень проаналізованого зондувального сигналу, **fft** (y) - дискретне перетворення Фур'є, **conj** (Y) - оператор обчислення комплексно-сполученого числа, **ifft** (S) - зворотне дискретне перетворення Фур'є, s - послідовність значень автокореляційної функції зондувального сигналу. Для випадкових сигналів спектральний метод оцінки кореляційної функції є

наслідком теореми Вінера-Хинчина.

Розглянемо кілька типів зондувального сигналу, які можна використовувати для створення ДП системи дистанційного зондування.

3.3 Радіоімпульс

Найпростішим зондувальним сигналом, який давно використовується, є періодична послідовність радіоімпульсів - відрізків гармонійного сигналу

$$s(t) = \begin{cases} 0, & t < 0, \\ U_m \cos(2\pi f_0 t + \varphi), & 0 \leq t \leq \tau, \\ 0, & t > \tau, \end{cases} \quad (3.3)$$

де τ - тривалість зондувального радіоімпульсу, f_0 - несуча частота.

Приклад такого сигналу показаний на рис. 3.4

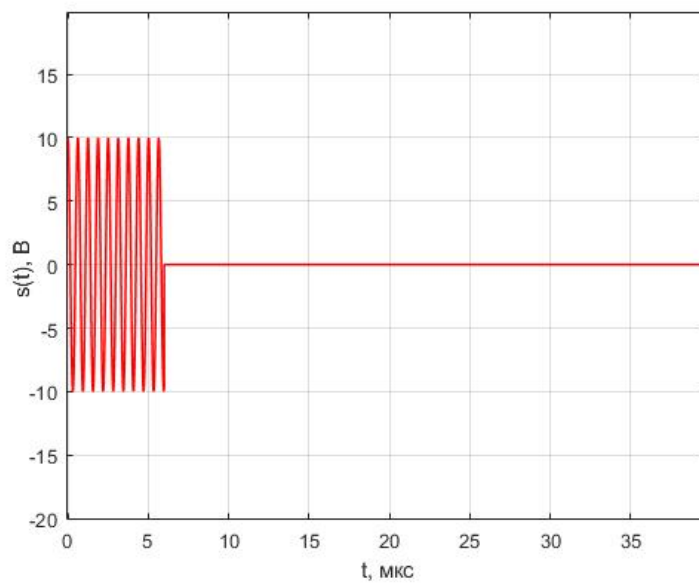


Рис. 3.4 - Радіоімпульс. Час в мкс, напруга в В

Оцінка автокореляційної функції радіоімпульсу показана на рис. 3.5 Тривалість цього перетину функції невизначеності на рівні 0,5 від максимального значення дорівнює тривалості радіоімпульсу. Таким чином часова і просторова роздільна здатність цього сигналу невелика. На рис. 3.6 представлена сама функція невизначеності радіоімпульсу, обчислена за допомогою спектрального

методу та алгоритму швидкого перетворення Фур'є.

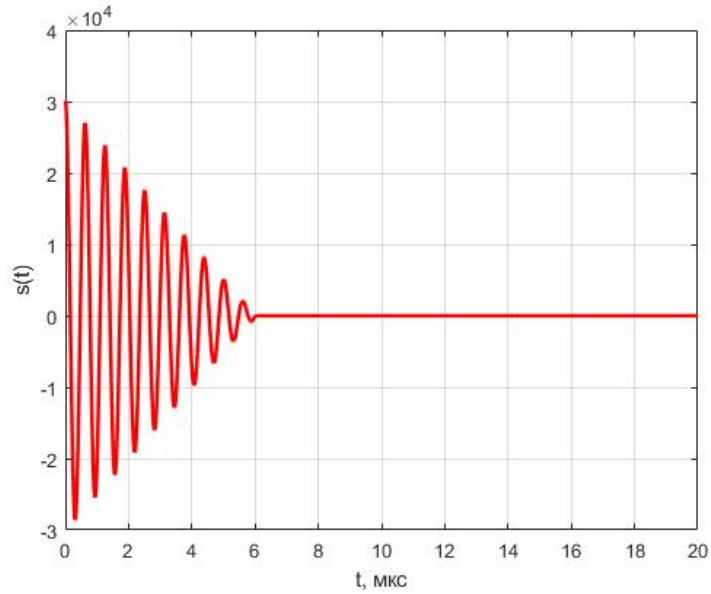


Рис. 3.5 - Радіоімпульс. Автокореляційна функція. Час в мкс

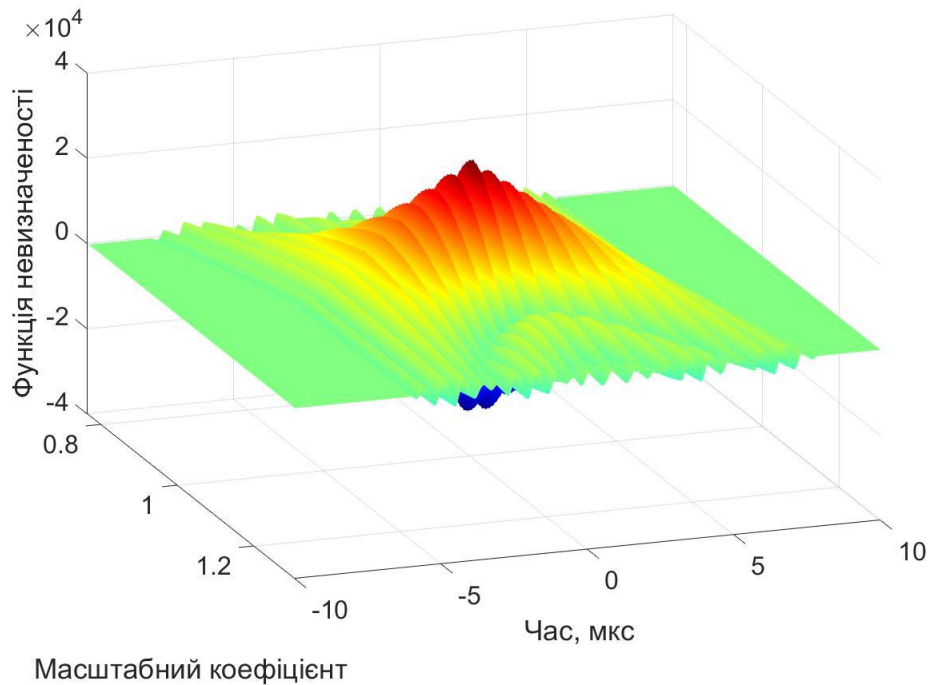


Рис. 3.6 - Радіоімпульс. Функція невизначеності

Короткий радіоімпульс має невелику енергію, не дуже високу роздільну здатність за швидкістю і дальністю. Єдиною перевагою радіоімпульсу є простота реалізації такого сигналу при використанні радіолокатора, що

застосовує програмну реалізацію обробки сигналу за допомогою комп'ютера (software defined radio - SNR).

3.4 Сигнал з лінійної частотної модуляцією

Другий тип сигналу, який планується використовувати в системі дистанційного зондування - це сигнал з лінійною частотною модуляцією (ЛЧМ). Цей сигнал можна застосовувати як в імпульсному локаторі з однією антеною, так і в бістатичних локаторах з двома антенами. В цьому випадку локатор може працювати в безперервному режимі.

Частота сигналу змінюється за лінійним законом

$$f(t) = f_0 + bt, \quad 0 \leq t \leq \tau, \quad (3.4.1)$$

де τ - тривалість сигналу, $b = (F_{\max} - F_{\min}) / \tau$ - швидкість зміни частоти, f_0 - початкове значення частоти сигналу. Часова залежність ЛЧМ сигналу має вигляд

$$s(t) = U_m \cos(2\pi f_0 t + bt^2 / 2 + \varphi_0), \quad 0 \leq t \leq \tau. \quad (3.4.2)$$

Графік сигналу показаний на рис.3.6

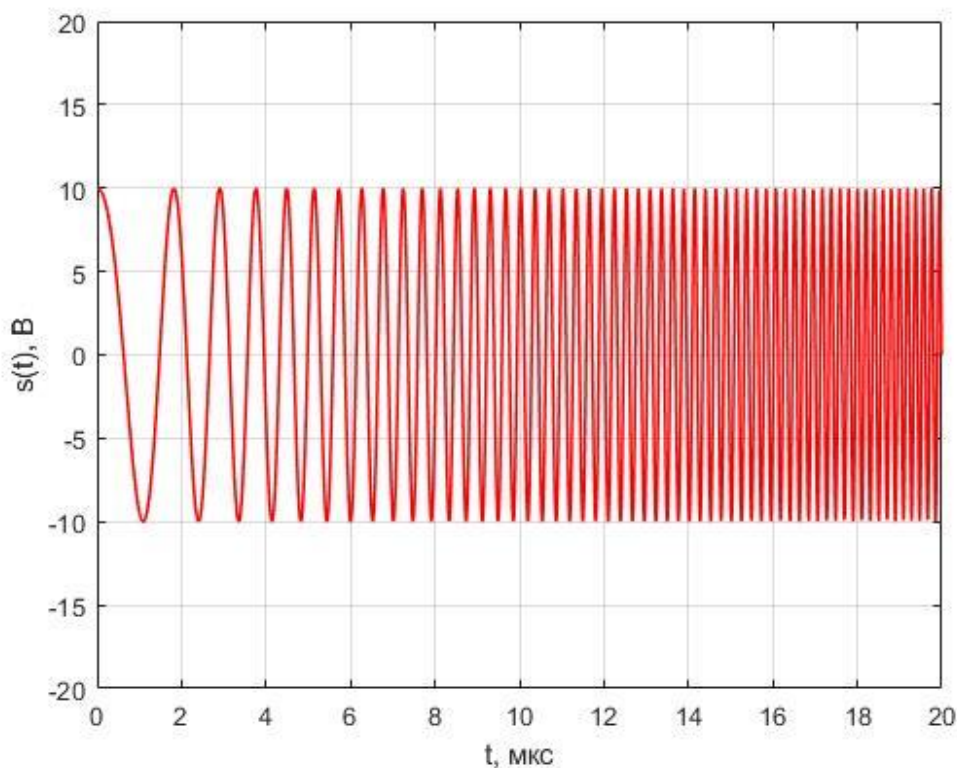


Рис.3.7 - Сигнал з ЛЧМ. Час в мкс, напруга в В

Оцінка автокореляційної функції ЛЧМ сигналу відображена на рис. 4. Він забезпечує якісну роздільну здатність. Висота піку автокореляційної функції дуже висока, і отже даний тип сигналу забезпечує високий енергетичний вигравш. Але на графіку спостерігаються бічні пелюстки, що є недоліком. Функція невизначеності, отримана спектральним методом з використанням алгоритму швидкого перетворення Фур'є, представлена на рис. 3.8.

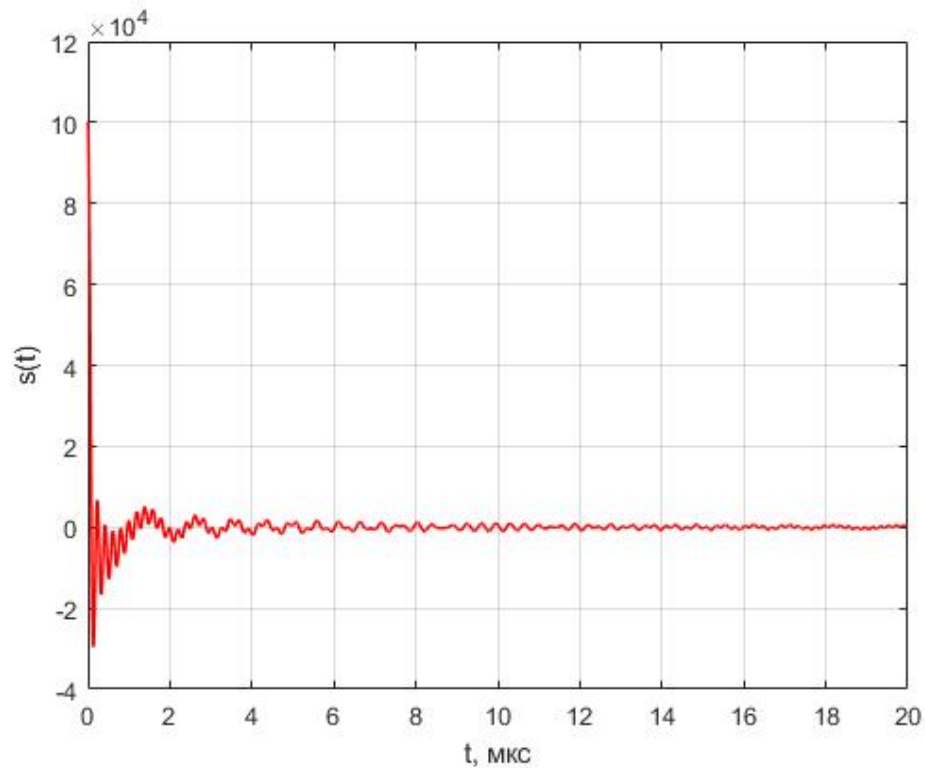


Рис. 3.8 - Сигнал з ЛЧМ . Автокореляційна функція. Час в мкс

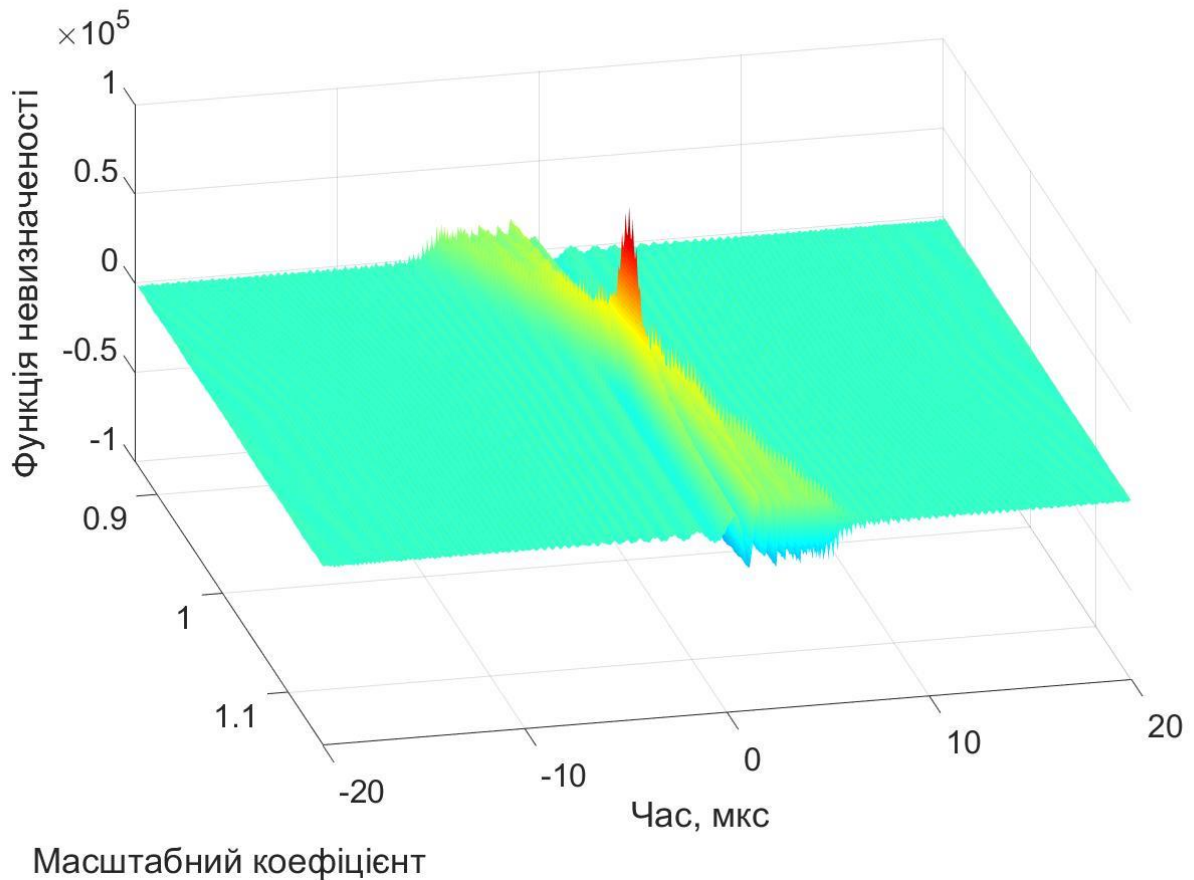


Рис.3.8. - Сигнал з ЛЧМ . Автокореляційна функція. Час в мкс

3.5 Випадковий сигнал

Дуже цікавим є випадковий або шумовий зондувальний сигнал. Цей сигнал має найкращі властивості за роздільною здатністю, як за швидкістю, так і за дальністю від цілі, яка зондується. Величина сигналу в кожен момент часу є випадковою величиною з заданим законом розподілу ймовірності. Зондувальний сигнал утворює широкосмуговий випадковий процес, одна з його часових реалізацій відображена на рис. 3.9. Для практичного застосування можна використовувати генератор псевдовипадкової послідовності, що реалізує один з алгоритмів формування псевдовипадкових чисел. Вони дозволяють сформувати випадковий процес з рівномірним спектром в смузі від нуля до верхньої частоти. Спектр процесу показаний на рис. 3.10.

При використанні сучасних передавачів з програмною реалізацією формування сигналу доведеться подбати про перенесення спектру сигналу в область

високих частот з використанням одного з видів модуляції. При цьому має бути забезпечено ширину спектра сигналу, що не перевищує смугу пропускання цифрового передавача.

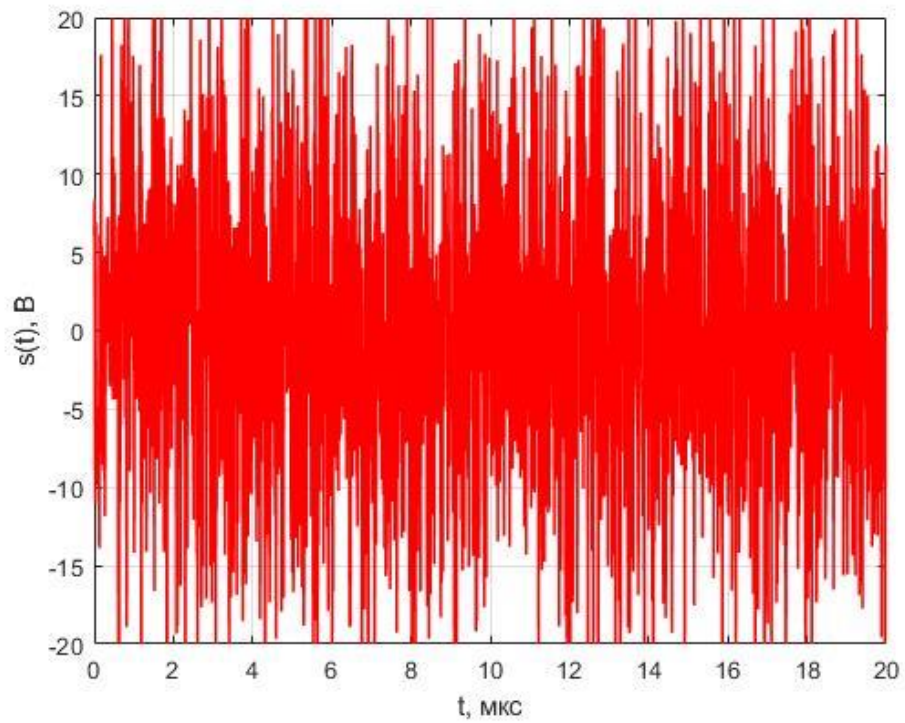


Рисунок 3.9 - Випадковий зондувальний сигнал з нормальним розподілом. Час в мкс, напруга в В

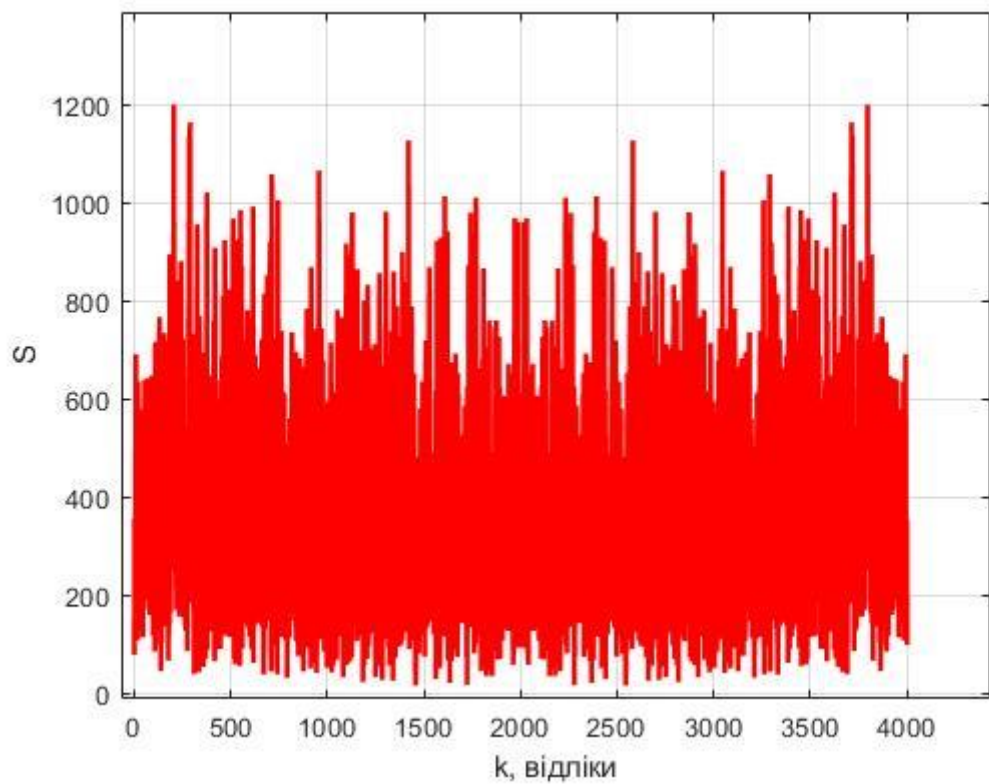


Рис.3.10 - Випадковий зондувальний сигнал з нормальним розподілом. Спектральна щільність

Автокореляційна функція випадкового зондувального сигналу, яка відображена на рис. 3.10., має вигляд дельта-функції.

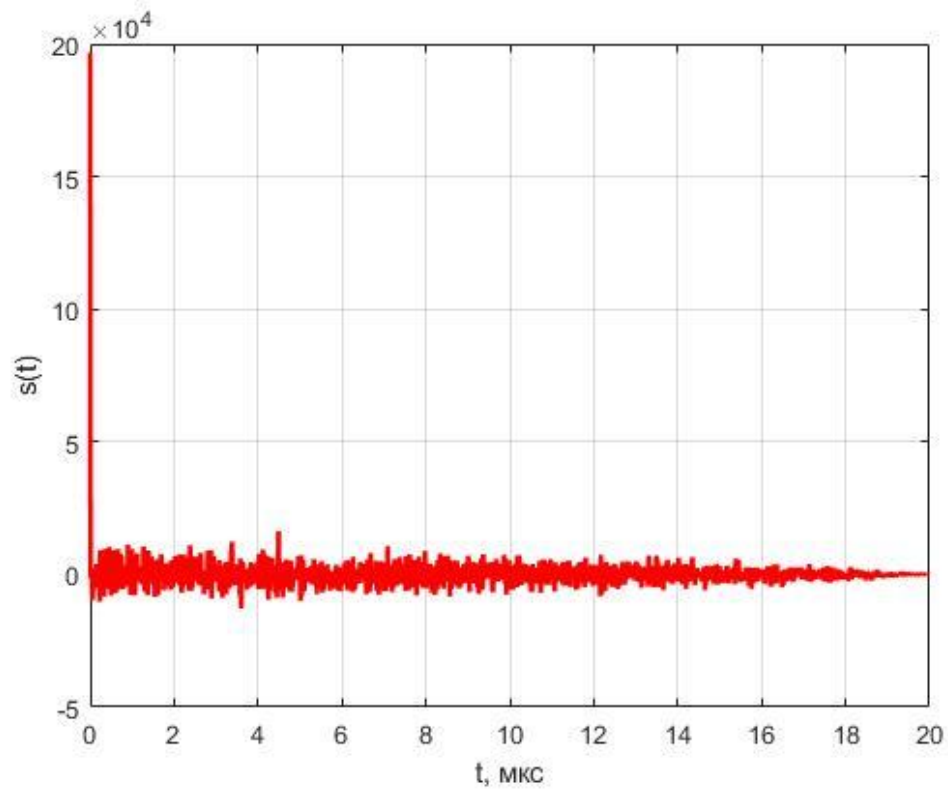


Рисунок 3.10 - Випадковий зондувальний сигнал з нормальним розподілом. Автокореляційна функція. Час в мкс

Функція невизначеності випадкового зондувального сигналу, яка показана на рис. 3.11, виглядає майже ідеально.

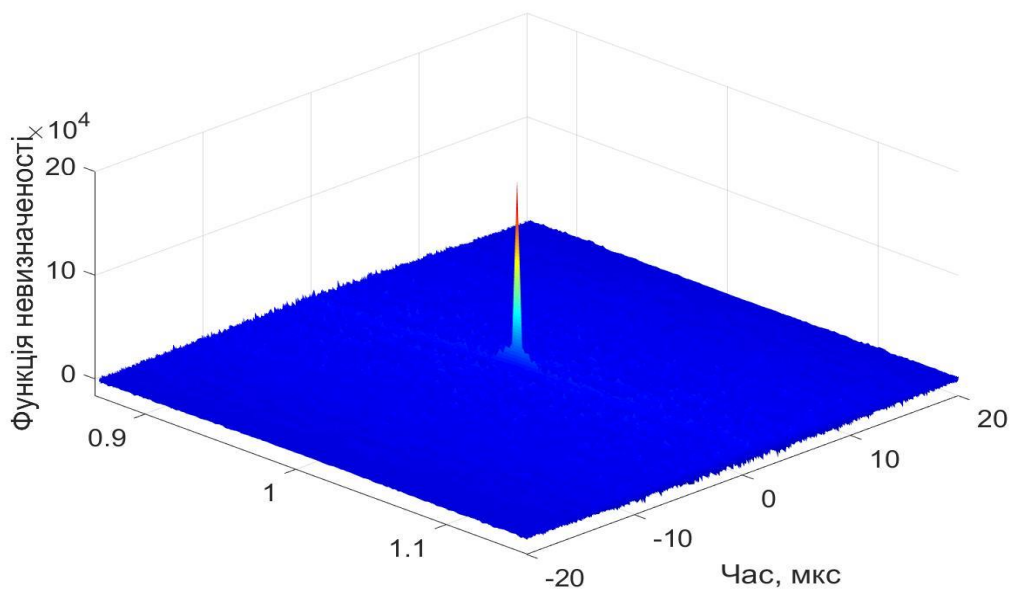


Рисунок 3.11 - Випадковий зондувальний сигнал з нормальним розподілом. Функція невизначеності

3.6 Квадратурна модуляція

Формування сигналу в сучасних цифрових передавачах зазвичай робиться за допомогою квадратурних модулювальних каналів і дискретного перетворення Гілберта. При цьому низькочастотну комплексну обвідну переданого зондувального сигналу можна формувати за допомогою персонального комп'ютера

$$\tilde{U}(t) = A(t) + jB(t). \quad (3.6.1)$$

Зондувальний сигнал $s(t)$ створюється в двох квадратурних каналах шляхом перемноження синфазної $A(t)$ і квадратурної $B(t)$ складових комплексної обвідної на гармонійні ортогональні коливання з використанням такого виразу

$$s(t) = A(t)\cos(\omega_0 t) - B(t)\sin(\omega_0 t), \quad (3.6.2)$$

де $\omega_0 = 2\pi f_0$ - кругова частота несучого коливання.

Якщо сформувати сигнал $B(t)$ як перетворення Гілберта від складової $A(t)$

$$B(t) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{A(\tau)}{t - \tau} d\tau, \quad (3.6.3)$$

то комплексна обвідна зондувального сигналу

$$\tilde{U}(t) = A(t) + j\mathcal{H}[A(t)] \quad (3.6.4)$$

є аналітичним сигналом складової $A(t)$, а аналітичний сигнал, відповідний $s(t)$

$$\hat{s}(t) = \hat{A}(t)e^{j\omega_0 t}. \quad (3.6.5)$$

Таким чином, спектр сигналу $s(t)$ утворюється шляхом зсуву спектра аналітичного сигналу $\hat{A}(t)$ і формує, в разі амплітудної модуляції, сигнал з однією бічною смугою. Для сигналу з ЛЧМ це дозволяє здійснити переміщення сформованого комп'ютером сигналу в високочастотну область. Аналогічна процедура застосовується і для випадкового сигналу, що модулює

3.7 Обробка отриманого сигналу.

Сигнал, прийнятий мікрофоном, був поданий до входу аналого-цифрового перетворювача звукової картки, а за допомогою допоміжного перетворення аудіо редактором, був записаний як файл у форматі wav. Прийнятий сигнал зображено на рис. 3.12 Деякі часові відліки в прийнятому сигналі значно перевищують інші. Згідно з моїми припущеннями, це зумовлене великими нерівномірностями частотної характеристики приймального та передаючого каналів та механічними резонансами мікрофону та випромінювача. Подальша обробка була здійснена за допомогою програмного забезпечення Matlab.

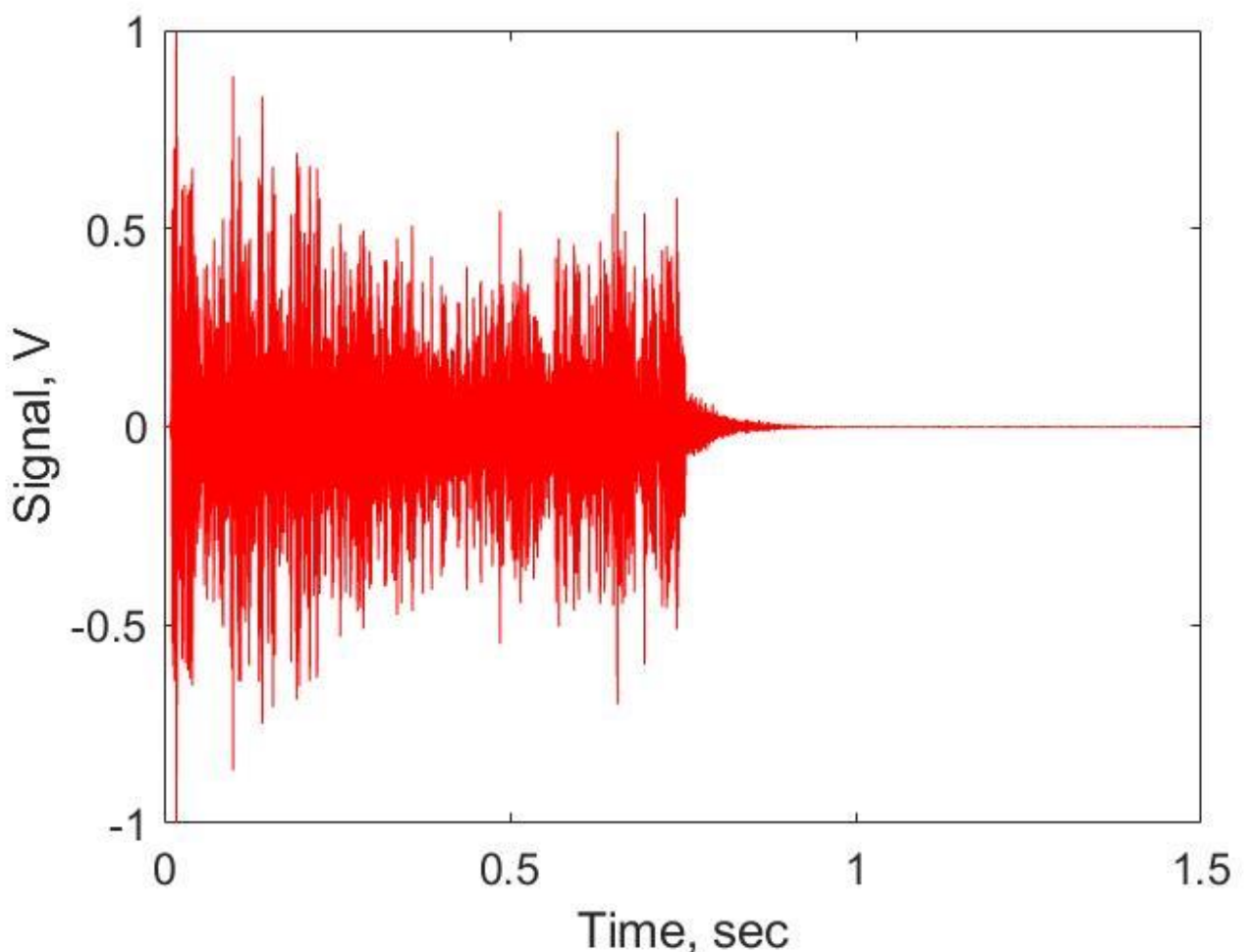


Рисунок 3.12 - Прийнятий сигнал. Горизонтально - час у секундах,
по вертикалі - амплітуда сигналу у вольтах.

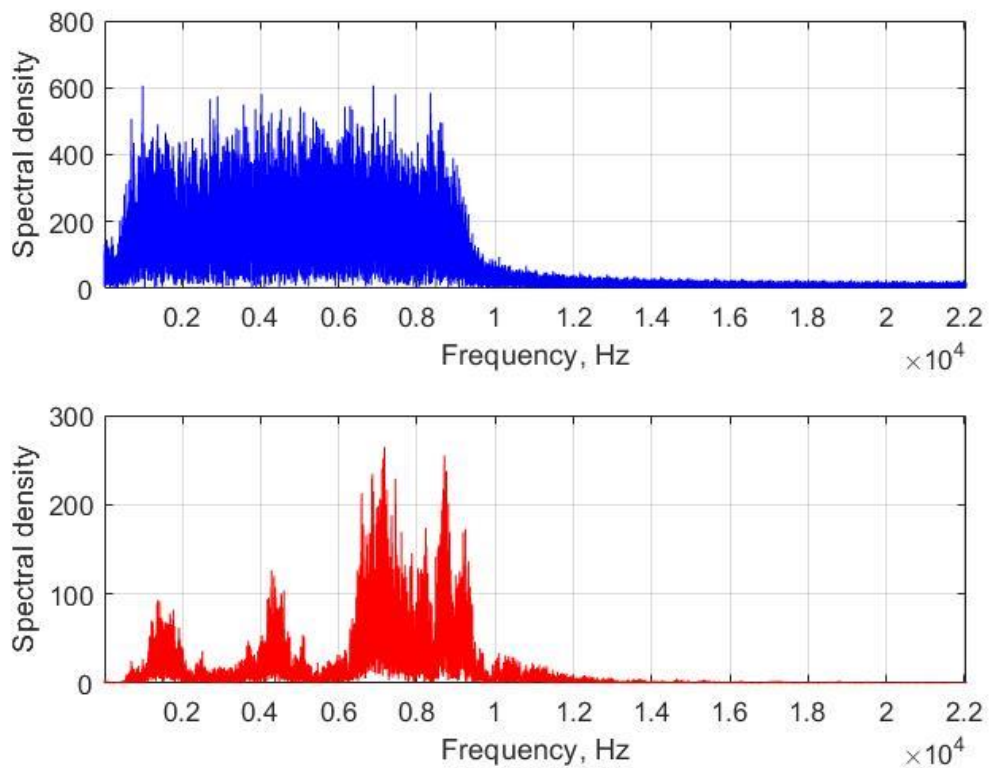


Рисунок 3.13 - Модуль спектральної щільності прийнятого сигналу.

Горизонтально - частота в Гц

При обробці сигналу було використано метод фазової кореляції, в якому при обчисленні коефіцієнта кореляції за коефіцієнтом спрямованості дискретної

щільності були розділені на значення їх модуля.
$$L = IFFT \left[\frac{FFT(x) \square FFT^*(y)}{Mod} \right]$$

,

де модуль обчислювали за допомогою :

$$Mod = |FFT(x) \square FFT^*(y)| .$$

Кореляційна функція сигналу, прийнятого мікрофоном, і цифрового сигналу, який подається на вхід цифрового аналогового перетворювача, показана на малюнку 3.14

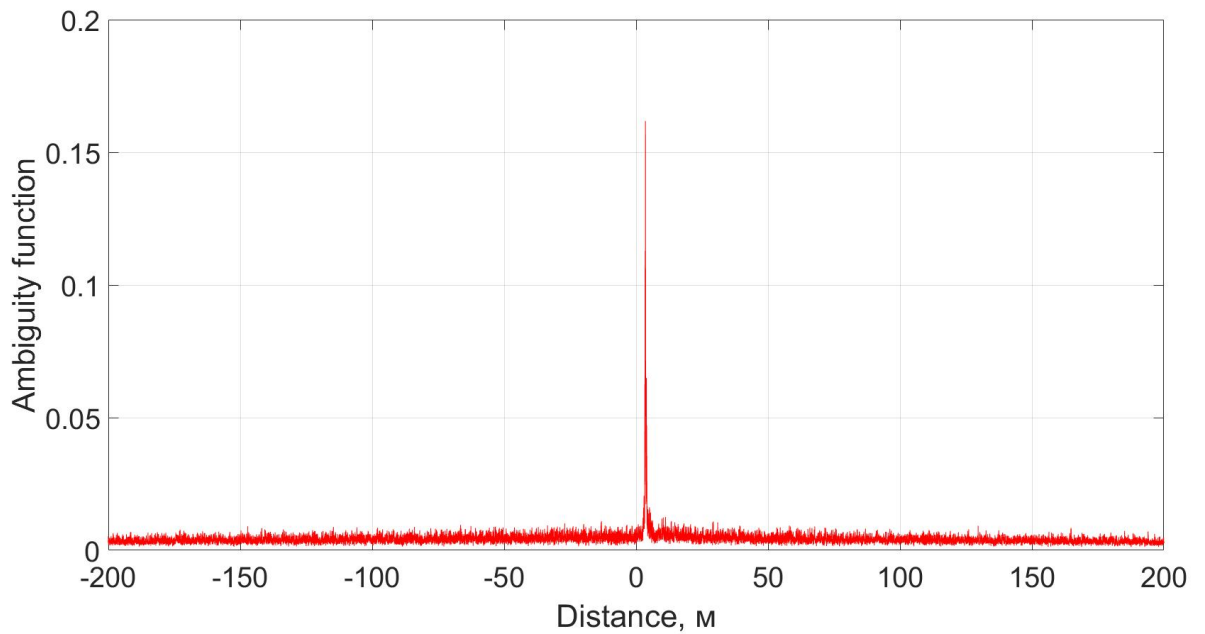


Рис. 3.14 Взаємна кореляційна функція, між сигналом, що приймається мікрофоном та цифровим сигналом, який передається на вхід цифро-аналогового перетворювача.

3.8 Обчислення функції невизначеності.

Для вимірювання швидкості вітру ми оцінюємо функцію невизначеності прийнятого сигналу (рис. 3.15), яка була розрахована за допомогою за допомогою спектрального методу.

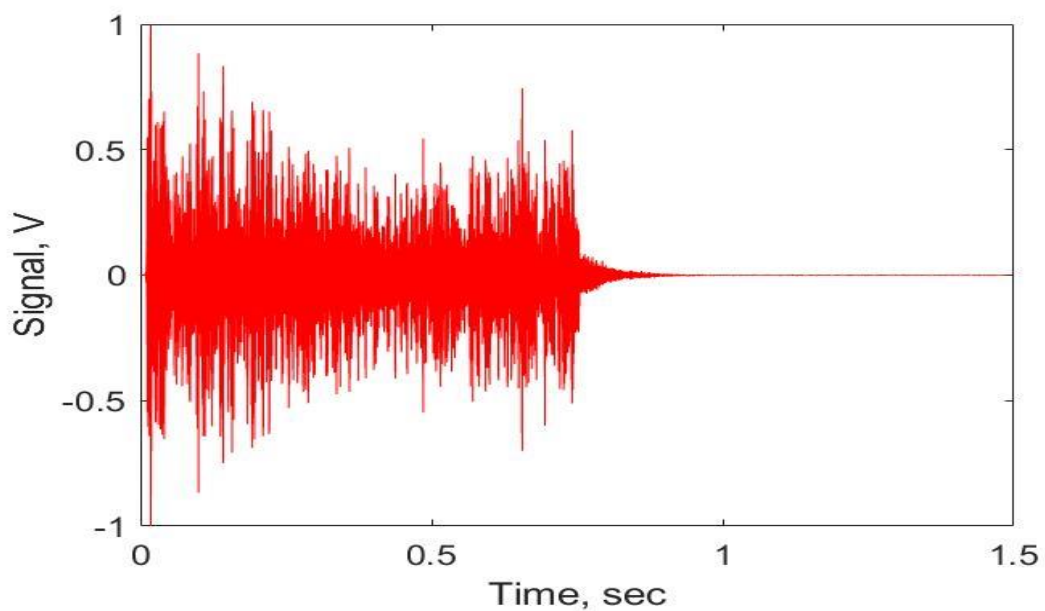


Рис.3.15 - Відбитий сигнал, що отримується за допомогою акустичного радару.

На рис. 3.16 представлений результат вимірювання дальності шляхом обчислення взаємно кореляційної функції зонduючого та відбитого сигналів. Ці обчислення були зроблені з використанням спектрального методу обчислення кореляційної функції. Кореляційна функція відбитого сигналу, що передається, максимальна на відстані 28 метрів. Функція кореляції досить вузька, а також має високу роздільну здатність.

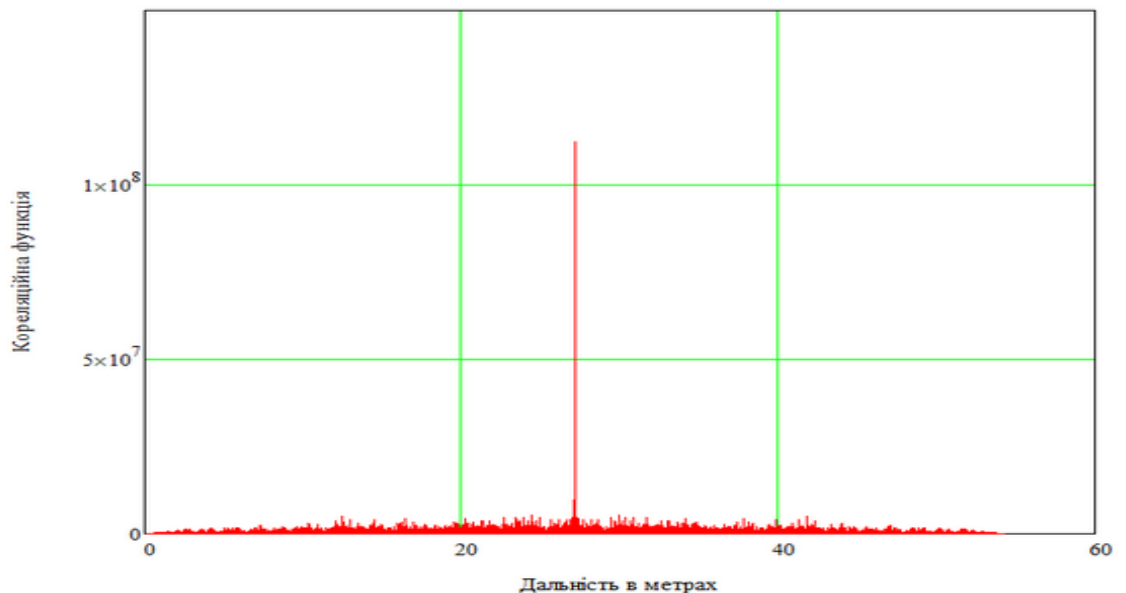


Рисунок 3.16 - Кореляційна функція зонduючих і відбитих сигналів.

Вплив швидкості Доплера на сигнал, що приймається мікрофонами, характеризується зміною часової шкали в дискретних відліках прийнятого сигналу. Якщо швидкість цілі відома, цей ефект можна компенсувати, змінивши частоту дискретизації і таким чином, збільшивши або зменшивши інтервал дискретизації в часі, помноживши його на коефіцієнт $\alpha = (c - v) / (c + v)$, який залежить від швидкості звукової хвилі c і радіальній швидкості цілі v [27, 28]

$$\Delta t = \alpha \Delta t \quad (1)$$

Беручи до уваги цей ефект, ми можемо замінити оцінку кореляції оцінкою широкосмувної функції невизначеності [19, 20]

$$\chi(\tau, \alpha) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{|\alpha|}}{T} \int_0^T (x(t) - m_x)(y^*(\alpha(t - \tau)) - m_y) dt \quad (2)$$

Дискретна версія цієї формули може бути представлена у вигляді:

$$\begin{aligned} \chi(\mathbf{g}, \alpha) = \\ \frac{1}{m \cdot n} \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{\sqrt{|\alpha_{kj}|}}{N - g_{kj}} \sum_{i=g_{kj}+1}^N ((x_k(i\Delta t)) - m_{x_k}) \times \\ ((y_j^*(\alpha_{kj}(i - g_{kj})\Delta t)) - m_{y_k}), \end{aligned} \quad (4)$$

Де Δt - інтервал дискретизації, N - число відкликів часу вимірювання, g_{kj} - це число відкликів у значенні $\tau = g_{kj}\Delta t$, * - знак комплексно-спряженої величини, m і n номер мікрофона.

Значення масштабного коефіцієнта α , що відповідає максимуму функції невизначеності (Рис. 3.9) для даного τ вираховується як

$$\alpha^*(\tau) = \underset{\alpha}{\operatorname{argmax}}(\chi(\tau, \alpha)) \quad (5)$$

Підставляючи вираз (4) в (3), ми отримуємо просторову (часову) функцію невизначеності, яка не залежить від α

$$\chi_s(\tau) = \chi(\tau, \alpha^*(\tau)) \quad (6)$$

Значення сигналу для нового інтервалу дискретизації $\Delta t_{kj} = \alpha_{kj}\Delta t$ можна отримати, використовуючи алгоритм передискретизації. Він включає в себе відновлення вихідного сигналу, для прикладу, з використанням теореми Котельникова, що проводиться шляхом передискретизації з новою частотою відкликів і, відповідно, новим інтервалом дискретизації вибірки.

Цю процедуру підтверджують за допомогою спектрального методу шляхом штучного розширення дискретного сектору сигналу, додаючи нулі до дискретного сектору.

Функція невизначеності відбитого сигналу показана на рисунку 3.17. У цьому випадку максимальна функція невизначеності відповідає дальності 28 м, як на

рисунку 3.16. Максимум функція невизначеності за швидкістю відповідає коефіцієнту 1, що означає нульову швидкість руху. Це відповідає реальності, оскільки ціль була нерухомою.

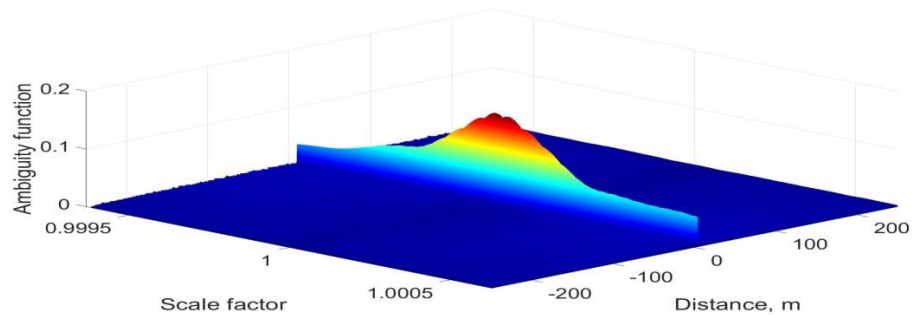


Рисунок 3.17 - Функція невизначеності відбитого сигналу у

Доведені моделювання та експериментальні вимірювання підтверджують правильність вибору сигналу, а також ефективність розроблених алгоритмів для вимірювання діапазону та набору даних, а також їх практичну імплементацію.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Даний розділ присвячений питанням охорони праці працівників, які забезпечують цілодобове, постійне спостереження за станом системи пожежної сигналізації на об'єкті Содар.

Використання техніки висуває проблему оздоровлення та оптимізації умов праці співробітників з огляду на наступні факторів: висока інтенсивність праці, монотонність, специфічні умови зорової роботи, обмеження рухової активності, наявність електромагнітних випромінювань, електростатичних полів, можливість ураження електричним струмом.

Сукупний вплив на користувача шкідливих факторів знижує біоенергетичний потенціал і опірність організму. При цьому зовсім необов'язково, що у всіх будуть виявлятися одні й ті ж відхилення у стані здоров'я. Швидше за все, відбудеться зрив у найбільш навантаженому або ослабленому органі.

Для забезпечення належних умов праці персоналу, що обслуговує систему пожежної сигналізації на об'єкті, передбачити проведення комплексу заходів щодо поліпшення умов праці.

4.1 Перелік небезпечних та шкідливих виробничих факторів у робочій Зоні

При монтажі, введенні в експлуатацію і ремонті пожежних систем відповідно з ГОСТ 12.0.003-74 виникають наступні небезпечні і шкідливі виробничі фактори:

- 1) конструкції, які руйнуються (драбини та інше виробниче оснащення);

При прокладці кабелів, монтажу і технічного обслуговуванню сповіщувачів, відеопідсилювачів невід'ємним є виконання робіт на драбині, яка може зруйнуватися, що приведе до падіння і травмування персоналу.

2) підвищена температура поверхонь оснащення і матеріалів;

Спостерігається при виконанні робіт із застосуванням паяльника, робоча поверхня якого і, відповідно, елемент пайки олово, каніфоль, флюс розігрівають до досить високих температур. Також підвищена температура поверхонь оснащення й матеріалів виявляється при порушенні теплового режиму апаратури.

3) підвищене значення напруги в електричному ланцюзі до 380 В;

Поразка електричним струмом виникає при дотику до струмопровідних частин і при ушкодженні ізоляції, внаслідок чого корпус обладнання може виявитися під напругою 220 В перемінного струму.

4) розташування робочого місця на значній висоті щодо поверхні землі (підлоги);

Як відзначалося вище, більшість устаткувань встановлюють на висотах від 2 до 2,5 метрів.

5) фізичні і нервово-психічні перевантаження;

Вплив цього фактору розповсюджується на операторів систем при невдало розробленому графіку чергувань, тому що системи видають у робочу годину досить великі обсяги оперативної інформації.

Експлуатація проєктованих пожежних систем передбачає мінімальний рівень ризику виникнення небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Найбільш імовірним залишається небезпека поразки електричним струмом при дотику до струмопровідних частин і при ушкодженні ізоляції.

4.2 Технічні заходи для зменшення впливу шкідливих факторів

Перераховані небезпечні і шкідливі фактори в тій або іншій мірі мають впливають на здоров'я працівника. Вплив одного фактора помітно проявляється за короткий час і виявляється в людині як втома, запаморочення, головний біль, загальне нездуження. Усе це понижує продуктивність його праці. Постійне перебування людей у такій

обстановці і призводить до виникнення хронічних захворювань. Інші чинники позначаються на здоров'ї людини миттєво, приносячи йому біль, травматизм, втрату свідомості, а в деяких випадках і смерть.

4.2.1 Заходи від ураження електричним струмом

Виконання наступних вимог безпеки забезпечує виключення чи максимальне зменшення можливості поразки персоналу електричним струмом, а також впливу на нього інших небезпечних факторів:

- 1) монтаж і експлуатацію систем повинні виконувати лише кваліфіковані фахівці;
- 2) дотримання вимог безпеки при виконанні електромонтажних
- 3) оптимальний робочий графік персоналу, що буде обслуговувати систему;
- 4) надійне заземлення корпусу елементів системи, що живляться від джерела перемінного струму 220 В;
- 5) при монтажі й експлуатації виключати дотик інструментів до струмопровідних небезпечних напруг;
- 6) при виконанні паяльних робіт необхідно керуватися вимогами "Санітарних правил організації процесів пайки дрібних виробів, щомістять свинець № 952".

Відповідно до «Правил устрою електроустановок» всі електроустановки поділяються на два класи: із напругою до 1000 В та з напругою вище 1000 В. Заходи щодо забезпечення електробезпечності розробляються, у першу чергу, виходячи з того, до якого з цих класів відноситься проектувана електроустановка.

I - струм короткого замикання (для електроустановок до 1000 В $I_{кз} = 125/R_3 = 43,1$ А, $R_3=2.9$ Ом)

T_{cp} - час спрацьовування захисту ($t_{cp}=0,1$ с)

Електроустановка приєднана до внутрішньої магістралі, за допомогою

мідних і алюмінієвих провідників типу: ПЕВ, ПЕВД із перетином 4-6мм. Прокладка заземлюючих провідників із смугової сталі, проводимо вкрито по конструкції будинку, із метою більш доступного їх догляду.

Приєднання дроту, що заземлює, до частин устаткування виконано зварюванням.

4.2.2 Заходи захисту від статички

Розрядні струми статичної електрики можуть виникати при дотику до будь-якого з устаткування, що знаходиться в приміщенні охорони. Такі розряди небезпеки для людини не представляють, але крім неприємних відчуттів вони можуть привести до виходу з ладу або збою в роботі устаткування. Для зниження величини виникаючих зарядів статичної електрики покриття підлог виконано з одношарового полівінілхлоридного антистатичного лінолеуму. До загальних заходів захисту від статичної електрики відносяться загальне і місцеве зволоження повітря, для чого застосовуються зволожувачі. Для усунення зарядів статичної електрики досягається заземленням електропровідних частин обладнання. Для заземлення неметалевих об'єктів на них попередньо нанесено електропровідне покриття (електропровідних емаль). Такого роду заземлення об'єднано із захисним заземленням електрообладнання.

4.2.3 Забезпечення освітлення робочої зони

Важливе місце в комплексі заходів з охорони праці і оздоровлення умов праці займає створення оптимальної світлового середовища, тобто раціональна організація природного та штучного освітлення приміщення та робочих місць. У денний час в офісах використовується природне одностороннє висвітлення, у вечірній і нічний час або при недостатніх нормах освітленості штучне загальне рівномірне освітлення.

Приміщення для роботи з дисплеями та відеотерміналами можна віднести до розряду III зорової роботи (високої точності). Нормований рівень освітленості для роботи з дисплеями - 300 лк.

Вимоги до зниження дискомфортною блискості і дзеркального відображення в

екранах задовольняються шляхом використання світильників з комбінованим прямим і відбитим напрямком світла, яке здійснюється за допомогою подвійної хрестової оптики. Частина прямого світлового потоку лампи прямує через параболічний дзеркальний растр таким чином, що обмежується сліпуче дію прямого і відбитого світла; відображена частина випромінювання лампи направляється широким потоком на стелю.

Завдяки такому светораспределению у верхній півсфері яскравість стелі в будь-якому місці, у тому числі і безпосередньо під світильником, не перевищує 200 кд/м². Габаритна яскравість світильників в зоні кутів випромінювання більше 50 ° від вертикалі обмежується в обох площинах 200 кд/м² (кандел на метр квадратний). Для штучного освітлення приміщень СКБ використовують люмінесцентні лампи білого (ЛБ) і темно-білого кольору (ЛТБ) потужністю 80Вт.

ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення , ДБН В.2.5-28 поширюються на проектування освітлення територій, приміщень нових та існуючих, що підлягають реконструкції, будівель і споруд житлового, цивільного, виробничого призначення та цивільного захисту, місць виконання робіт на відкритих просторах, територій промислових та сільськогосподарських підприємств, залізничних колій, площ підприємств, зовнішнього освітлення міст, поселень та сільських населених пунктів, вулиць та доріг, озелених територій (парки, сквери, лісопарки), зон відпочинку на ландшафтно-рекреаційних територіях та курортних зон, пляжів, пішохідних переходів, фасадів будівель, прибудинкових територій, дитячих майданчиків, сміттєвих

майданчиків, автостоянок та гаражів, автозаправок, торговельних майданчиків, ринків, кладовищ.

4.2.4 Електроживлення і заземлення обладнання

Система пожежної сигналізації є споживачем 1-ї категорії та вимагає 2-х незалежних джерел електроживлення.

Підведення живлення до апаратури пожежної сигналізації та оповіщення:

- 1) електроживлення приймально-контрольного приладу здійснити від вільної групи контактів існуючих розподільних щитів на об'єкті проводом ВВГ 3х1, 5;
- 2) резервний введення приймально-контрольного приладу "А16-512" і джерела резервного живлення, від якого живляться сповіщувачі системи пожежної сигналізації, живити від акумуляторної батареї ємністю 18А * год;
- 3) живлення приладу мовного оповіщення про пожежу здійснити від зовнішнього джерела живлення 24В.

Для захисту обслуговуючого персоналу від небезпечних напруг, які можуть виникати на корпусах електрообладнання в результаті пошкоджень ізоляції, передбачено занулення корпусів електроустаткування. Занулення електрообладнання виконати шляхом металевого з'єднання його корпусів з нейтраллю мережі електропостачання, для чого використовується окрема жила живильних кабелів. При виконанні робіт керуватися СНиП 2.05.06-85 "Електротехнічні пристрої".

При використанні в якості резервного джерела живлення акумуляторної батареї повинна забезпечуватися робота системи пожежної сигналізації протягом не менше 24 г в черговому режимі, і протягом не менше 3 год у режимі тривоги.

У системі, необхідно забезпечити резервне живлення обладнання системи пожежної сигналізації та системи сповіщення.

Розрахунок:

1. Визначаємо розрахункове значення питомого опору ґрунту для вертикальних заземлювачів ($p'_{\text{разр}}$) і для магістралі ($p''_{\text{разр}}$):

Розроблюваний блок керування відноситься до класу "електроустановки із напругою до 1000 В". Для повного виключення, або максимального захисту від доторку до частин приймально-контрольного приладу, які знаходяться під напругою, забезпечується недоступності струмоведучих частин концентратора їхньою надійною ізоляцією, застосуванням захисних кожухів, розташуванням струмоведучих частин у недоступні для доторку місця.

Захист від поразки при доторку до частин, блоку керування концентратора, що нормально не знаходяться, але здатні у випадку пробою ізоляції виявитися під напругою, зазвичай забезпечується захисним заземленням, зануленням.

Розрахунок заземлючого пристрою

Вихідними даними для розрахунку заземлючого пристрою є:

- опір заземлючого пристрою, $K_{\text{доп}} = 4 \text{ Ом}$;

- питомий опір ґрунту $p = 20 \text{ Ом}\cdot\text{м}$; $p' = p K_{\text{п}}' = 24 \text{ Ом}\cdot\text{м}$; $p''_{\text{разр}} = p K_{\text{п}}'' = 40 \text{ Ом}\cdot\text{м}$;

2. Розраховуємо опір розтіканню струму для одиночного куткового заземлювача:

$$R_T = \frac{p_{\text{расч}}}{2\pi l} \cdot \ln \frac{4.2l}{b} = \frac{24}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \ln \frac{4,2 \cdot 2,5}{0,05} = 8,17 \text{ Ом} \quad (2.3.)$$

3. Визначаємо умовну кількість вертикальних заземлювачів за формулою:

$$n' = \frac{R_T}{R_{\text{доп}}} = 2,04 \quad (2.3.1)$$

4. У залежності від умовної кількості заземлювачів (n'), відношення та виду розміщення вертикальних заземлювачів (у ряд), знаходимо коефіцієнт використання заземлювачів із куткових ($\eta_{\text{эм}}$), що враховує взаємне екранізування кутків:

$$\eta_{\text{эм}} = 0,77$$

5. Визначаємо дійсну уточнену кількість вертикальних заземлювачів за формулою:

$$n = \frac{n'}{\eta_{эм}} = 3 \quad (2.3.2)$$

6. Обчислюємо довжину магістралі, що з'єднують вертикальні заземлювачі, за формулою:

$$L = 1,05 \cdot a \cdot n = 15,75 \text{ м} \quad (2.3.3)$$

7. Визначаємо опір розтіканню струму для магістралі, що заземлює, за формулою:

$$R_T = \frac{\rho''_{расч}}{2\pi l} \cdot \ln \frac{4 \cdot 2l^2}{b \cdot h} = \frac{40}{2 \cdot 3,14 \cdot 15,75} \ln \frac{15,75^2}{0,04 \cdot 0,8} = 3,6 \text{ Ом} \quad (2.3.4)$$

де L - довжина смуги, м;

b - ширина смуги, м ;

h - глибина закладення магістралі, м.

8. У залежності від виду розміщення вертикальних заземлювачів визначаємо коефіцієнт використання η [зм магістралі, що заземлює, (сполучної смуги), що враховує взаємне екранізування магістралі і вертикальних заземлювачів:

$$\eta_{эм} = 0,9$$

9. Обчислюємо опір розтіканню всього заземленого пристрою, по формулі:

$$R_з = \frac{R_M \cdot R_T}{R_T \cdot \eta_{эм} + R_M \cdot \eta_{эм}} = 2,9 \text{ Ом} \quad (2.3.5)$$

Відповідно до ПУЕ обираємо заземляючі провідники і метод з'єднання провідників та заземлювачів.

10. Розрахунок перетину провідника, що заземлює.

Перетин провідника, що заземлює, розраховуємо за формулою:

$$S = \frac{I_{кз} \cdot \sqrt{t_{сп}}}{272} \geq 0,05 \text{ мм}^2 \quad (2.3.6)$$

де S - перетин заземлюючого провідника, мм^2

4.3 Пожежна безпека

У сучасній радіоелектронній апаратурі відзначається дуже висока щільність розміщення елементів електронних схем. У безпосередній близькості один від одного розташовані з'єднувальні дроти, комутаційні кабелі. При протіканні по них струму виділяється значна кількість теплоти, що може привести до підвищення температури окремих вузлів до 80-1000 °С, а потім до короткого замикання і згоряння з утворенням іскор електронних схем.

Для запобігання розповсюдження вогню під час пожежі з одного боку будівлі в іншу передбачені протипожежні перешкоди: перекриття, двері. Особливу увагу приділяється безпечної евакуації людей на випадок пожежі. Для сповіщення про пожежу передбачена аварійна пожежна система, яка за наявності диму або сильного виділення теплоти оповіщає про наявність пожежі звуковими і світловими сигналами.

Евакуаційні шляхи будівлі забезпечують безпечну евакуацію всіх людей, що знаходяться в приміщеннях, через евакуаційні виходи.

Ступінь вогнестійкості будинку характеризується межами вогнестійкості та класами пожежної небезпеки будівельних конструкцій. Об'єкт має III ступінь вогнестійкості.

Ширина шляхів евакуації в світлі складає не менше 1 м, дверей - не менше 0,9 м. Висота проходу на шляхах евакуації - не менше 2 м. Двері на шляхах евакуації відкриваються у напрямку виходу з будівлі. Висота дверей у проствіті на шляхах евакуації становить не менше 2 м. Ширина маршу сходів становить не менше ширини евакуаційного виходу в сходову клітку. Ширина сходових майданчиків - не менше ширини маршу. Між маршами сходів передбачений

зазор шириною не менше 50 мм. У світлових отворах сходових клітин передбачені фрамуги площею не менше 1,2 м² на кожному поверсі. У будівлі передбачено оповіщення про пожежу типу СО₃.

Вогнегасник — технічний засіб, призначений для припинення горіння подаванням вогнегасної речовини, що міститься в ньому, під дією надмірного тиску, за вагою і конструктивним виконанням придатний для перенесення і застосування однією людиною.

Вогнегасники розрізняють за способом спрацьовування:

- автоматичні — стаціонарно монтуються в місцях можливого виникнення вогню.
- ручні (приводяться в дію людиною) — розташовуються на спеціально оформлених місцях.
- комбінованої дії — мають переваги обох вищеописаних типів.

Залежно від закачаної вогнегасної речовини, вогнегасники поділяються на п'ять видів:

- вуглекислотні;
- повітряно-пінні;
- порошкові;
- водні;
- аерозольні.

4.4 Інструкція з техніки безпеки, пожежної та вибухової безпеки

Інструкція написана згідно з «Пожежна безпека технологічних процесів», «Пожежна техніка для захисту об'єктів» та «Пожежна безпека» ДСТУ

2272:2006.

До виконання робіт залучаються люди інженерно-технічного складу, які знають принцип дії концентратора, інструкцію з технічної експлуатації, інструкцію з техніки безпеки та здавши залік з техніки безпеки і пожежної безпеки.

4.4.1 Вимоги безпеки перед початком роботи

4.4.1.1 Уважно оглянути робоче місце, прибрати всі предмети, що заважають роботі.

4.4.1.2 Оглянута устаткування, переконатися у відсутності зовнішніх ушкоджень, надійності заземлення, візуально перевірити його справність. Заземлення устаткування повинно провадитися поза залежністю від ступеня небезпеки приміщення, у якому проводяться роботи.

4.4.1.3 Забороняється вмикати концентратор у несправному стані.

4.4.1.4 При виявленні несправностей повідомити старшому інженеру і приступати до роботи тільки після їхньої усунення.

4.4.2 Вимоги безпеки під час роботи

4.4.2.1 Включити систему відповідно до інструкції з експлуатації.

4.4.2.2 При відсутності підтвердження про вмикання або наявність сигналу про несправність, доповісти старшому інженеру про несправність і приступити до її усунення після вимикання системи.

4.4.2.3 Тільки з'явиться в системі живлення або інших блоках тріскотняви, характерного для високовольтного пробую, або диму, негайно виключити напругу живлення.

4.4.2.4 При установці переносних приладів і вимірах необхідно виключати торкання струмоведучих частин з небезпечною напругою;

4.4.2.5 Забороняється знімати захисні елементи конструкції, що закривають доступ до струмоведучих частин.

4.4.2.6 Забороняється приєднувати і від'єднувати модулі, з'єднувачі, що знаходяться під напругою.

4.4.2.7 При проведенні регламентних робіт уважно перевірити працездатність усіх підсистем у всіх можливих режимах роботи.

4.4.2.8 У разі виникнення пожежі блоку керування концентратором, в першу чергу його необхідно вимкнути з електричної мережі.

4.4.2.9 У випадках виникнення пожежі викликати службу пожежної охорони, доповісти змінному інженеру і приступити до гасіння пожежі після попереднього знеструмлення всіх систем

4.4.3 Вимоги безпеки після закінчення робіт

4.4.3.1 Перевірити працездатність системи, що працює в автоматичному режимі.

4.4.3.2 При зміні чергового складу, повідомити новому складу про всі минулі неполадки і несправності в роботі системи і зафіксувати їх у журналі.

4.4.3.3 Упорядкувати робоче місце після виконання регламентних робіт.

4.4.4 Вимога при аварійних ситуаціях

В випадку виникнення пожежі визвати службу пожежної охорони, докласти старшому інженеру і приступити до гасіння пожежі після обезструмлення всіх систем.

4.5 Інструкція охорони праці оператора содар

6.4.1. Загальні поняття

6.4.1.1. Інструкція щодо дії поширюється на всі підрозділи підприємства.

6.4.1.2. За невиконання цих інструкцій працівник притягується до дисциплінарної, фінансової, адміністративної та кримінальної відповідальності.

6.4.1.3. Виконання робіт в існуючій електроустановці дозволено особі віком старше 18 років, яка має пропуск:

- попередній медичний огляд та визнана здатність виконувати електромонтажні роботи в існуючих електричних системах та на висоті;
- навчання в навчальних закладах для виконання робіт з підвищеним ризиком (у професійно-технічних навчальних закладах, навчальному центрі, навчальних центрах та перепідготовці робочої сили, організацій) затвердженої програми;
- навчання та експертиза з електробезпеки;
- спеціальна підготовка та сертифікація з пожежної безпеки;
- вступне навчання в службі охорони праці;
- первинний інструктаж на робочому місці.

6.4.1.4. Працівники повинні бути проінструктовані щодо правил на робочому місці, щодо пересування через об'єкт, місця відпочинку під час процесу та обідньої перерви, замовлення закінчено.

6.4.1.5. Перед початком роботи в інтегрованій бригаді першочергово отримують інструкції щодо безпечного виконання робіт за основними та суміжними професіями та ознайомлення з правилами надання першої медичної допомоги.

6.4.2. Вимоги безпеки перед початком роботи

6.4.2.1. Отримати необхідні для виконання робіт засоби індивідуального захисту, інструкції, інструменти, прилади, перевірити їх комплектність та справність.

6.4.2.2. Переконайтеся, що є огороження небезпечних зон, в які можуть потрапити люди, а також знаки безпеки та відповідні ярлики. Стрілецький щиток для встановлення обладнання з умовою встановлення його на місці відразу після підйомних робіт або між ними, повинен здійснюватися лише з дозволу керівника робіт. Біля відкритих дверних отворів для введення в чергування.

6.4.2.3. Для підготовки робочого місця, вилучення зайвих матеріалів та

матеріалів, безкоштовних пропусків, виведення несанкціонованих осіб із небезпечної зони.

6.4.3. Вимоги безпеки під час роботи

6.4.3.1. Повинен дотримуватися вказівок працівників служби охорони праці діючого підприємства.

6.4.3.2. Протягом усього робочого часу підтримувати порядок та чистоту на робочому місці.

6.4.3.3. Виконувати санітарні норми та дотримуватись режимів роботи та решти, регламентованих перерв у роботі.

6.4.3.4. Не блокуйте обладнання сторонніми предметами.

6.4.3.5. Не вішайте одяг на вимикачі або розетки.

6.4.3.6. Не застосовувати відкритий вогонь.

6.4.3.7. Не сушіть одяг та взуття на опалювальних приладах.

6.4.3.8. Куріть тільки у відведених місцях.

6.4.4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

6.4.4.1. Привести в порядок робоче місце.

6.4.4.2. Плакати, наземні огорожі залишають на місці.

6.4.4.3. Повідомте керівнику про всі недоліки, що мали місце під час виконання роботи.

6.4.4.4. Зніміть одяг, засоби індивідуального захисту, видаліть пил, покладіть у належний простір, по можливості вимийте руки та обличчя з милом, прийміть душ.

6.4.5. Вимоги безпеки в надзвичайних ситуаціях.

6.4.5.1. У разі надзвичайної ситуації (раптова поява напруги, обрив заземлювального проводу тощо) вжити всіх можливих заходів щодо запобігання загрозам життю та здоров'ю інших людей.

6.4.5.2. Обгороджуйте небезпечну зону, виходьте з неї та уникайте вторгнення сторонніх осіб.

6.4.5.3. Повідомте про надзвичайну ситуацію або аварію керівнику.

6.4.5.4. Якщо були постраждалі, надайте їм першу допомогу, при необхідності викликайте швидку допомогу.

6.4.5.5. Перша допомога після нещасного випадку.

6.5.5.5.1. Перша допомога після ураження електричним струмом.

При ураженні електричним струмом негайно звільніть потерпілого від дії електричного струму, вимкнувши електричну установку електроживлення, а якщо ви не можете вимкнути - витягніть її з струмоведучих частин одягу або за допомогою імпровізованої ізоляції.

При відсутності у потерпілого дихання та пульсу робити йому штучне дихання і непрямий (непрямий), масаж серця, звертаючи увагу на зіниці. Розширені зіниці свідчать про різке погіршення мозкового кровообігу. У такому стані відновлення починати негайно, потім викликати швидку допомогу.

6.5.5.5.2. Перша допомога після поранення.

Після поранення необхідно розкрити індивідуальну упаковку, накласти стерильну пов'язку, яка накладається в неї на рану і перев'язати бинтом.

Якщо окремої упаковки якимось чином не було, для перев'язування використовуйте чисту хустку, чисту лляну тканину тощо. На ганчірку, яку накладають безпосередньо на рану, бажано капнути кілька крапель настоянки йоду, щоб отримати пляму більше, ніж рану, потім прикладіть тканину до рани. Особливо важливо застосовувати йодну настоянку таким чином при забруднених ранах.

6.5.5.5.3 Перша допомога після переломів, розтягнень та ударів

Переломи та вивихи кінцівок необхідні для зміцнення пошкодженої шини кінцівки, фанерної пластини, палиці, картону або інших подібних предметів. Поранену руку також можна повісити, використовуючи пов'язку або носову хустку до своєї перо

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Аналіз проблем впливу акустичного зондування атмосфери на стан довкілля

Погода і клімат планети Земля визначаються динамічними процесами, які відбуваються в атмосфері, і безпосередньо впливають на життя і діяльність людини. Отримання інформації про розподіл метеорологічних параметрів в атмосфері можливе за допомогою контактних та дистанційних методів вимірювань.

На даний час значного поширення набули дистанційні методи зондування, які дозволяють при малих експлуатаційних витратах вести з поверхні землі тривалі безперервні вимірювання у всьому шарі зондування і таким чином контролювати динаміку атмосферних процесів. Метод радіоакустичного зондування (РАЗ) атмосфери дозволяє дистанційно реєструвати профілі основних метеорологічних величин – температури і вологості повітря, швидкості і напрямку вітру.

Протягом тривалого часу цей метод розвивався на базі доплерівської радіолокації пакета акустичних хвиль, який поширюється в атмосфері в напрямку зондування. Однак ряд особливостей, властивих доплерівській радіолокації просторово розподілених неоднорідностей, які створюються звуковою хвилею, помітно ускладнили впровадження його в практику метеоспостережень.

До чинників небезпеки в техногенній сфері відносяться технічні, санітарно-гігієнічні, організаційні та психофізіологічні.

Технічні чинники небезпеки визначаються рівнем надійності та ступенем ергономічності устаткування, застосуванням в його конструкції захисних загороджень, запобіжних пристроїв, засобів сигналізації та блокування, досконалістю технологічних процесів, правильною послідовністю виконуваних операцій тощо.

Санітарно-гігієнічні чинники небезпеки виникають при підвищеному вмісті

в повітрі робочих зон шкідливих речовин, недостатньому чи нераціональному освітленні, підвищеному рівні шуму, вібрації, незадовільних мікрокліматичних умовах, наявності різноманітних випромінювань вище допустимих значень, порушенні правил особистої гігієни та ін.

Організаційні чинники безпеки характеризують структуру виробничих взаємозв'язків, систему правил, норм, інструкцій, стандартів стосовно виконання робіт, планово-попереджувального ремонту устаткування, організацію нагляду за небезпечними , роботами, використанням устаткування, механізмів та інструменту за призначенням тощо.

Психофізіологічні чинники безпеки визначаються втомуою працівника через надмірну важкість і напруженість роботи, монотонність праці, хворобливим станом людини, її необережністю, неуважністю, недосвідченістю, невідповідністю психофізіологічних чи антропометричних даних працівника використовуваній техніці чи виконуваній роботі.

Попереджувальні та захисні заходи, а також засоби забезпечення безпеки направлені на:

1. попередження чи ліквідацію безпеки шляхом усунення джерела її виникнення або віддалення його на безпечну відстань,;
2. захист людини від безпеки шляхом застосування колективних та (чи) індивідуальних заходів захисту, а також страхування при роботах в небезпечних зонах;
3. використання технічних та конструкторських засобів підвищення безпеки, що дозволяють автоматизувати та, роботизувати небезпечні виробництва, застосовувати дистанційне керування, автоматично приводити в дію засоби захисту, підвищувати надійність роботи машин, механізмів, устаткування;
4. розробку відповідної нормативно-правової бази, спрямованої на формування концепції безпеки та створення безпечних та нешкідливих умов життєдіяльності;

5. проведення суворого нагляду та контролю за виконанням відповідних законів, постанов, правил, положень, які регламентують вимоги щодо забезпечення безпеки життєдіяльності;
6. розробку системи запобігання і реагування на надзвичайні ситуації, планів щодо захисту населення у випадку стихійних лих, аварій, катастроф тощо;
7. забезпечення медико-гігієнічних умов для підтримання на належному рівні здоров'я людей.

Проблема захисту від небезпечних природних та техногенних процесів, як правило, зводиться до проведення локальних заходів щодо захисту людей, будівель, підприємств і т. д. Однак нині ефективних результатів можна досягти лише за умови проведення комплексної системи попереджувальних та захисних заходів, які спрямовані на охорону усїєї сукупності об'єктів, що складають середовище життєдіяльності людини.

5.2 Аналіз основних джерел впливу та їх наслідків на людину та її оточення.

5.2.1 Електричний струм та захист від нього

Електричний струм – це спрямоване переміщення електричних зарядів усередині провідної речовини (усередині металів, рідких провідників і т. д.).

Електричний струм, проходячи через тіло людини, обумовлює перетворення електричної енергії в інші види і спричиняє термічну, електролітичну та біологічну дії.

Термічна дія полягає в тому, що струм, проходячи крізь тіло людини, нагріває його, як і будь-який провідник, через який він проходить. Таким чином, проходячи через органи людського тіла, електричний струм може викликати їхні опіки, обвуглювання тканин і всього тіла.

Електролітична дія полягає в тому, що електричний струм має властивість розщеплювати кислотні, лужні й інші провідні рідкі розчини на складові частини.

Проходячи крізь тіло людини, що, як відомо, складається на 70 % із води (протоплазма клітин, кров і т. д.), він справляє подібну електролітичну дію, розщеплюючи протоплазму і кров. У результаті клітини втрачають спроможність до нормального існування, обміну речовин і т. д.

Основними заходами захисту від ураження електричним струмом є такі:

- Контроль ізоляції, що є необхідною мірою, яка попереджує небезпеку ураження електричним струмом;
- Захисне заземлення – це навмисне з'єднання із заземленим пристроєм металевих частин електроустаткування, що нормально не знаходяться під напругою, але можуть виявитися такими у випадку ушкодження ізоляції;
- Захисне відключення – це система захисту, що забезпечує безпеку шляхом автоматичного відключення (протягом не більш 0,2 сек.) електроустановки у випадках замикання струмоведучої частини на землю, зниження опору ізоляції, несправності заземлення і т. д.

Додаткові захисні засоби – це такі засоби, що не гарантують надійну ізоляцію від робочої напруги і є додатковим заходом. До них належать:

- в установках вище 1 000 В – діелектричні рукавички, діелектричні боти, діелектричні килими; ізолюючі підставки на порцелянових ізоляторах;
- в установках до 1 000 В – діелектричні калоші, діелектричні коврики, ізолюючі підставки.

5.2.2 Іонізуюче випромінювання та захист від нього

Іонізація – це утворення позитивних і негативних іонів та вільних електронів з електрично нейтральних атомів та молекул. Атом, що загубив електрони, стає іоном, він має позитивний заряд. Для цього необхідно витратити енергію. Атом, що приєднав електрон, стає негативним іоном. Цей процес може супроводжуватись як витратою, так і виділенням енергії. Випромінювання, взаємодія яких із середовищем призводить до іонізації атомів і молекул,

називається іонізуючим. Слід зазначити що, іонізуюче випромінювання поділяється на 2 види: електромагнітне (фотонне), до якого належать ультрафіолетове, рентгенівське і γ -випромінювання, та корпускулярне (α , β , нейтрони, протони).

Джерела випромінювання поділяються на природні і штучні. Природним джерелом іонізуючого опромінення є космічний простір та радіоактивні речовини, що знаходяться в земній корі. Опроміненню від природних джерел піддається будь-який житель планети. Дози опромінення залежать від місця проживання (тому що не скрізь рівномірно залягають породи, що містять радіоактивні речовини); від способу життя (у помешканні або зовні людина проводить більшу частину життя); від місця роботи (наприклад, у будівництві часто застосовують будівельні матеріали з підвищеною радіацією, пілоти одержують більшу дозу порівняно з іншими професіями. Штучними джерелами іонізуючого випромінювання є ядерні установки, ядерні реактори, рентгенівські апарати, прилади з радіоактивними елементами. Джерелом іонізуючого випромінювання називається об'єкт, що містить радіоактивний матеріал або технічний прилад (наприклад, рентгенівська трубка), що випускає або здатне випускати іонізуюче випромінювання.

Для вимірювання ступеня радіаційної небезпеки використовують такі показники: поглинену дозу, експозиційну дозу та еквівалентну дозу, які вимірюються певними одиницями.

Поглинена доза – це кількість енергії випромінювання, поглинена одиницею маси тіла, що опромінюється. Поглинена доза вимірюється в греях (Гр).

Ушкоджень у живому організмі, викликаних іонізуючим випромінюванням, буде тим більше, чим більше енергії воно передасть тканинам. Кількість такої переданої організму енергії називається дозою.

Доза, яка характеризує іонізуючу спроможність випромінювання в повітрі, називається експозиційною. Вона вимірюється в кулонах на кілограм (Кл/кг).

Еквівалентна доза — поглинена доза, що помножена на коефіцієнт, який відображає здатність даного виду випромінювання пошкоджувати тканини організму. Вимірюють у системі СІ в одиницях — зівертах (Зв). Зіверт — одиниця еквівалентної дози у СІ. Відповідає поглиненій дозі в 1 Дж/кг (для рентгенівського, гамма- і бета-випромінювання).

5.2.3 Дія шуму на організм людини.

Шум - це голосний звук, що викликає неприємне відчуття та негативно впливає на фізичний та психологічний стан людини, змінюючи при цьому його поведінку; потенційно патогенний збудник, що приймає участь у формуванні загальної адаптації до постійно діючого стресу.

Шум включає звуки майже всіх частот слухового діапазону. Шуми відрізняються різним розподілом рівня звукового тиску по частотам та їх розподіленні у часі. Вони можуть бути:

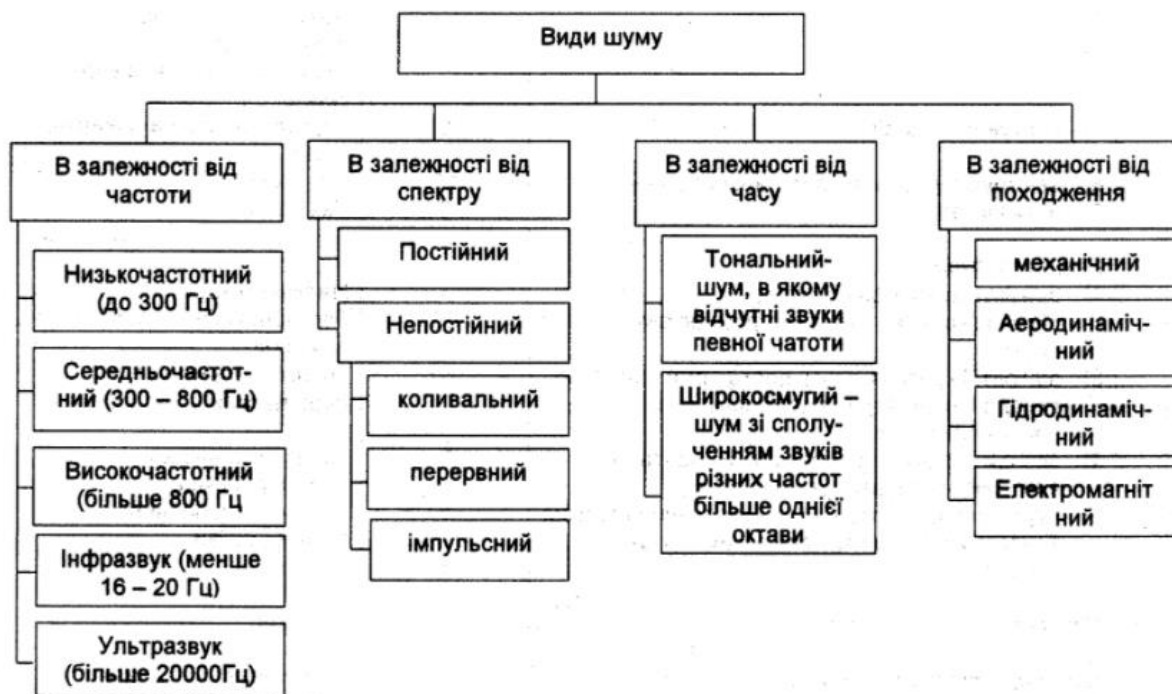
- низькочастотні (частоти нижче 300 Гц);
- середньочастотні (300-800 Гц);
- високочастотні (вище 800 Гц).

З урахуванням цих властивостей слуху встановлено логарифмічну шкалу для вимірювання рівня звукового тиску шуму. Кожний рівень цієї шкали, що відповідає зміні інтенсивності шуму в 10 разів, називається белом (Б). Так, якщо інтенсивність одного звуку більша інтенсивності другого в 10 разів, то другий звук вважають більшим на 1 Б, якщо в 100 разів більше - на 2 Б, в 10000 разів - на 4 Б і т. д. На практиці більш зручною виявилася величина в 10 разів менша бела - децибел (дБ). Це не абсолютна, а відносна одиниця, що ґрунтується на використанні логарифма відношення даної інтенсивності звуку (i) та порогової інтенсивності (i_0); за цей поріг приймається інтенсивність, що відповідає звуковому тискові $0,4 \cdot 10^{-4}$ Па або потужності близько 10^{-16} Вт. Вважається, що це мінімальна інтенсивність, яка сприймається людським вухом.

Патогенна дія шумів багатоманітна та до кінця не вивчена. Шум

беспосередньо гени не пошкоджує - він діє на них опосередковано, через обмін речовин. Шуми турбують, дратують людину і можуть спричинити шкоду здоров'ю. Захисна реакція людини на шум зумовлена виникненням надмірних процесів збудження або гальмування в центральній нервовій системі (ЦНС).

Велика кількість звукових сигналів, що поступають до кори головного мозку, викликають переживання, страх, передчасну втому. Дія шуму на людину виражається в широкому діапазоні - від суб'єктивного роздратування до об'єктивних змін в ЦНС, органах слуху, серцево-судинних та ендокринній системах, травному акті та інших органів і систем. Першим показником шкідливої дії шуму є скарги на роздратованість, переживання, порушення сну. Довготривала дія шуму впливає на психологічний статус, а також на функціональний стан фізіологічних систем організму. Шум викликає зміни в роботі надниркових залоз, гіпофіза, відображається на розвитку пристосувальних та регуляторних реакціях організму.



Таблиця 5.1 Класифікація шуму

Постійним називають шум, рівні звуку якого протягом робочого дня (робочої зміни) змінюються у часі не більше ніж на 5 дБ. Непостійним

вважається шум, рівні звуку якого протягом робочого дня (робочої зміни) змінюються у часі більше ніж на 5 дБ.

Непостійний шум поділяється на коливальний, перервний і імпульсний Шуми.

Коливальний - шум, рівень якого безперервно змінюється у часі.

Перервний - шум, рівні якого змінюються ступенево (на 5 дБ і більше), причому тривалість інтервалів, протягом яких рівень шуму залишається постійним, складає одну секунду і більше.

імпульсний - шум, який складається з одного або декількох звукових сигналів, кожний тривалістю менше однієї секунди.

Джерелом механічного шуму являються механічні вібрації поверхонь машин і обладнання, а також удари деталей, конструкцій тощо.

5.3 Рекомендації щодо зниження цих негативних чинників.

Результати вимірювань рівнів навколишніх шумів, зроблених для оцінки шумового забруднення, слабо придатні для випадку акустичного зондування атмосфери, оскільки вони, як правило, проводяться в широкій смузі частот, чутних людиною, а також із застосуванням в шумомірах зважувальних фільтрів, які враховують спектральну чутливість слуху до різних частотних складових. Ці вимірювання дозволяють оцінити абсолютну величину спектральної щільності шуму, але не дають уявлення про його частотну залежність

Одним з важливих місць застосування акустичних локаторів є зони аеропортів, де основними джерелами шуму є літаки. Спектр шуму, створюваного літаком, залежить від багатьох чинників: від типу двигуна повітряного судна, від режиму роботи двигуна на руліжці, зльоті, або посадці, від напрямку і відстані.

Для ліквідації шумового забруднення навколишнього середовища використовується шумозахист. Шумозахист - це комплекс заходів на виробництві, транспорті, при цивільному та промисловому будівництві, дорогах, вулицях населених місць. На практиці шумозахист виконується за допомогою архітектурно-планувальних та будівельних методів (застосування звукопоглинаючих матеріалів, раціональне розміщення будівельних об'єктів, створення протишумових розривів - віднесення житлових будівель всередину кварталів, винесення шумних виробництв від населених пунктів, конструювання протишумових віконних клапанів тощо), спеціальних шумозахисних екранів (створення вздовж вулиць екранів у вигляді земляних валів, стін різних конструкцій, шумовідбиваючих, як правило, не житлових будівель-магазинів, складів, гаражів), зелених насаджень (ефективні насадження розміром 50 м і більше в ширину, головним чином влітку), вішання на балконах та лоджіях масивних чи гофрованих загорож, "взяття" залізничних доріг в тунелі та подібні заходи.

В закордонних державах, зокрема в Німеччині, на багатьох військових та цивільних аеродромах, що приймають реактивні літаки, створені шумозахисні зони, обмежена активність польотів (заборона нічних польотів), введені обмеження для надзвукових літаків по часу, висоті та швидкості. Для земного транспорту (автомобільного та залізничного) застосовані технічні способи зниження шуму: встановлення дискових гальм, застосування на окремих ділянках дороги спеціального звукопоглинаючого асфальту (об'єм порожнин досягає 25%, тоді як в звичайних асфальтованих покриттях він складає не більше 6%). Застосування цих заходів дозволило на дорогах Німеччини знизити рівень шуму на 4-6 дБ. На жаль, в нашій країні заходів по зниженню шумового забруднення проводиться дуже мало.

Виключною властивістю затримувати та поглинати шум мають деревні та чагарникові насадження вздовж автомагістралей, особливо такі, що складаються з клена (зменшує рівень шуму на 15,5 дБ), тополі (до 11 дБ), липи

(до 9 дБ) та ялини (до 5 дБ). Все це дозволить значно зменшити шумове забруднення навколишнього середовища та зменшити його негативний вплив на організм людини. Густа, "жива" загорожа здатна зменшити шум, спричинений машинами, в 10 разів. Деревні породи більш ефективні, ніж цегляна або бетонна стіна. Крім того, вертикальне озеленення та інші види насаджень вздовж будинків та тротуарів сприяє зниженню нагріву стін та дорожніх покриттів в 10 і більше разів. Вони значною мірою знижують загазованість повітря від автомобілів і підприємств.

5.3.1 Вплив шуму при роботі з обладнанням

Зростання потужностей сучасного устаткування, машин, побутової техніки, швидкий розвиток всіх видів транспорту привели до того, що людина на виробництві і в побуті постійно піддається дії шуму високої інтенсивності. Шум здійснює шкідливий вплив на весь організм і в першу чергу на центральну нервову і серцево-судинну системи. Тривала дія інтенсивного шуму може привести до погіршення слуху, а в окремих випадках — до глухоти. Шум несприятливо впливає на працюючого: послаблює увагу, прискорює стомлення, уповільнює швидкість психічних реакцій, утруднює своєчасну реакцію на небезпеку. Все це знижує працездатність і може стати причиною нещасного випадку. Тому питання боротьби з шумом в наш час мають велике значення у всіх галузях техніки.

Для зниження шуму можна застосовувати наступні методи:

- зменшення шуму в джерелі (поліпшенням конструкцій машин за рахунок точності виготовлення вузлів);
- раціональне планування кабінетів (дотримання відстані не менш 100 м від будівлі з гучною технікою);
- зміна напрямку випромінювання шуму в протилежний бік від робочого місця.

Рівень шуму в приміщеннях будь-якої установи повинен відповідати Державним санітарним нормам допустимих рівнів шуму на робочих місцях.

Допустима рівномірна інтенсивність шуму на робочих місцях з персональним комп'ютером має відповідати вимогам ДСанПіН 3.3-2.007-98 та згідно з ДСТУ 2325-93 «Шум. Терміни та визначення». І становить: оптимальна — до 35-45 дБ, гранична — до 50-60 дБ.

Основним джерелом шуму в приміщеннях, обладнаних комп'ютерами, є принтери та устаткування для кондиціонування повітря, у самих персональних комп'ютерах — вентилятори систем охолодження і трансформатори. Рівень шуму в таких приміщеннях іноді досягає 85 дБ.

5.3.2 Методи та засоби захисту від шуму

Для боротьби з шумом застосовують методи і засоби колективного та індивідуального захисту. Згідно з ГОСТ 12. 1. 029-80 “ССБТ. Способы и методы защиты от шума. Классификация” на підприємствах, в першу чергу, необхідно застосувати засоби колективного захисту. Методи колективного захисту поділяють на: архітектурно-планувальні, інженерні, організаційні та акустичні.

Серед акустичних методів захисту найбільш поширеним методом є застосування звукоізоляції у вигляді кожухів, екранів, огорожень, кабін спостереження (при дистанційному керуванні). В основу методу звукоізоляції покладений принцип відбиття – більша частина звукової енергії I , що падає на огороження відбивається і тільки незначна її частка (близько 0,001) проникає через огороження.

Ефективність звукоізоляції R , дБ характеризується коефіцієнтом звукопровідності τ і розраховується за формулою:

$$R = 10 \lg (1/\tau), \quad (\text{Формула 5.1})$$

де $\tau = E_{\text{прон}}/E_{\text{пад}}$ – коефіцієнт звукопровідності перешкоди, де $E_{\text{прон}}$ – енергія звукової хвилі, що проникла через звукогороджувальну конструкцію, Вт; $E_{\text{пад}}$ – енергія звукової хвилі, що падала на звукогороджувальну конструкцію, Вт.

За звичай $R = 20 \dots 40$ дБ. Звукоізолююча здатність багатошарової конструкції R , дБ визначається за формулою:

$$R = 20 \lg mf - 47,5, \quad (\text{Формула 5.2})$$

де m – маса конструкції, кг/м²; f – частота коливань, Гц;

Шум на робочих місцях не повинен перевищувати допустимих рівнів згідно ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку (таблиця 5.2).

Зони з рівнем звуку вище 85 дБА повинні бути позначені знаками небезпеки. Працюючих в цих зонах адміністрація зобов'язана забезпечити засобами індивідуального захисту.

Робочі місця	Рівні звукового тиску, дБ в октавних смугах із середньогеометричними частотами, Гц								Рівень звуку, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Творча діяльність, керівна робота з підвищеними вимогами, наукова діяльність, конструювання та проектування, програмування, викладання та навчання, лікарська діяльність; робочі місця у приміщеннях - дирекції, проектно-конструкторських бюро, розраховувачів, програмістів обчислювальних машин у лабораторіях для теоретичних робіт та обробки даних, прийому хворих у медпунктах	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2. Висококваліфікована робота, що вимагає зосередження, адміністративно-керівна діяльність, вимірювальні та аналітичні роботи у лабораторії; робочі місця в приміщеннях цехового керівного апарату, контор, лабораторій	79	70	63	58	55	52	50	49	60
3. Робота, що виконується за вказівками та акустичними сигналами, робота, що потребує постійного слухового контролю, операторська робота за точним графіком з інструкцією, диспетчерська робота; робочі місця у приміщеннях диспетчерської служби, кабінетах та приміщеннях спостереження та дистанційного керування з мовним зв'язком по телефону, друкарських бюро, на дільницях точного складання, на телефонних та телеграфних станціях, у приміщеннях майстрів, у залах обробки інформації на обчислювальних машинах без дисплея та у приміщеннях операторів-акустиків	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4. Робота, що вимагає зосередження, робота з підвищеними вимогами до процесів спостереження та дистанційного керування виробничими циклами; робочі місця за пультами у кабінах нагляду та дистанційного керування без мовного зв'язку по телефону; у приміщеннях лабораторій з шумним устаткуванням, шумними агрегатами обчислювальних машин	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5. Виконання всіх видів робіт (крім перелічених у пп. 1 - 4 та аналогічних їм) на постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях та території підприємств	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Таблиця 5.2 Допустимі рівні звукового тиску на робочих місцях

5.5 Висновок

В даному дипломному проекті виконується розробка програмно-апаратного комплексу для дослідження зміни швидкості вітру та зондування атмосфери. Для забезпечення зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище при виробництві, експлуатації та утилізації однієї одиниці електронної апаратури, розробник повинен віднести до основних критеріїв вибору конструкції – екологічну доцільність.

До екологічної доцільності вибору технології виробництва можна віднести: зменшення відходів виробництва, використання природних ресурсів, електроенергії, шляхом застосування новітніх технологій

Для зниження шуму можна застосовувати наступні методи:

- зменшення шуму в джерелі (поліпшенням конструкцій машин за рахунок точності виготовлення вузлів);
- раціональне планування кабінетів (дотримання відстані не менш 100 м від будівлі з гучною технікою);
- зміна напрямку випромінювання шуму в протилежний бік від робочого місця.

Серед акустичних методів захисту найбільш поширеним методом є застосування звукоізоляції у вигляді кожухів, екранів, огорожень, кабін спостереження (при дистанційному керуванні). В основу методу звукоізоляції покладений принцип відбиття – більша частина звукової енергії I , що падає на огороження відбивається і тільки незначна її частка (близько 0,001) проникає через огороження.

ВИСНОВОК

У своїй дипломній роботі я проаналізував роботу акустичного локатора і проаналізував алгоритм виявлення сигналу на прикладі двоканального. Алгоритм був реалізований в програмному середовищі Matlab та перебуває у стадії модернізації та оптимізації роботи.

Слід зазначити, що акустична локація має велике значення в метеорології. Оперативна реєстрація вітру в атмосфері є важливим завданням метеорології. Дані щодо висотного профілю вітру, інтенсивності турбулентності, а також реєстрація небезпечних метеоумов життєво необхідні для авіації, метеопрогнозів, при попередженні небезпечних явищ (ураганів, торнадо, штормів та ін.). Методи дистанційного зондування атмосфери звуковими хвилями стають дуже популярними на сьогоднішній день. Тому, модернізація програмних методів аналізу отриманих даних є актуальною.

Провівши аналіз методів і засобів вимірювання параметрів вітру в атмосфері, що існують на даний момент, можна зробити висновок, що завдяки содарам виникає унікальна можливість відносно дешевого оперативного збору даних в глобальному масштабі. Для підвищення ефективності роботи локатора застосовують ядерні непараметричні алгоритми обробки сигналів.

Для створення алгоритму виявлення сигналу використовувалися: класичні методи спектрального аналізу, методи математичної статистики та теорії випадкових процесів, метод визначення функції невизначеності. На базі даних розробок в подальшому планується розробка алгоритму для багатоканального локатора на базі двоканального.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bech, J., Vilaclara, E., Pineda, N., Rigo, T., López, J., O'Hora, F., Lorente, J., Sempere, D., Fàbregas, F. X., 2004: The weather radar network of the Catalan Meteorological Service: description and applications. European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology (ERAD) - COST 717 Final Seminar, ERAD Publication Series Vol 2. Copernicus GmbH (c) 2004, ISBN 3-936586-29-2, pp. 416-420.
 2. Ivic, IR, A Zahrai and DS Zrnic, 2003. Whitening in range to improve weather radar spectral moment estimates. Part 2: Experimental evaluation. J. Atmos. Oceanic, Technol., 20, 1449-1459.
 3. O'Hora, F. and Bech, J., 2005: Operational use of pulse compression in weather radar. 32nd Conference on radar meteorology, AMS, Albuquerque, NM.
 4. O'Hora, F and Keeler R. J., 2006: Comparison of Pulse compression & Whitening Transformation signal processing. Proceedings of the ERAD2006.
 5. Puhakka, T., Puhakka, P. and O'Hora F., 2006: On the performance of NLFM pulse compression with Polarimetric Doppler radar. Proceedings of the ERAD2006.
 6. Gennady P. Bendersky, Viacheslav S. Efremov, Rudolf M. Sedletsky. The Syntesis of Signal, Steady to Doppler Shift of Frequency for Air Traffic Radar Control Radars. India, IRSI, 2003.
 7. Леховицкий Д.И., Жуга Г.А., Вовшин Б.М., Лаврукевич В.В., Извлечение метеоинформации на основе спектрального и корреляционного анализа отражений в импульсных доплеровских метеорологических РЛС // Прикладная радиоэлектроника, т. 6 № 4. 2007, стр. 491-510.
 8. Леховицкий Д.И., Атаманский Д.В., Кириллов И.Г. Разновидности «сверхразрешающих» анализаторов пространственно-временного спектра случайных сигналов на основе обеляющих адаптивных решетчатых фильтров // Антенны.–2000.–№2.–С.40–54.
 9. Леховицкий Д.И., Зарицкий В.И., Бурковский С.И., Полишко С.В. Системы междупериодной обработки сигналов на фоне гауссовых пассивных помех в импульсных РЛС (теория, структуры, потенциальная и реальная эффективность). Сборник научных трудов 2-го Международного радиоэлектронного форума "Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития" (МРФ' 2005). Харьков, 2005, Т. 2, с. 20 – 23.
 10. Lev-Ari H., Kailath T. Schur and Levinson algorithms for nonstationary processes. Proc. IEEE Int. Conf. Acoust, Speech and Signal Process (Atlanta, CA, March 1981), p.860-864.
 11. Леховицкий Д.И. Обобщенный алгоритм Левинсона и универсальные решетчатые фильтры. // Радиофизика.–1992.–т.35.–№9-10.–С.790-808.
 12. Леховицкий Д.И., Милованов С. Б., Раков И. Д., Свердлов Б. Г. Универсальные адаптивные решетчатые фильтры. Адаптация при заданном корне из оценочной корреляционной матрицы // Известия ВУЗов. Серия Радиофизика. – 1992. – № 11 – 12. – С. 969–992.
- [13] Шамшур В. И., Радиолокация. «Госэнергоизд», 1949. – 83 с.

14. Баранов А.М., Богаткин О.Г., Говердовский В.Ф., Еникеева В.Д. Авиационная метеорология. - СПб.: Гидрометеиздат, 1992. - 347 с
15. Богаткин О.Г. Практикум по авиационной метеорологии. – СПб.: Гидрометеиздат, 2005.- 183 с
16. В.Е. Гантмахер, Н.Е. Быстров, Д.В. Чеботарев, Шумоподобные сигналы. Анализ, синтез, обработка – СПб.: Наука и Техника, 2005. – 400 с.
17. А. Трухачев, Радиолокационные сигналы и их применение. – Военное издательство 2005.
18. G. San Antonio, D. Fuhrmann, F. Robey, "MIMO radar ambiguity functions," IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing, Vol. 1, No. 1 (2007).
19. Выбор модели измерения скорости звука для оптимального линейного фильтра систем радиоакустического зондирования атмосферы В.М. Карташов, Д.Н. Куля, М.В. Кушнир, Е.Г. Толстых // Радиотехника. Всеукр. межвед. науч. техн. сб. Харьков, 2013. №173. С. 63-68.
20. Карташов В.М., Бабкин С.И., Толстых Е.Г. Расширение возможностей систем радиоакустического зондирования атмосферы // Радиотехника. Всеукр. межвед. науч. техн. сб. Х.: ХНУРЭ, 2014. №179. С. 5- 9.
21. Карташов В.М., Бабкин С.И., Толстых Е.Г. Проблемы метрологической аттестации средств дистанционного зондирования атмосферы // Системы обработки информации: сб. науч. трудов. Х.: Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, 2015. вып. 6(131). С.88-91.
22. Карташов В.М. Бабкин С.И., Толстых Е.Г. Пассивная локация пятна рассеянных сигналов при радиоакустическом зондировании атмосферы // Прикладная радиоэлектроника. Науч. техн. журнал. Х.: ХНУРЭ, 2015. Том 14, №1. С. 59-63.
23. Kartashov V.M., Kulia D.M., Kushnir M.V., Tolstyh E.G. Selection of the Model for Varying Speed of Sound for the Optimal Linear Filter of Atmosphere Radio Acoustic Sounding Systems // Telecommunications and Radio Engineering. New York, 2014. Vol. 73(9). P. 803-812.
24. Красненко Н.П. Акустическое зондирование атмосферы. Новосибирск: Наука, 1986. – 168с.
25. Самохин В.Ф. Шум самолетов и двигателей : учебное пособие / В.Ф. Самохин, Л.Л. Картовицкий; Федеральное агентство по образованию, Московский авиационный ин-т (гос. технический ун-т). – М.: МАИ-Принт, 2009. – 95 с.
26. Sinitsyn R. Passive acoustic radar for aircraft trajectory tracking / R. Sinitsyn, F. Yanovsky, E. Chervoniak, O. Zaporozhets // Proceedings of IEEE Microwaves, Radar and Remote Sensing Symposium (MRRS-2014), September 23-25, 2014, Kiev, Ukraine. – 2014. – pp.70-83.

- 27 Sinitsyn R. Wideband Copula Ambiguity Function in Radar and Navigation Systems / R. Sinitsyn, F. Yanovsky // Electronics and Control Systems. – 2014. – №4 (42). – pp.11-17.
- 28 Sinitsyn R. Acoustic Noise Atmospheric Radar with Nonparametric Copula Based Signal Processing / R. Sinitsyn, F. Yanovsky // Telecommunications and Radio Engineering. – 2012. – Vol. 71 (4). – pp. 327-335.
- 29 Sinitsyn R. MIMO Radar Copula Ambiguity Function / R. Sinitsyn, F. Yanovsky // Proceedings of the 9th European Radar Conference, Oct. 29 – Nov. 2, 2012, Amsterdam, Netherlands. – 2012. – pp. 146-149.
- 30 Sinitsyn R. Non-Parametric Signal Processing in Noise Radar / R. Sinitsyn, F. Yanovsky // Proceedings of Noise Radar Technology conference, September 27-29, 2012, Yalta, Ukraine. – 2012. – pp. 1-8.
- 31 Bokal Zh. Generalized Copula Ambiguity Function Application for Radar Signal Processing / Zh. Bokal, R. Sinitsyn, F. Yanovsky // Proceedings of Microwaves, Radar and Remote Sensing Symposium, August 25 – 27, 2011, Kiev, Ukraine. – 2011. – pp. 313 – 316.
- 32 Sinitsyn R. Copula Ambiguity Function for Wideband Random Radar Signals / R. Sinitsyn, F. Yanovsky // Proceedings of The International IEEE Conference on Microwaves, Communications Antennas and Electronic Systems, November 7-9, 2011, Tel-Aviv, Israel. – 2011. – pp. 1-4.