

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Радіотехнічний факультет  
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра радіотехнічних пристроїв та систем  
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»  
УДК 621.391

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

С.Я. С.Я. Жук  
(підпис) (ініціали, прізвище)

«12» чрудня 2019 р.

## Магістерська дисертація

за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка  
за спеціалізацією Радіотехнічні інформаційні технології  
(код і назва спеціальності)

на тему: Алгоритм сегментації цифрових зображень спотворених  
комбінованою завадою

Виконав: студент 2 курсу, групи РТ-81мп  
(шифр групи)

Бобко Артем Сергійович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

[підпис]  
(підпис)

Науковий керівник к.т.н., Вишневий С.В.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

[підпис]  
(підпис)

Консультант ох. праці к.т.н., доц. Каптанов С.Ф.  
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

[підпис]  
(підпис)

Рецензент к.т.н., доцент каф. РРС Сумас С.О.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

[підпис]  
(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській  
дисертації немає запозичень з праць  
інших авторів без відповідних  
посилань.

Студент [підпис]  
(підпис)

Київ – 2019 року



**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет (інститут)

Радіотехнічний факультет

(повна назва)

Кафедра

Радіотехнічних пристроїв та систем

(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність

172 Телекомунікації та радіотехніка

спеціалізація

Радіотехнічні інформаційні технології

(код і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

С.М.

(підпис)

С.Я. Мук

(ініціали, прізвище)

«10» вересня 2019 р.

**ЗАВДАННЯ**

на магістерську дисертацію студенту

Бобко Артем Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Алгоритм сегментації цифрових зображень створених комбінованою завадою

науковий керівник дисертації Вишневий Сергій Валерійович К.Т.Н.,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «12» листопада 2019 р. №3881-с

2. Строк подання студентом дисертації 12 грудня 2019

3. Об'єкт дослідження сегментація радіолокаційних зображень

4. Предмет дослідження (вихідні дані для магістерської дисертації за освітньо-професійною програмою) Алгоритм сегментації текстурних зображень

5. Перелік завдань, які потрібно розробити

1. Розробка алгоритму сегментації цифрових зображень

2. Аналіз роботи алгоритму сегментації цифрових зображень



3. Аналіз ефективності обробки алгоритму сегментації  
тестованих зображень

6. Орієнтовний перелік ілюстративного (графічного) матеріалу  
матеріал представлений у вигляді презентації PowerPoint.

7. Орієнтовний перелік публікацій Тези та доповіді на студентських конференціях

8. Консультанти розділів дисертації\*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Каштанов С.Ф., к.т.н., доцент		

9. Дата видачі завдання 10 вересня 2019 року

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1.	Пошук наукового напрямку магістерської дисертації	01.01.2019 – 31.08.2019	вик.
2.	Пошук та аналіз літературних джерел	01.09.2019 – 01.10.2019	вик.
3.	Аналіз методів формування та обробки цифрових зображень	01.10.2019 – 15.10.2019	вик.
4.	Аналіз алгоритму сегментації	16.10.2019 – 10.11.2019	вик.
5.	Моделювання	11.11.2019 – 01.12.2019	вик.
6.	Формування висновків	01.12.2019 – 11.12.2019	вик.

Студент

(підпис)

А.С. Бобко  
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

С.В. Вишневий  
(ініціали, прізвище)

\* Консультантом не може бути зазначено наукового керівника

## АНОТАЦІЯ

Обсяг пояснювальної записки магістерської дисертації становить 97 сторінок, які включають в себе 7 розділів, 28 ілюстрації, 34 таблиці, 26 бібліографічних найменувань за переліком джерел посилань.

Актуальність теми дослідження. З кожним роком зростає потреба в швидкій, а головне якісній обробці отримуваних зображень, виділення окремих областей для подальшого аналізу сцени на зображенні, наприклад, безпосередньо автоматичної обробки зображень. Завдання сегментації одне з основних при вирішенні цієї проблеми. Без цього етапу неможливо було б отримати чіткі знімки, з максимально зменшеним рівнем шумів, тому постає завдання дослідити сегментацію текстурних зображень.

Мета роботи. Розробка та аналіз алгоритму сегментації цифрових зображень спотворених комбінованою завадою.

Об'єкт дослідження. Сегментація радіолокаційних зображень.

Предмет дослідження. Алгоритм сегментації текстурних зображень.

В результаті виконання магістерської роботи було створено алгоритм який дозволяє сегментувати текстурні зображення на яких присутня комбінована завада.

Матеріали дисертації та основні положення, отримані в роботі, представлялися на: міжнародній науково-технічній конференції «Радіотехнічні поля, сигнали та системи» (м. Київ, 2019); II Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів та аспірантів «Радіоелектроніка в XXI столітті» (м. Київ, 2019);

За результатами дисертаційної роботи опубліковано 2 тез доповідей.

Ключові слова: СЕГМЕНТАЦІЯ, РЛЗ, ЗАВАДА, ТЕКСТУРНІ ЗОБРАЖЕННЯ.

## ANNOTATION

The volume of the explanatory note of the master's thesis is 97 pages, which include 7 sections, 28 illustrations, 34 tables, 26 bibliographic names according to the list of sources of links.

Relevance of the research topic. Every year there is growing need for fast, and most importantly, quality image processing, selection of individual areas for further analysis of the scene on an image, such as directly automatic image processing. The task of segmentation is one of the main tasks in solving this problem. Without this stage it wouldn't be possible to get clear pictures with the lowest possible noise level, so the task is to investigate the segmentation of texture images.

Purpose. Development and analysis segmentation algorithm of the digital images which distorted by the combined interferences.

Object of research. The object is the segmentation of radar images

Subject of research. The subject is segmentation algorithm of texture images.

As a result of the master's project was created an algorithm that allows you to segment textured images that have combined interferences.

Testing the results of the thesis. The dissertation materials and the main provisions received in the work were presented at: international scientific and technical conference "Radio engineering fields, signals and systems" (Kyiv, 2019; II All-Ukrainian scientific and technical conference of students and graduate students "Radio electronics in the XXI century" (Kyiv, 2019);

Publications. According to the results of the dissertation, 2 abstracts were published.

Keywords: SEGMENTATION, SAR IMAGES, INTERFERENCE, TEXTURAL IMAGES.

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**до магістерської дисертації**

на тему: Алгоритм сегментації цифрових зображень спотворених  
комбінованою завадою



Київ — 2019 року

## ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ .....	1
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	13
ВСТУП .....	14
1 АКТУАЛЬНІСТЬ ТА СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ТА ЇХ МЕТОДІВ.....	16
1.1 Сфери застосування .....	16
1.1.1 Дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) .....	16
1.1.2 Гідролокація .....	19
1.1.3 Медичні дослідження .....	22
1.1.3.1 Магнітно-резонансна томографія.....	22
1.1.3.2 Ультразвук .....	25
1.2 Висновки.....	27
2 ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ПОВЕРХНІ ЗЕМЛІ	30
2.1 Цифрове зображення і процес його отримання .....	31
2.2 Принцип дії РСА космічного базування .....	33
2.3 Формування зображення .....	34
2.4 Особливості формування РЛЗ сучасних РСА.....	35
3 МЕТОДИ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ .....	39
3.1 Методи сегментації.....	40
3.1.1 Статистичний метод .....	41
3.1.2 Пороговий метод.....	42
3.1.3 Структурний метод.....	44
3.1.4 Метод злиття/розбиття .....	45

3.1.5 Фрактальний метод.....	46
3.1.6 Спектральний метод .....	47
3.2 Види завад.....	48
3.2.1 Імпульсний завада.....	48
3.2.2 Адитивна завада .....	49
3.2.3 Мультиплікативна завада.....	50
4 АЛГОРТИМ СЕГМЕНТАЦІЇ.....	52
4.1 Перший етап алгоритму сегментації.....	52
4.2 Другий етап алгоритму сегментації .....	53
5 МОДЕЛЮВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ.....	57
5.1 Моделювання першого тестового зображення .....	57
5.2 Моделювання другого тестового зображення .....	61
5.3 Моделювання третього тестового зображення.....	64
5.4 Моделювання реального РЛЗ .....	67
6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	77
6.1 Визначення основних потенційно-шкідливих та небезпечних виробничих факторів при виконанні науково-дослідницької роботи.....	77
6.2 Електробезпека.....	78
6.2.1. Розрахунок електромережі на вимикаючу здатність при аварійному режимі роботи електрообладнання.....	80
6.3. Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки і гігієни праці та виробничої санітарії.....	81
6.3.1. Відповідність параметрів мікроклімату робочої зони санітарним нормам.....	83

6.3.2. Вимоги до вентиляції виробничих приміщень .....	85
6.3.3. Перевірка освітлення робочих місць користувачів ВДТ ПЕОМ .....	85
6.4. Безпека у надзвичайних ситуаціях .....	87
6.4.1 Обов'язки та дії персоналу у разі виникнення НС .....	87
6.4.2 Вимоги щодо організації ефективної роботи систем оповіщення персоналу у разі виникнення небезпечної ситуації.....	88
6.5. Пожежна безпека .....	91
7 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ .....	93
7.1 Опис ідеї проекту .....	93
7.2 Технологічний аудит ідеї проекту.....	94
7.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	94
7.4 Розроблення ринкової стратегії проекту .....	98
7.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	99
7.6 Висновки.....	100
ВИСНОВКИ.....	101
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	102

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

РЛС — Радіолокаційна станція

РСА — Радар з синтезованою апертурою

ЕОМ — Електронна обчислювальна машина

ДЗЗ — Дистанційне зондування землі

РЛЗ — Радіолокаційне зображення

SAR — Synthetic-aperture radar

ПСК — Система координат призначена для користувача

ФМ — Фазоманіпульовані (сигнали)

ЛЧМ — Лінійна частотна модуляція

СКВ — Середньоквадратичне відхилення

## ВСТУП

З кожним роком зростає кількість технічних засобів для всіх видів зйомки, це обумовлено потребою в більш чітких зображеннях. Також виникає потреба в швидкій, а головне якісній обробці отримуваних зображень на виході для коректного візуального аналізу при аерофотозйомці, зйомці земної поверхні з супутника ДЗЗ та застосуванні в медичній сфері.

Переваги систем дистанційної розвідки землі полягає в незалежності від погодних умов, годин дня або пори року. Такі системи будуються на основі радіолокаційної станції з синтезованою апертурою (РСА). Серед завдань, що вирішуються за допомогою радарних даних, можна виділити такі основні напрямки як: моніторинг зсувів земної поверхні, будівель; моніторинг екологічного стану місцевості; побудова цифрової моделі місцевості та цифрової моделі рельєфу; моніторинг льодової обстановки; моніторинг судноплавства; вивчення морських і океанських течій; моніторинг стихійних лих, такі як повені, лісові пожежі і виверження вулканів; моніторинг вирубок для задач лісового господарства; моніторинг врожайності для задач сільського господарства.

Актуальність полягає в тому, що від моменту, коли супутниковий знімок отримано, до можливості його проаналізувати, повинен пройти цілий цикл процедур щодо приведення його у вигляд, що буде зручним для подальшого аналізу інформації. А також зважаючи на те, що сучасні системи на виході видають зображення з надвисокою роздільною здатністю, це потребує ще більших розрахункових можливостей систем обробки радіолокаційних зображень, існує велика потреба в швидкій та головне якісній обробці великих масивів даних таких зображень. Завдання сегментації одне з основних при вирішенні цієї проблеми. Без цього етапу неможливо було б отримати чіткі знімки з максимально зменшеним рівнем шумів, що безсумнівно вплинуло б на коректний аналіз зображення.

Об'єктом дослідження є сегментація радіолокаційних зображень.

Метою даної роботи є розробка та аналіз алгоритму сегментації цифрових зображень спотворених комбінованою завадою.

Сегментація передбачає виділення на зображенні окремих областей які між собою не перетинаються і які характеризуються певною однорідністю. Часто цифрові зображення які потрібно обробляти відповідним методом сегментації, тому однією із важливих задач при виборі методу сегментації є дослідження зашумлених зображень, їх обробку та дослідження точності отриманих результатів.

# 1 АКТУАЛЬНІСТЬ ТА СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ТА ЇХ МЕТОДІВ

Інформація отримана на виході аерокосмічної техніки являє собою електромагнітне випромінювання зареєстроване певним видом сенсорів. Таке випромінювання може мати як природний характер, так і штучне походження.

В залежності від отриманого зображення пристрої можна поділити на дві групи:

1. Пасивні системи (скануючі оптико-електронні системи), які реєструють природне випромінювання (зйомка в видимому і інфрачервоному діапазонах довжин електромагнітних хвиль);

2. Активні системи (радіолокаційні, лазерні), самі генерують випромінювання і потім аналізують його прийняту відбиту частину (зйомка в сантиметровому радіодіапазоні).

Переваги активних систем на відміну від пасивних, полягає в незалежності від погодних умов, годин дня або пори року.

## 1.1 Сфери застосування

До сфер, що застосовують саме активні системи для отримання зображення деякої поверхні, можна віднести:

### 1.1.1 Дистанційне зондування Землі (ДЗЗ)

Дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) — є методом отримання інформації про об'єкт або явище без безпосереднього фізичного контакту з даним об'єктом. Метою є виявлення, класифікацію та аналіз об'єктів земної поверхні, а також атмосфери і океану, за допомогою розповсюджуваних сигналів.

Застосування систем ДЗЗ обумовлена можливістю ведення радіолокаційної зйомки незалежно від погодних умов, часу доби і року. Засобом радіолокаційної зйомки, встановленим на борту космічного апарату (КА) або літального апарату, як правило, є радіолокаційна станція з синтезуванням апер-



тури антени (РСА). Основний продукт ДЗЗ - радіолокаційний знімок, процес отримання якого полягає в обробці первинної радіолокаційної інформації, переданої з КА або літального апарату на наземний пункт. Як виглядає цей процес зображено на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 — Процес фотографування певної ділянки Землі  
Знімок з радіолокаційної станції з синтезованою апертурою представлений на рисунку 1.2.

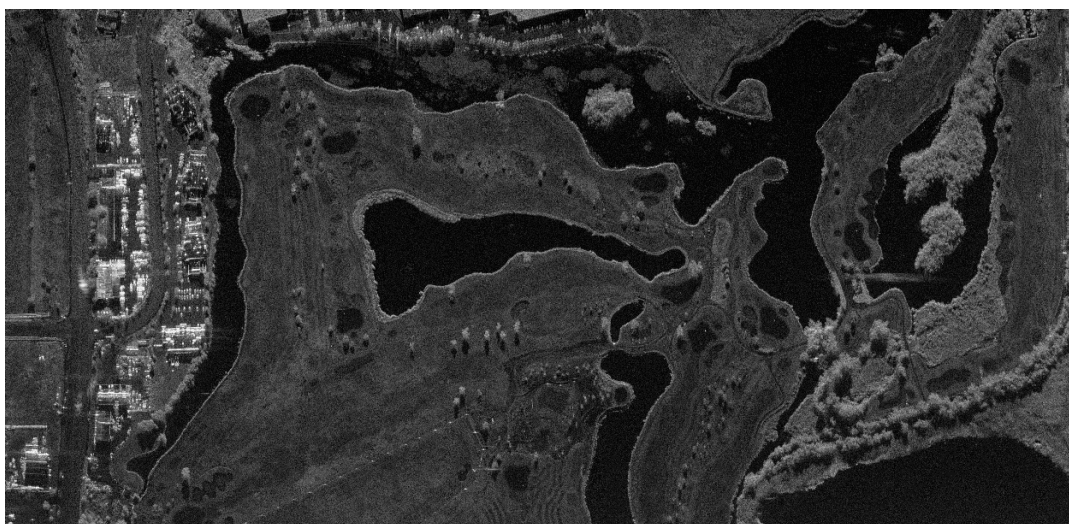


Рисунок 1.2 — Радіолокаційне зображення

Переваги:

Зондування поверхні Землі із застосуванням когерентних радіолокаційних систем різних частотних діапазонів, розміщених на космічних апаратах

(КА), вигідно відрізняється від інших засобів моніторингу земної поверхні і розташованих на ній об'єктів:

- більш високою просторовою роздільною здатністю при умові незалежності від метеорологічних умов та від освітлення сонцем в певному районі;
- можливістю реєстрації об'єктів, розташованих під сніговим, рослинним або земним покривом;
- можливістю визначати стан рослинних покривів (лісів, посівів) і забезпечувати оцінки біоресурсів;
- можливістю реєстрації по поверхневим проявам глибинних процесів у водному середовищі і геологічних утвореннях;
- можливістю використання різних поляризаційних конфігурацій випромінюваного і прийнятого сигналів;
- здатністю виявляти рухомі об'єкти на поверхні та вимірювати параметри їх руху;
- можливістю спільно обробляти групи комплексних радіолокаційних зображень, отриманих в різний час або одночасно на різних космічних апаратах, що утворюють інтерферометричну пару, з подальшим побудовою цифрових карт рельєфу місцевості з роздільною здатністю по висоті 0.5-10м або виявляти тектонічні зміщення елементів земної поверхні за кілька років з помилкою не більше 1 мм.

Недоліки:

Характерною проблемою когерентних систем формування зображень, таких як радіолокатор з синтезованою апертурою (РСА) є наявність в них спекл-шуму, обумовленого інтерференцією ехосигналів в межах елемента роздільної здатності. "Зерниста" структура істотно погіршує візуальне сприйняття зображень та дешифрацію. А також ефективність їх автоматичної обробки.[1]

Усунення негативного впливу перешкод досягається шляхом виконання фільтрації, яка найчастіше виступає в якості початкового етапу обробки,

спрямованого на поліпшення ставлення сигнал/шум для підвищення ефективності наступних етапів, до яких відносяться сегментація, класифікація та інші. До теперішнього часу розроблено велику кількість фільтрів, в тому числі і спеціально орієнтованих на обробку РСА-зображень, які враховують мультиплікативний характер перешкод. Разом з тим, при розробці більшості з цих фільтрів не врахована просторова корельованість спекл-шуму, що призводить до зниження ефективності придушення перешкод.

Перехід до обробки послідовності зображень призводить до збільшення обсягу оброблюваних даних. Таким чином, ще більш актуальною стає проблема обчислювальної складності та практичної можливості бути реалізованим використовуваних при цьому алгоритмів фільтрації.

### **1.1.2 Гідролокація**

У широкому сенсі гідролокатор являє собою пристрій акустичного виявлення цілей знаходяться частково або повністю під водою. Зараз гідролокатор дуже популярний на судах різного масштабу, оскільки його функціональні можливості значно розширилися.[2]

Гідролокатор може бути двох типів залежно від використовуваного принципу роботи: активний і пасивний.

Активний гідролокатор самостійно випромінює звукові сигнали в заданому напрямку і приймає відбите відлуння. За швидкістю отримання відповідної реакції від об'єкту сканування обчислюється відстань до нього (при цьому обов'язково враховується швидкість поширення звукових хвиль у водному просторі). За рахунок того що в воді швидкість звуку нижче ніж в повітрі, процес ідентифікації цілі і її положення займає більше часу. Для здійснення подібних операцій гідролокатор оснащений спеціальним випромінювачем і чутливим приймачем, який здатний уловлювати навіть вкрай слабкі сигнали. Випромінювач гідролокатора можна вільно обертати в необхідному напрямку.

Пасивний гідролокатор спроектований таким чином, щоб приймати вироблені тільки ціллю шуми, на яку він направлений.

Гідролокатор з секторним або круговим оглядом — використовується для вирішення досить широкого спектра завдань, причому як військової, так і цивільної тематики. Найбільш поширене завдання: побудова схеми навколишнього водного периметру з вказівками розташування всіх підводних об'єктів. Даний гідролокатор може бути встановлений не тільки на судно, але і на стаціонарний об'єкт. Спеціальні компактні модифікації застосовуються водолазами при дослідженні водних глибин і пошуку об'єктів.

Гідролокатор бокового огляду — найчастіше застосовується для ретельного дослідження морського дна. Саме тому функціонально він являє собою спеціальний апарат обтічної форми з 2-ма датчиками на кожній зі сторін, який буксується на відстані до 50 метрів від дна. Кожен датчик покриває кут огляду приблизно в  $45^\circ$ , що в цілому дає уявлення про рельєф дна на значній відстані (близько 100 м). ГБО найчастіше використовують для обчислення найбільш підходящих місць для прокладки трубопроводів та інше.

Як протікає процес сканування дна показано на рисунку 1.3.

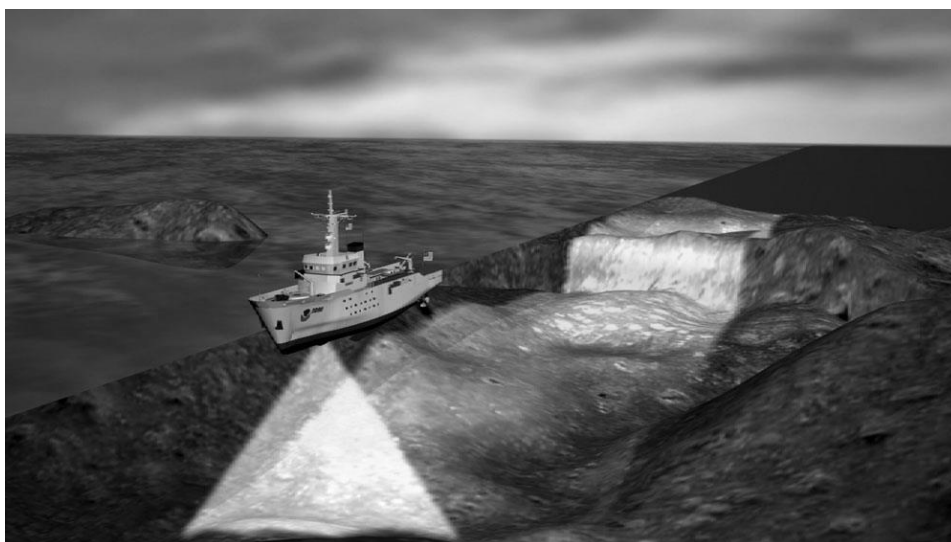


Рисунок 1.3 — Сканування дна

Найбільш популярний в наші дні гідролокатор - ехолот, оскільки він відмінно підходить для застосування на середніх і невеликих судах. Це вузькоспеціалізований гідролокатор, пристрій для дослідження рельєфу дна вод-

ного басейну. Зазвичай використовує ультразвуковий передавач і приймач, а також ЕОМ для обробки отриманих даних і відтворення топографічної карти дна.

Завдання у ехолота, як правило, всього дві:

- складання детальної карти рельєфу водойми і промір глибин;
- пошук косяків риб в товщі води.

На рисунку 1.4 можна побачити зображення підводного човна, що був потоплений в часи другої світової війни.



Рисунок 1.4 — Зображення підводного човна за допомогою гідролокатора

Ехолот посилає імпульси з певною частотою. Як правило, виробники пристроїв подібного типу використовують такі частоти: 192/200 кГц, 50 кГц, 83 кГц, 455 кГц і 800 кГц. Усі зазначені частоти відправки імпульсів датчиком ехолота мають як переваги, так і недоліки. Тому при виборі пристрою необхідно враховувати ті специфічні умови, в яких ви планується використовувати ехолот.

Перша, друга і третя з перерахованих частот застосовуються найчастіше, в таблиці 1.1 показано їх відмінність.

Таблиця 1.1 — Відмінності роботи ехолота на різних частотах

192 / 200 кГц	50 кГц	83 кГц
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Невелика глибина;</li> <li>• Мала ширина променю - до 60 °;</li> <li>• Більш гарне визначення і поділ цілей;</li> <li>• Менше шуму на зображенні.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Велика глибина;</li> <li>• Велика ширина променю - до 90 °;</li> <li>• Визначення і поділ цілей гірше;</li> <li>• Більше шуму на зображенні</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Для мілководдя;</li> <li>• Ще більша ширина променю - до 120 °;</li> <li>• Менш точне рисування дна.</li> </ul>

Дві відносно нові частоти - 455 кГц і 800 кГц. Перша працює на більшій глибині, ніж 800 кГц. Однак друга відрізняється більш високою якістю промальовування деталей структури дна. 800 кГц найкраще використовувати при глибині 18 метрів і менше, хоча на великій швидкості вона підходить і для дослідження більш глибоких вод: оскільки імпульсів надсилається більше, зображення вийде більш детальним. [3]

#### Переваги

– Більша роздільна здатність ніж у ДЗЗ, але це пов'язано з відстанями між об'єктом та системою локації, а також середою поширення хвиль.

#### Недоліки:

- Невеликий радіус дії
- Застосування тільки у водному просторі

### 1.1.3 Медичні дослідження

#### 1.1.3.1 Магнітно-резонансна томографія

Магнітно-резонансна томографія (МРТ) - це метод медичної візуалізації, застосовуваний в радіології для отримання детального зображення внутрішніх структур тіла використовуючи явище ядерного магнітного резонансу. Спосіб заснований на вимірюванні електромагнітного відгуку атомних ядер (найчастіше ядер атомів водню), а саме, на збудження їх певним поєднанням електромагнітних хвиль в постійному магнітному полі високої напруженості.[4]

Результати МРТ засновані на компіляції секвенцій, що є впорядкованою комбінацією радіочастотних та градієнтних імпульсів, з метою отримання даних, з яких складається зображення. Результуюче зображення - це зовсім не фотографія або фото-негатив досліджуваної частини тіла або органу. Дослідження багатоплощинне, це означає що зображення може бути отримане в багатьох площинах тіла без зміни його положення і доктори побачать органи в розрізі. Радіосигнали перетворюються в високоякісне зображення зрізу людського організму, на екрані монітора (рисунок 1.4). МРТ дозволяє отримати тривимірне зображення внутрішніх органів в реальному часі.

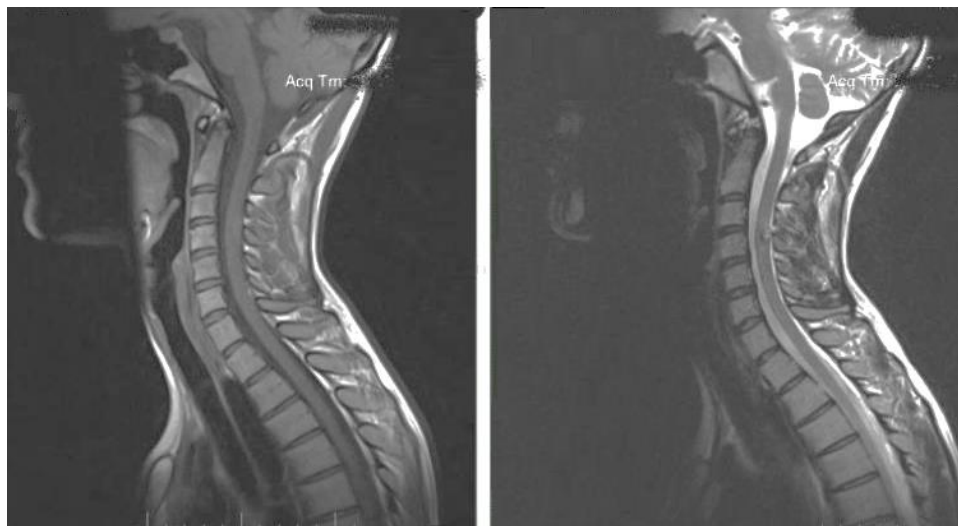


Рисунок 1.4 — МРТ знімок

Цей метод діагностування є більш точним і надійним, ніж КТ (комп'ютерна томографія), адже при МРТ не провадиться застосування іонізуючого випромінювання, а застосовуються абсолютно нешкідливі для організму електромагнітні хвилі.

Через те, що тіло людини на 90% складається з рідини, метод ядерного магнітного резонансу дає змогу досліджувати організм людини за допомогою вивчення насиченості тканин організму воднем та особливостей їх магнітних властивостей. Ядро водню складається з одного протона, яке змінює свою просторову орієнтацію від дії магнітного поля на специфічній для протона резонансній частоті. Для ядер атомів водню в полі величиною 1 Тесла частота коливань біля положення рівноваги становить 42,58 МГц. Якщо опромінити протони радіохвилею з відповідною частотою, то виникне резонанс, і коливання посиляться, вектор загальної намагніченості при цьому зміститься на певний градус щодо ліній зовнішнього поля.

Після взаємодії радіохвилі з протонами і резонансного посилення коливань, частинки знову прагнуть прийти до рівноважного стану, при цьому, випромінюючи фотони (з яких і складається радіохвиля). Це і називається ефектом ядерного магнітного резонансу. По суті, все досліджуване тіло перетворюється на величезний масив мініатюрних радіопередавачів, сигнал з яких можна зловити, локалізувати і побудувати картину розподілу атомів водню в речовині.

Якщо помістити протон в зовнішнє магнітне поле, то його магнітний момент буде або співнаправлений, або протилежно направлений магнітному полю, причому в другому випадку його енергія буде вище. При впливі на досліджувану область електромагнітним випромінюванням певної частоти частина протонів змінить свій магнітний момент на протилежний, а потім повернуться в початкове положення. При цьому системою збору даних томографа реєструється виділення енергії під час релаксації попередньо збуджених протонів.

Сучасні томографи мають потужні джерела сильного магнітного поля. В якості таких джерел застосовуються як електромагніти (зазвичай до 1-3 Тл), так і постійні магніти (до 0,7 Тл). Щоб поле було досить сильним, застосовуються надпровідні електромагніти, що працюють в рідкому гелії, а постійні магніти потрібні неодимові, бо вони дуже потужні, окрім того використовую-



ються градієнтні котушки, які доповнюють градієнтним магнітним збуренням однорідне магнітне поле, це дозволяє визначити розташування сигналу в просторі.

Одними з важливих показників томографа є потужність та швидкість дії градієнтних підсилювачів, що впливають на швидкодію, роздільну здатність та співвідношення сигнал-шум.

### **1.1.3.2 Ультразвук**

Ультразвук являє собою високочастотні механічні коливання частинок твердої, рідкої або газоподібної середовища, нечутні людським вухом. Частота коливань ультразвуку вище 20 кГц. Для лікувальних цілей застосовується ультразвук з частотою від 800 кГц до 3 000 кГц.[5]

Частота ультразвуку, необхідна для медичної візуалізації, знаходиться в діапазоні 18 кГц - 20 МГц. Ці коливання отримують при використанні п'єзоелектричних матеріалів. Коли електричне поле поміщається через зрізи, воно розширюється або стискається. При відображенні сигнал повертається, викликаючи змінне електричне поле, яке змушує кристал вібрувати.[6]

Для досягнення п'єзоелектричного ефекту в УЗД-сканерах використовуються спеціальні елементи з кварцу, титану або барію. Їх товщина підбирається таким чином, щоб забезпечити краще резонування.

Чим більше різні акустичні опори, тим сильніше віддзеркалення і заломлення ультразвуку на краях різних середовищ. Відображення ультразвукових хвиль залежить від кута падіння на зону впливу - чим більше кут падіння, тим більше коефіцієнт відбиття. Чим вище частота ультразвукової хвилі, тим менше глибина проникнення в тканину і краща роздільна здатність близько розташованих об'єктів. Низькі частоти дозволяють збільшити глибину проникнення хвиль, однак при цьому знижується роздільна здатність. Глибина проникнення в тканини ультразвуку частотою 800 - 1000 кГц оцінюється в 5 - 6 см, а частотою 2400 кГц в три рази менше. У невеликих дозах ультразвук

може проникнути на глибину до 20 см. Ультразвук поглинається тканинами нерівномірно: чим вище акустична щільність, тим менше поглинання.

На кордоні двох середовищ відбувається передача або відображення звуку, це залежить від того, наскільки різні тканини, які мають спільні границі. Чим більше різниця, тим сильніше буде відображатися сигнал.

Отриманий електричний сигнал посилюється і обробляється. Таким чином фіксується ультразвук, відбитий від перешкоди. Зазвичай кристалів буває два - передавальний і приймальний. Вони обидва вбудовані в генератор. Для генерування ультразвуку використовуються пристрої, які називаються ультразвуковими випромінювачами. Найбільшого поширення набули електромеханічні випромінювачі. Застосування ультразвуку в медицині пов'язано з особливостями його поширення і характерними властивостями.

Зображення передається на екран приладу у вигляді зрізів, забарвлених у вигляді 64-відтінку чорно-білої шкали. На рисунку 1.5 можна побачити, що ехопозитивні ділянки мають темний, а ехонегативні - білий колір.

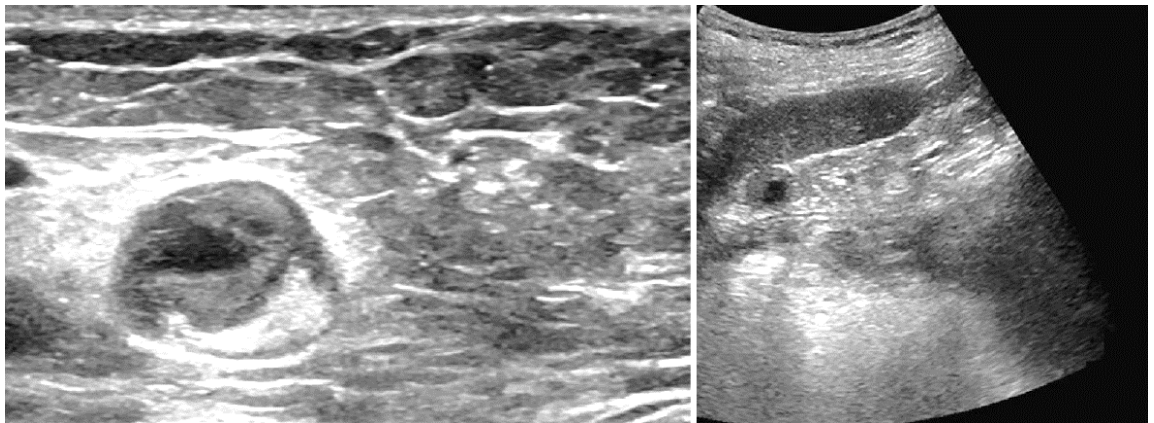


Рисунок 1.5 — Знімок зроблений з використанням ультразвуку

На організм людини при проведенні ультразвукової терапії діють три фактори:

1. механічний — вібраційний мікромасаж клітин і тканин;
2. тепловий - підвищення температури тканин і проникності клітинних оболонок;
3. фізико-хімічний - стимуляція тканинного обміну і процесів регенерації.

Розрізняють безперервний і імпульсний ультразвук. Безперервним ультразвуком прийнято називати безперервний потік ультразвукових хвиль. Цей вид випромінювання використовується головним чином для впливу на м'які тканини і суглоби.

## 1.2 Висновки

Всі вище описані сфери засновані на використанні радіолокаційних станцій (РЛС). Вони бувають різних розмірів, в залежності від тих цілей, де їх використовують. Але всі вони складаються з чотирьох основних частин: передавача, антени, приймача і дисплея.

Передавач випромінює радіохвилі, потім антена виявляє відбитий від цілі сигнал і відправляє на приймач, який його збільшує і підсилює. Потім, сигнал відправляється на дисплей як зображення. Як це відбувається наочно, можна побачити на рисунку 1.6.

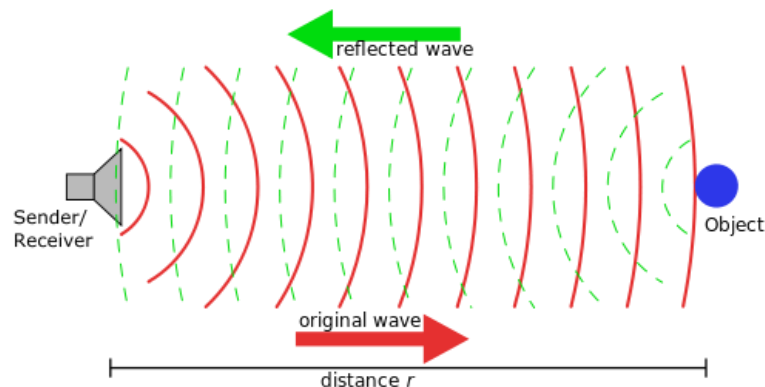


Рисунок 1.6 — Отримання відбитого сигналу

В даній роботі річ буде йти про обробку цифрових зображень с супутника ДЗЗ, тобто зображень поверхні землі.

В даний час розроблено багато різних приладів ДЗЗ. Головна перевага сучасних систем ДЗЗ полягає в тому, що реєструється ЕОМ випромінювання відразу перетворюється в цифровий вигляд. Такі зображення доступні для комп'ютерної обробки, їх простіше розмножувати і архівувати. Цифрові сис-

теми ДЗЗ дозволяють передавати дані в режимі реального часу, що істотно підвищує оперативність збору даних.[7]

Серед завдань, що вирішуються за допомогою радарних даних, можна виділити такі основні напрямки як:

- моніторинг зсувів земної поверхні, будівель і споруд за даними радарної інтерферометрії (Для картографування земної поверхні для оновлення топографічних карт. Для контролю об'єктів міської інфраструктури, нафтогазової і гірської промисловості, на всіх стадіях інженерних робіт: проектування, будівництво, експлуатація. Дозволяє з міліметровою точністю оцінювати вертикальні зміщення і деформації будівель, споруд і природних об'єктів на основі аналізу радіолокаційних знімків); [8]

- моніторинг екологічного стану місцевості;

- побудова цифрової моделі місцевості та цифрової моделі рельєфу за даними радарної інтерферометрії і радарграметрії (роботи зі стереознімками отриманими в радіодіапазоні);

- класифікацію земної поверхні за даними поодиноких і повторних моніторингових зйомок (виділення окремих зон зйомки та призначення їм до певного виду в класифікації об'єктів);

- класифікацію об'єктів на земній поверхні з фізичного типу відображення з використанням повністю поляризаційних радарних даних;

- всепогодний космічний моніторинг природних і техногенних процесів з гарантованою періодичністю та датами зйомки (незалежно від хмарності і від освітленості);

- моніторинг льодової обстановки (моніторинг стану льодового покриву та прогнозування на основі цих даних);

- моніторинг судноплавства (Для стеження за кораблями у відкритому морі. Радіолокаційні сигнали чутливі до нерівностей поверхні води, що до-

зволяє легко виявляти кильватер суден. Крім того, геометричні форми самого корабля сильно демаскують його ознаки на тлі води.);

- вивчення морських і океанських течій (в комплексі з іншими даними);
- моніторинг стихійних лих, такі як повені, лісові пожежі і виверження вулканів. (Отримання радарних даних може початися ще до розсіювання хмарності і диму, що дозволить користувачам підготувати попередні матеріали та інформацію для служб швидкого реагування);
- моніторинг вирубок для задач лісового господарства;
- моніторинг торфовищ для задач оцінки їх пожежонебезпеки і вивчення їх гідрологічних характеристик;
- моніторинг врожайності для задач сільського господарства (Чутливість радарів до вологи і гарантовані можливості моніторингу здатні відстежувати зростання сільськогосподарського виробництва шляхом оцінки стану сільськогосподарських культур, визначення відсотка схожості від загальної посівної площі і моніторинг подальшого зростання сільгоспкультур, прогнозування врожайності культур та виявлення хвороб, їх причин та наслідків);

## 2 ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ПОВЕРХНІ ЗЕМЛІ

Виглядає зображення, зазвичай, як схематична карта типу «вид зверху». На дисплеї відображаються яскраві плями, назвемо їх сплески. Сплески показують ділянки суші, а також різні об'єкти - такі як літаки, кораблі, машини, будівлі і т.д.

Технологія радарної зйомки використовує активні датчики, що посиляють радіолокаційні сигнали до Землі. Ці сигнали взаємодіють з поверхнею, будь то земля, сніг, лід або вода, і відбиваються назад на вимірювальну апаратуру, повідомляючи важливі дані про розмір, орієнтацію, склад, стан і текстурі виявлених об'єктів. Радарні дані можуть фіксуватися цілодобово, при будь-якому положенні сонця і будь-яких погодних умовах, включаючи дощ і хмари. Можливість отримання даних при будь-яких умовах погоди і в будь-який час доби робить радари з синтезованою апертурою, в порівнянні з пасивними електро-оптичними датчиками, унікально корисним інструментом. [9]

Багато космічних радарних систем також можуть працювати в декількох режимах, надаючи дані з високою роздільною здатністю про невеликі географічні зони або загальні дані про великі регіони. Деякі радіолокаційні хвилі здатні проникати через щільну рослинність і відображати характерні особливості предметів, що знаходяться в укриттях.

Таке гарантоване отримання даних відповідно до конкретного графіком повторної зйомки без збоїв, викликаних погодою, значно підвищує здатність безперервно відстежувати зміни в певній точці поверхні Землі протягом тривалого часу. Збільшення часового покриття вводить четвертий вимір – час, для дистанційного зондування. Ряд наборів радарних даних що архівовані або знову отримані може оброблятися не тільки з метою визначення змін, але також і для визначення швидкості цих змін з плином часу.

Додавання десятків малих супутників, що збільшують частоту отримання даних, істотно поліпшить можливості моніторингу і прогнозування. Однак, з іншого боку, величезні обсяги даних створюють великі проблеми для архівування, обробки і аналізу.

Для радарних даних ця задача ускладнюється у зв'язку з тим, що інформація, що міститься в даних, вимагає складних методів обробки. Окремі файли даних можуть бути досить великими. Деякі аналітичні процеси вимагають кілька багаточасових наборів даних для отримання точних результатів. Велика частина цінної інформації в радарних даних визначається інтенсивністю і фазою радіолокаційного сигналу, який відбивається від поверхні і повертається до датчика. Інтерпретація інтенсивності сигналу і різниці фаз вкрай важлива для використання радарних даних, і це вимагає складних методів обробки, які тепер можуть бути в значній мірі автоматизовані.

### 2.1 Цифрове зображення і процес його отримання

Цифрове зображення - це матриця пікселів, значення кожного з якої виходить в результаті усереднення за чотирма складовими: координатам простору ( $x$  і  $y$ ), довжині хвилі і часу.[10]

Цифрове зображення може бути представлене у вигляді двомірної матриці (рисунок 2.1) значень яскравості розміром  $N \times M$ , де  $N$  — кількість рядків,  $M$  — кількість стовбців.

	1	2	...	M
1				
2				
...				
N				

Рисунок 2.1 — Двомірна матриця пікселів

Кожен піксель зберігає інформацію в двійковому вигляді. Чим більше біт (пам'яті) виділяється на піксель, тим більше число значень, що відповідає

ють одному пікселю, тим точніше апроксимується вихідний дискретний сигнал, тим більше інформації знімок може зберігати.

Значення інтенсивності окремого пікселя, що розташований в  $n$ -му рядку та  $m$ -му стовбці можна позначити  $x_j(n, m)$ , де  $n = 1 \dots N$ ,  $m = 1 \dots M$ . Індекс  $j$  позначає номер області на зображенні, якій відповідає відповідний  $j = 1 \dots L$ , де  $L$  — кінцеве число областей. Кожний піксель приймає дискретне значення яскравості. Позначимо постійні рівні яскравості  $a_j$ ,  $j = 1 \dots L$ . Таким чином піксель  $x_j(n, k)$  приймає значення  $a_j$ . [11]

У ПЗС-сканерах (приладах із зарядним зв'язком), детектори сканують Землю і поділяють безперервний потік даних на пікселі. Від виду сканера залежить дуже багато, їм визначається спосіб отримання зображень. Існують три основних види сканерів, принцип дії яких показано на рисунку 2.2.

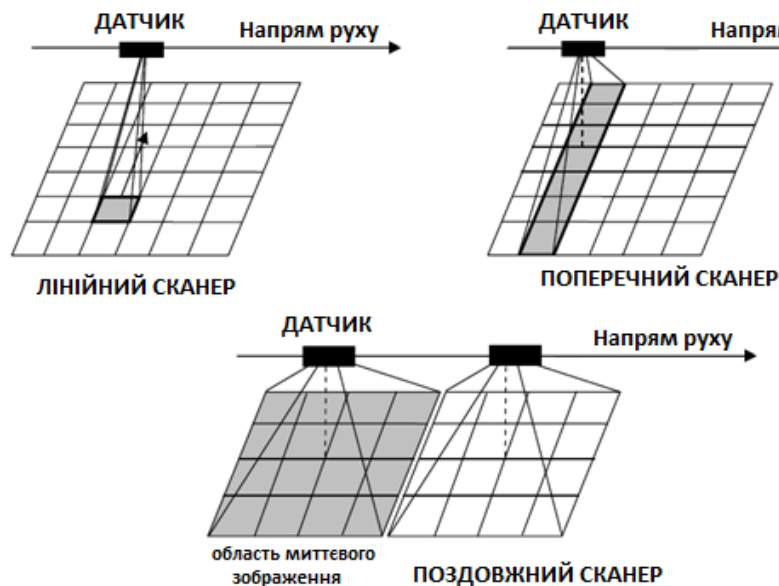


Рисунок 2.2 — Види сканерів

1. Лінійний сканер (приклад: AVHRR) — найпростіший, він оснащений тільки одним детекторним елементом. Використовуються в маршрутному режимі.

2. Поперечний ПЗС-сканер (приклад: GOES, MODIS, TM) — використовує для сканування лінійку детекторів, розташованих уздовж маршруту зйо-



мки. Паралельне сканування Землі здійснюється при кожному циклі руху дзеркала. Використовуються в широкозахватному режимі.

3. Поздовжні сканери (приклад: IKONOS, QuickBird, SPOT) мають тисячі детекторів в ПЗС-лінійці, отже, паралельне сканування здійснюється просто за рахунок руху платформи по орбіті.

Цифрові знімки відображаються або з використанням 8-бітної шкали відтінків сірого, або 24-бітної, що заснована на змішуванні різних відтінків R G B (Red Green Blue). Вихідний діапазон значень пікселів перетворюється в обмежений діапазон шляхом комбінування значень кольору, що відповідають будь-яким трьом каналам багатоспектрального цифрового знімка.

## **2.2 Принцип дії РСА космічного базування**

Бортові радіолокаційні станції з синтезуванням апертури антени (РСА) формують радіолокаційне зображення (РЛЗ) місцевості шляхом когерентної обробки відбитих від підстильної поверхні сигналів. Принцип синтезування заснований на переміщенні бортової антени РЛС для послідовного формування антеною решітки великих розмірів на траєкторії польоту. Амплітуда і фаза відбитого від підстиляючої поверхні коливання, що реєструється на приймальній пристрій вздовж траєкторії польоту носія РСА, містить інформацію про ділянки місцевості і об'єкти на ній. Такий принцип огляду землі ефективно використовується в РСА космічного і літакового базування для вирішення важливих наукових і практичних завдань. При цьому радіолокаційні зображення місцевості при цифровій обробці можна оперативно отримувати безпосередньо на борту носія з високою просторовою роздільною здатністю.[12]

Просторова роздільна здатність - характеризується розміром пікселя (на поверхні Землі), що записується в растрову картинку - зазвичай варіюється від 0.5 до 4000 метрів.

Відхилення від заданої траєкторії польоту носія РСА, які не враховано в алгоритмі обробки сигналу у вигляді відповідних коригувальних функцій,

призводять до спотворень результуючого радіолокаційного зображення. Зокрема, це розфокусування по азимутальній координаті та дальності, зміщення об'єктів щодо їх справжнього стану, втрата яскравості зображення, збільшення бічних пелюсток синтезованої діаграми спрямованості, що тягне за собою повтори цілей, і ряд інших спотворень. Тому для отримання радіолокаційних зображень прийнятної якості доводиться обмежувати інтервал синтезування або застосовувати різні методи компенсації траєкторних помилок.

Корекція траєкторних помилок при синтезі апертури в РСА здійснюється на основі цілого ряду різних методів. Всю сукупність методів можна розділити на три групи:

- методи, які використовують інформацію про стан носія в кожній точці його траєкторії від спеціальних бортових датчиків різного типу;
- методи, які використовують інформацію про відхилення реальної траєкторії польоту від розрахункової, витягнуту з траєкторного сигналу;
- комбіновані методи.

### **2.3 Формування зображення**

Формування здійснюється наступним чином: активні пристрої випромінюють сигнал після чого сенсор має здатність виявити ті виміряти випромінення яке відбилось або утворилось шляхом зворотного розсіювання об'єкта спостереження. Вимірюється затримка в часі між випроміненим сигналом та реєстрацією повернутого сигналу, таким чином розраховуючи напрямок та швидкість об'єктів.

Процес отримання вихідного інформаційного продукту в РСА включає в себе кілька етапів, частина яких виконується на борту КА, а решта в наземному комплексі прийому і обробки радіолокаційної інформації. Цей комплекс може бути поєднаний з пунктом керування польотом і режимами зйомки.

З основних етапів перетворення і обробки прийнятого сигналу, згідно [3], можна виділити:

1. Перетворення аналогових сигналів з виходів приймача РСА в цифрову форму з використанням методів стиснення потоку даних для передачі по радіолінії. В результаті — упакована радіолокаційна інформація (радіоголограма) з супровідною службовою інформацією про режими роботи та їх параметри, а також балістичною інформацією (наприклад рух платформи або формат даних);

2. Передачу даних по радіолінії, прийом і форматування даних для подальшої обробки;

3. Перетворення радіолокаційних даних з відновленням результатів компресії і корекцією апаратурних спотворень (амплітудних, частотних, фазових). В результаті цього етапу отримують квадратурні складові радіоголограм в стандартних форматах (int8, int16 або float32), а також супровідну інформацію, за допомогою якої розраховують опорні функції для синтезу РЛ;

4. Синтез комплексних радіолокаційних зображень або їх фрагментів з корекцією міграції дальності і автофокусуванням при необхідності;

5. Некогерентне накопичення декількох незалежних спостережень;

6. Складання фрагментів комплексних радіолокаційних зображень приведенням масштабів фрагментів до єдиного масштабу по похилій і шляховій дальності;

7. Перетворення РЛЗ до планової рівномасштабної проекції в координатах уздовж і поперек напрямку руху КА з корекцією геометричних і радіометричних спотворень (калібрування РЛІ);

Міграція дальності - амплітудна модуляція в радіоголограмі, через зміну похилої дальності, яка може викликати падіння рівня вихідного сигналу або появу помилкових пелюсток синтезованої діаграми на вихідному РЛЗ.

## **2.4 Особливості формування РЛЗ сучасних РСА**

1. У сучасних РСА використовують складні зондувальні сигнали, переважно з ЛЧМ-модуляцією. Як варіант використовувалися також фазоманіпульовані (ФМ) зондуючі сигнали, що вимагають більш простого обладнання.

Однак поява фазових спотворень в зондуючого імпульсу, викликаних доплерівським зрушенням частоти сигналу, обмежує застосування ФМ-сигналів в РСА з високою роздільною здатністю. Особливим випадком є надширокосмугові відеоімпульсні РСА, що використовують короткі сигнали з тривалістю в частки наносекунди.

2. У режимах бокового огляду низької роздільної здатності (маршрутному або широкозахватному режимі, коли міграція дальності мала) можливе застосування класичних алгоритмів узгодженої фільтрації двовимірних ЛЧМ-процесів: прямої згортки, гармонійного аналізу, швидкої згортки, а для не фокусованого синтезу РЛЗ по азимуту - спектрального аналізу із застосуванням алгоритму швидкого перетворення Фур'є. Такі можливості обумовлені тим, що в сучасних РСА застосовують орієнтацію осей космічного апарату в шляховій (Грінвічській) системі координат (ПСК), при якій лінійна міграція дальності практично відсутня. Сумарне значення лінійної і квадратичної міграції не повинно перевищувати  $1/4$  від роздільної здатності по похилій дальності.

3. У режимах скошеного кадрового огляду низької роздільної здатності лінійну міграцію дальності можна компенсувати апаратними засобами або спеціальною процедурою корекції вхідних даних.

4. У режимах високої роздільної здатності необхідно враховувати не тільки залежність тимчасового закону фази від похилої дальності, але і міграцію дальності. При великих розмірах синтезованої апертури, необхідних для реалізації високої роздільної здатності по азимуту, значення міграції дальності на краях апертури може в десятки і сотні разів перевищувати розміри елемента роздільної здатності по дальності.

5. У скошених режимах огляду, а також поблизу границь апертури синтезу в прожекторному режимі, можлива зміна швидкості ЛЧМ по дальності, викликаної доплерівським зміщенням частоти. Для запобігання розфокусування імпульсного відгуку по дальності необхідна корекція опорної функції по дальності, що компенсує фазові помилки.

6. Особливі складнощі в алгоритмах синтезу РЛЗ виникають в прожекторному режимі. Вони пов'язані з тим, що діапазон зміни доплерівської частоти в інтервалі синтезу в космічних РСА значно перевищує частоту повторення. Що вимагає інтерполяції сигналу для перетворення до більшої бази для запобігання неоднозначності сигналів по азимуту.

7. Отримання метрової і субметрової роздільної здатності по азимуту вимагає синтезу апертури великої протяжності, для якої формування опорної функції вимагає знання тимчасового закону зміни фази з високою точністю, яку можуть не забезпечувати засоби вимірювання поточних координат руху платформи. Додаткові похибки фази можуть бути викликані неоднорідностями параметрів траєкторії поширення сигналу - тропосферними (в сантиметрових діапазонах хвиль) і іоносферними (в дециметрових і метрових діапазонах) флуктуаціями.

8. Велика увага приділяється синтезу РЛЗ на борту КА в реальному часі, що дозволяє підвищити оперативність доставки інформації споживачеві, зменшити потік переданих по радіолінії даних і спростити наземну апаратуру. Особливо актуальна ця задача для льодової розвідки в полярних районах, а також в системах контролю надводної обстановки. Застосування бортової обробки доцільно в оглядових режимах роботи РСА з отриманням амплітудних РЛЗ середньої або низької роздільної здатності і застосуванням некогерентного накопичення.

При використанні алгоритмів стиснення РЛЗ (наприклад, формату JPEG), алгоритмів автоматичного виявлення суден і кордонів вода-суша, сегментацією однорідних текстур можна значно скоротити потік переданих по радіолінії даних. Однак для довгострокового архівування матеріалів радіолокаційної зйомки з можливістю отримання комплексних РЛЗ для подальшої обробки, включаючи інтерферометричні методи виявлення змін оперативної обстановки, слід передбачити передачу радіоголограм.

В космічних РСА на відміну від літакових РСА практично відсутня надмірність радіоголограм по відношенню до складових комплексного РЛЗ. За-

стосування на борту відомих методів стиснення радіоголограм дозволяє знизити розрядність переданих даних до двох - чотирьох розрядів (замість шести - восьми). Тому використання бортовий обробки з синтезом комплексного РЛЗ високої роздільної здатності не дасть особливих переваг в оперативності доставки споживачеві кінцевого інформаційного продукту в порівнянні з передачею радіоголограм в наземний пункт обробки інформації через супутник-ретранслятор.

Наявність в наземному пункті високопродуктивного обчислювального комплексу із застосуванням методів автоматичної фрагментації РЛЗ може значно скоротити час між моментом зйомки і отриманням необхідної інформації по заданих ділянках та районів спостереження.

### 3 МЕТОДИ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ

Загалом весь процес обробки зображення [14, 15] можна поділити на:

1) Спектральні перетворення, які будуються на роботі з спектральною діаграмою - графіком, що показує залежність між кількістю пікселів зображення і значеннями спектральної яскравості. При спектральних перетвореннях змінюється такий параметр як контрастність. Для його підвищення існує ряд методів, наприклад:

- Лінійне розтягування гистограми (всім значенням яскравості присвоюються нові значення щоб охопити діапазон від 0 до 255);
- Нормалізація гистограми (на діапазон значень яскравості розтягується тільки найбільш інтенсивна ділянка діаграми);
- Лінеаризація гистограми (кожному пікселю присвоюється нове значення яскравості, щоб у кожного рівня яскравості було приблизно однакова кількість пікселів);

2) Фільтрація – дозволяє збільшити вірогідність усунути шуми, підкреслює структурні лінії, згладжує зображення і робить багато іншого - в залежності від поставленого завдання(можуть використовуватися усереднюючий, медіанний фільтри, а також адаптивні фільтри Лі та Фроста та інші.). Весь процес фільтрації будується на понятті ковзного вікна - квадратної матриці вагових коефіцієнтів (зазвичай це матриця  $3 \times 3$  або  $5 \times 5$ ). Кожне значення яскравості пікселя перераховується наступним чином: розраховується середнє значення поточного центрального пікселя ковзного вікна по функціональній залежності значень оточуючих його пікселів, зміщуючись від пікселя до пікселя, центральному пікселю присвоюється нове значення. Так вікно проходить по всім пікселям зображення, змінюючи їх значення. Залежно від підібраних вагових коефіцієнтів змінюються властивості отриманого зображення;

3) Сегментація – виділення однорідних областей на вихідному цифровому зображенні (відновлення бінарних масок об'єктів). Відомі методи сегментації порівнюють різниці значень сусідніх пікселів із заданим порогом при ухваленні рішення про приєднання пікселя до сегменту. В сегменти об'єднуються пікселі, приблизно рівні за значенням, з використанням досить простого критерію. Ускладнення даного критерію з метою підвищення якості сегментації призводить до ускладнення алгоритму сегментації, а в деяких випадках – надмірності. Інколи процес сегментації об'єднують з фільтрацією для більш кращого результату сегментування. Застосовуються спеціальні алгоритми сегментації.

4) Класифікація — віднесення об'єктів до певного типу, вимір або визначення їх розмірно-якісних показників (розмірів, відстаней між об'єктами, кількості об'єктів на одиницю площі, відсотку покриття);

5) Дешифрування — процес виявлення і розпізнавання об'єктів і явищ місцевості на знімку. Для початку потрібно представити всі пікселі (їх спектральні яскравості) як вектора в просторі спектральних ознак. При аналізі кількісних зв'язків спектральних яскравостей різних об'єктів відбувається поділ пікселів по класам. Класифікація знімків ділиться на класифікацію з навчанням і класифікацію без навчання. Застосовується спеціальні нейронні мережі або штучний інтелект;

### **3.1 Методи сегментації**

Однією з найбільш складних і актуальних проблем комп'ютерної обробки зображень є рішення задачі сегментації текстурних областей зображення, таких як природні об'єкти, зокрема областей рослинності, які, як правило, займають значну частину космічного знімку. Сегментація займає таку роль тому що без даного етапу, вірогідність правильної класифікації і розпізнавання об'єктів буде значно зменшене.

Методи текстурної сегментації розробляються на основі двох основних підходів: аналіз областей і аналіз границь. Методи на основі областей нама-



гаються знайти групи або кластери пікселів зі схожими текстурними властивостями, а методи на основі границь намагаються виявити край текстур між пікселями, яким відповідають різні текстурні розподіли. [16]

Приклад виділення зелених насаджень на зображенні оптичного діапазону показано на рисунку 3.1.

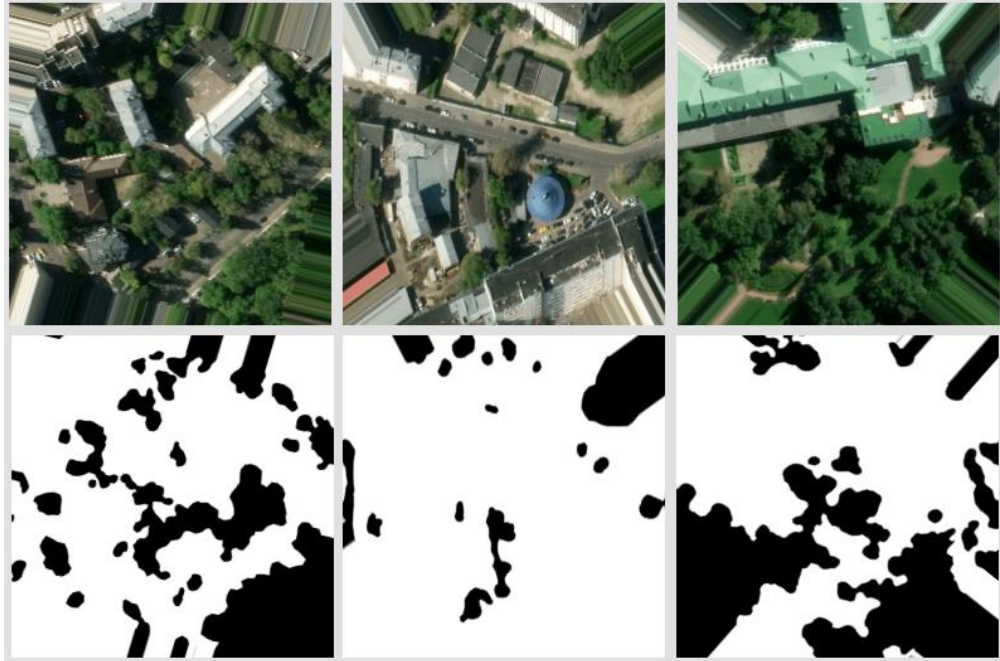


Рисунок 3.1 — Приклад реалізації сегментації.[17]

Залежно від використовуваних ознак текстурних областей зображень методи сегментації на основі аналізу областей можна розділити на:

- статистичний;
- пороговий;
- структурний;
- фрактальний;
- спектральний;
- комбінований метод;

Комбіновані методи засновані на використанні поєднання ознак різних груп.

### 3.1.1 Статистичний метод

Статистичний метод аналізу текстур заснований на обчисленні порядкових статистичних ознак текстурних областей зображення (матриць суміжності, які враховують як рівні яскравості відліків, так і відносне розташування відліків з певною яскравістю на зображенні). Відліки двовимірної матриці суміжності для зображення показують оцінку ймовірності спільної появи на зображенні на відстані один від одного, що задається певним вектором зміщення відліків, з відповідними значеннями рівнів яскравості. Аналогічно, відліки тривимірної матриці показують оцінку ймовірності спільного появи на зображенні на заданому відстані один від одного трійки відліків з відповідними значеннями рівнів яскравості.

З використанням матриць суміжності обчислюються текстурні ознаки, такі як кутовий момент, кореляція, контраст, інерція, ентропія, затінення, і ін. Матриця суміжності забезпечує інваріантність ознак до повороту, зсуву і масштабування. Ознаки, обчислені на основі двовимірної матриці – 2D ознаки, їх тривимірні аналоги - 3D ознаки [18]. Таким чином, для кожного зображення можна обчислити вектор ознак - статистичну сигнатуру текстури.

Недоліками методів сегментації за статистичними ознаками є:

- висока детальність сегментації (висока кількість сегментів на виході);
- висока обчислювальна складність;
- багато різних статистичних ознак текстур (необхідно визначати найбільш інформативні);

### **3.1.2 Пороговий метод**

Пороговий метод - метод сегментації, заснований на поділі зображення на дві і більше частин, ґрунтуючись на деяких порогових значеннях. Для виділення цих областей, досить вибрати деяке значення  $T$  і визначити всі точки, які мають лежати в певному інтервалі, що належать об'єкту, а в іншому випадку - належать фону.

Наочно як відбувається розділення на об'єкти можна побачити на рисунку 3.2.

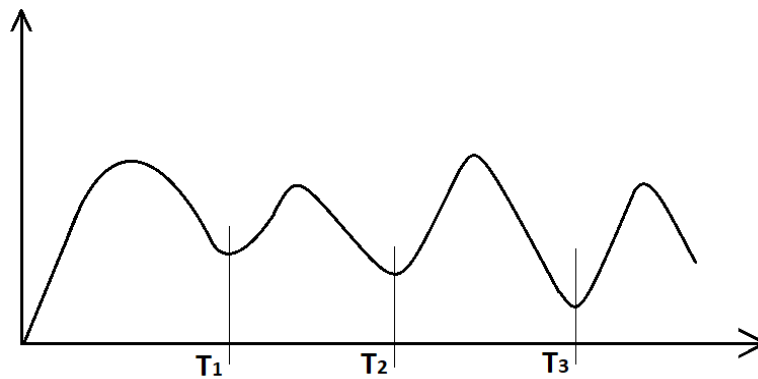


Рисунок 3.2 — Графік відношення рівня яскравості до кількості пікселів  
Отримане на виході зображення визначається виразом [19]:

$$g(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } x(i, j) \leq T_1 \\ 2, & \text{if } x(i, j) \in [T_1, T_2] \\ 3, & \text{if } x(i, j) \in [T_2, T_3] \\ 4, & \text{if } x(i, j) > T_3 \end{cases} \quad (3.1)$$

де 1 — значення пікселів, що належать наприклад фону; 2 — значення пікселів, що належать до першого об'єкту; 3 — значення пікселів, що належать до другого об'єкту; 4 — значення пікселів, що належать до третього об'єкту.

Якщо значення  $T$  однаково для всіх точок зображення, то такий поріг називають глобальним. Якщо значення  $T$  залежить від просторових координат  $(i, j)$ , то такий поріг називають динамічним. Якщо ж  $T$  залежить від значення  $x(i, j)$ , то такий поріг називають адаптивним.

Базовими є два методи:

- метод з глобальним порогом;
- метод з адаптивним порогом.

Пороговий метод з глобальним порогом — є найпростішим. Після вибору глобального порога, відбувається поелементна перевірка всього зображення. Процедура передбачає поділ зображення на дві області: перша відноситься до об'єкту, друга - до фону. В даному випадку успішність цілком залежить від того, наскільки добре діаграма піддається поділу. Для даного ме-

тоду можливий автоматичний вибір порога. Обчислення середніх значень яскравості має сенс, якщо апріорі відомо, що фон і об'єкт мають порівнянні площі на зображенні. Якщо ж площа об'єкта мала, то домінуючим буде фон і в цьому випадку поділ по середньої яскравості області буде не дуже хорошим.

Пороговий метод с адаптивним порогом. В цьому випадку вихідне зображення слід розділити на підобласті, в кожній з яких для сегментації шукається і використовується свій поріг. Основною проблемою тут є завдання розбиття зображення на підобласті і вибір для кожної з них свого порогового значення. Поріг залежить від характеристик підобласті зображення

### 3.1.3 Структурний метод

Структурний метод аналізу текстур областей зображень заснований на тому, що текстура складається з сукупності добре поділюваних примітивів (мікротекстури), які розташовані згідно деякому правилу розміщення і ієрархічно об'єднуються в просторові впорядковані структури (макротекстури). Текстуру розуміють як безліч примітивних елементів, розташованих в деякому регулярному порядку або порядку повторення. Структурні методи добре підходять для аналізу регулярних текстур, що складаються з простих регулярних примітивів (Рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 — Дахи будівель та дороги, що повторюються

Як тільки елементи текстури ідентифіковані, можливе застосування двох основних підходів до аналізу текстури. При першому підході обчислюють статистичні ознаки витягнутих елементів текстури і використовують їх як елементарні текстурні ознаки. При другому підході необхідно виділити принцип розташування примітивів, який описує текстуру. Останній підхід може включати в себе геометричний або синтаксичні методи аналізу текстури. Метод аналізу зазвичай залежить від геометричних властивостей текстурних елементів. Перевага даних методів полягає в тому, що особливе значення надається формі тонових непохідних елементів.

### **3.1.4 Метод злиття/розбиття**

Метод злиття областей — визначає ітеративний алгоритм злиття областей, який починається з мінімальних областей розміром в один піксель, які потім в повторюваних циклах звернення до зображення зливаються (об'єднуються) з сусідніми областями, якщо для об'єднаної області виконується умова. Умовою зупинки такого алгоритму злиття служить виконання всіх чотирьох умов вираження, тобто досягнуто такий крок процесу, на якому більше не можна знайти жодної пари областей, які можна було б піддати злиттю.

Метод призводить до якісних результатів сегментації. Основним його недоліком є те, що така сегментація, що починається з рівня окремих пікселів, як правило, вимагає для свого здійснення значної кількості часу. Причому більша частина часу витрачається саме на початкових етапах роботи алгоритму, коли розміри об'єднуються областей малі, а кількість варіантів об'єднання - велике.

Загальна структура злиття областей [20]:

- 1) Здійснити попередню сегментацію зображення на «стартові» області будь-яким неітеративним (одноразовим) методом.
- 2) Визначити критерій злиття двох сусідніх областей.
- 3) Ітеративно знаходити і об'єднувати всі пари сусідніх областей, що задовольняють критерій злиття.

4) Якщо на черговому кроці жодної пари кандидатів на об'єднання не знайдено - зупинитися і вийти з алгоритму.

Розбиття областей — метод сегментації, протилежний злиттю. Розбиття починають з уявлення всього зображення як простої області, яка не завжди відповідає умові однорідності. У процесі сегментації поточні області зображення послідовно розщеплюються відповідно до заданих умов однорідності.

В більшості випадків, використовується комбінація методів злиття і розбиття.

### 3.1.5 Фрактальний метод

Фрактальний метод аналізу текстур областей зображень заснований на тому, що текстура є фрактал-структурою, що складається з частин, які в якомусь сенсі подібні цілому. Таким чином, при визначенні фрактала використовується властивість самоподібності фрактала. Багато кривих та поверхонь статистично самоподібні, тобто кожна частина може вважатися зображенням цілого в зменшеному вигляді (Рисунок 3.4).

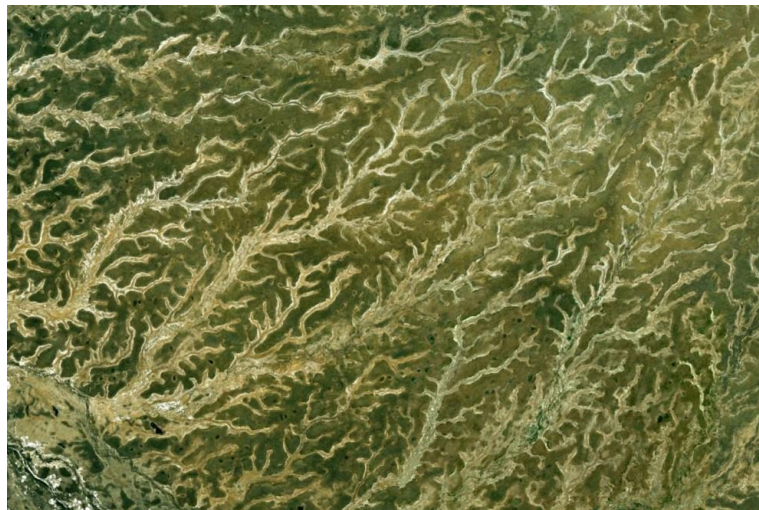


Рисунок 3.4 — Зображення фрактального візерунка на поверхні землі  
Оцінка розміра фрактала відбувається за формулою (3.х):

$$\rho_{y,x} = \frac{E((y - m_y)(x - m_x))}{\sigma_x \sigma_y}, \quad (3.2)$$

де  $\sigma$  — середньоквадратичне відхилення,  $m$  — математичне очікування випадкових величин  $u$  та  $x$ .

Основною особливістю фрактальних характеристик є те, що зображення штучних і природних об'єктів мають фрактальні розмірності, що сильно розрізняються. Це дозволяє успішно використовувати фрактальні ознаки для виявлення штучних змін ландшафту по фотографіях з космосу, виявлення штучних об'єктів на зображеннях, отриманих з телекамер і інших завданнях. Для сегментації використовуються характеристики, за якими обчислюється розмір фрактала.

Недоліком обробки фрактальних текстур є те, що, як правило, не можна побудувати глобальну фрактальну модель всього зображення. Загальна стратегія полягає в тому, щоб для знайдених опорних точок оцінити параметри локальних фрактальних моделей, зробити вирощування регіонів з близькими параметрами, класифікувати їх і провести сегментацію зображення. Причому, в разі ландшафтних зображень часто не потрібно встановлювати точні межі між сегментами. Також істотним недоліком фрактальних методів обробки текстурних зображень є їх висока трудомісткість.[21]

### 3.1.6 Спектральний метод

Спектральний метод аналізу текстур областей зображень. Спектральні методи аналізу текстур областей засновані на спектральних характеристиках текстур. Спектральні характеристики текстур засновані на спектрі Фур'є, який ідеально підходить для опису спрямованості присутніх в зображенні періодичних і квазіперіодичних двовимірних структур.

Спектральна текстура характеризується наявністю часткової інформації про непохідних елементах, зокрема, про їх розміри, які інтерпретуються в термінах просторової частоти. Оскільки розмір зерна текстури пропорційний просторовому періоду, область крупнозернистої текстури повинна давати спектр Фур'є, енергія якого зосереджена на низьких просторових частотах та навпаки, для областей дрібнозернистої текстури енергія спектра концентру-

ється на високих просторових частотах. Часто виникають труднощі, пов'язані з просторовим зміною періоду і фази повторень структури. Існує значне перекриття спектрів для областей з природною текстурою, що помітно відрізняється (міські квартали, сільські райони і лісові масиви, виділені на аерофотознімках).[22]

### 3.2 Види завад

Завади можна поділити:

- Адитивні (природні завади);
- Мультиплікативні (штучні завади);
- Імпульсні.

Найбільш поширені на зображеннях саме мультиплікативні та адитивні завади. Представимо модель зображення у вигляді двовимірної функції  $F(x, y)$ , що складається з суми адитивної  $n_a(x, y)$  та мультиплікативної  $n_m(x, y)$  складових :

$$F(x, y) = g(x, y) \cdot n_m(x, y) + n_a(x, y) \quad (3.3)$$

де  $g(x, y)$  — незашумлене зображення;  $F(x, y)$  — зашумлене зображення.

#### 3.2.1 Імпульсний завада

При нестійкому каналі зв'язку виникає біполярна імпульсна завада. Присутність таких перешкод вкрай ускладнює аналіз зображень, а також ставить під питання подальше використання зображення як джерела інформації. Тому важливо усунути всі імпульсні перешкоди, з найменшими втратами якості.

З вищесказаного випливає, що якщо значення в точці  $f(i, j) = 0$ , то це відповідає чорному шуму, а  $f(i, j) = 255$  - білому. Тоді імпульсну заваду можна описати у вигляді виразу:

$$g(x, y) = \begin{cases} f(x, y) \text{ при } R(x, y) = 0 \\ b, \text{ при } R(x, y) = 1 \end{cases} \quad (3.4)$$



де  $f(x, y)$  — двомірна матриця, елементи якої мають значення яскравості в діапазоні  $[0, 255]$ ;  $R(x, y)$  — описує область локалізації завади;  $b$  — значення завади в даній локалізації, яка приймає тільки два значення 0 або 255.

Можна виділити два підходи до фільтрації імпульсних перешкод:

- алгоритми фільтрації, побудовані на основі просторової фільтрації;
- алгоритми фільтрації, побудовані на основі частотної фільтрації (з використанням Вейвлет перетворення).

### 3.2.2 Адитивна завада

Адитивні (природні) перешкоди за своїм походженням поділяються на внутрішні, що виникають в самому каналі, головним чином в апаратурі і зовнішні надходять в канал від сторонніх джерел.

В якості адитивної завади виступає гаусівський шум (процес). Гаусівський процес — процес з нормальним розподілом. Стандартним нормальним розподілом називається нормальний розподіл з математичним очікуванням  $\mu = 0$  та середньоквадратичним відхиленням  $\sigma = 1$ .

Адитивні завади добре апроксимуються гаусівським випадковим процесом. Це пояснюється тим, що завади утворюються підсумовуванням дуже великого числа окремих впливів (білих шумів), незалежних один від одного або слабо залежних і мають значення приблизно одного порядку. У цих умовах справедлива центральна гранична теорема та сума цих впливів мало відрізняється від гаусівського процесу.

Випадковий процес  $x(t)$  називається гаусівським, якщо для будь-якого набору фіксованих моментів часу  $t_n$  випадкові величини  $x_n$  підкоряються нормальному розподілу. Щільність ймовірностей миттєвих значень  $x(t)$  гаусівського процесу визначається виразом:

$$w(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \cdot e^{-(z-\mu)^2/2\sigma^2} \quad (3.5)$$

де  $\mu$  — математичне очікування;  $\sigma$  — СКВ;  $\sigma^2$  — дисперсія.

Щільність ймовірностей гаусівського процесу повністю характеризується спектральною щільністю, по якій можна визначити значення дисперсії процесу.

### 3.2.3 Мультиплікативна завада

Мультиплікативні (штучні) завади — це завади, які обумовлені випадковими змінами параметрів каналу зв'язку (перемножується з сигналом). На відміну від адитивної, мультиплікативна перешкода є нелінійним ефектом і викликає нелінійні спотворення сигналу.

Мультиплікативна завада представлена спекл-шумом. Це різновид мультиплікативного шуму, утворюється в результаті когерентної суперпозиції просторово-випадкових коливань відбитого сигналу від різних джерел розсіювання, викликає труднощі при вторинній обробці та інтерпретації зображень. Розсіяні хвилі накладаються одна на одну, викликаючи тим самим появу спекл-шуму на зображенні, який збільшує середній рівень сірого в локальній околиці пікселя (Рисунок 3.5).

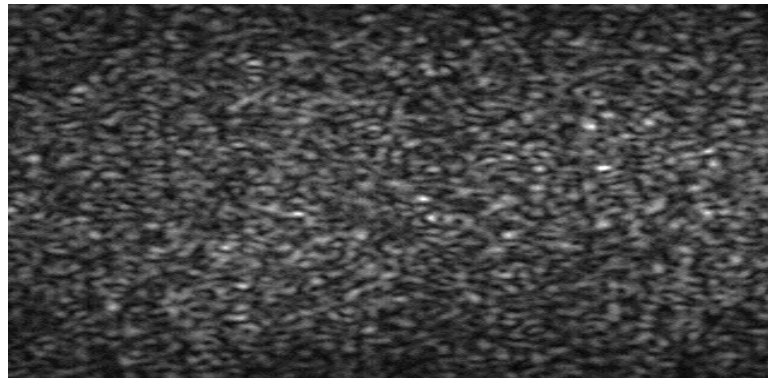


Рисунок 3.5 — Зображення спекл-шуму

Аналітичний опис вихідного радіолокаційного зображення (РЛЗ), модель мультиплікативного шуму [2]:

$$F(x, y) = g(x, y) \cdot n_m(x, y) \quad (3.6)$$

де  $x, y$  — координати пікселя на РЛЗ;  $g(x, y)$  — стаціонарна складова (текстура);  $n_m(x, y)$  — випадкова складова, яка не залежить від сигналу і визнача-

ється миттєвим розподілом фаз елементарних відбивачів в елементі розрізнення при конкретному ракурсі і куті місця спостереження.

## 4 АЛГОРИТМ СЕГМЕНТАЦІЇ

Алгоритм складається з двох етапів. Обробка зображень використовувалась – казуальна.

На першому етапі спочатку відбувається одномірна обробка зображення уздовж рядка і стовпця, потім об'єднання результатів обробки рядка і стовпця. Другий етап — об'єднання даних роботи одномірного алгоритму першого етапу.

### 4.1 Перший етап алгоритму сегментації

На першому етапі алгоритму двоетапної фільтрації напівтонових зображень здійснюється одномірна обробка уздовж рядків і стовпців.

Якщо взяти до уваги, що одномірні перетини поля уздовж рядка і стовпця — марковські ланцюги, то одновимірний алгоритм каузальної фільтрації напівтонових зображень, який виконується на першому етапі під час надходження спостережень  $(Y_n, y)$ , розташованих уздовж  $n$ -го рядка, описується за допомогою рівнянь[13] (4.1,4.2):

$$p(x_{nj}(k)|Y_n(k-1)) = \sum_{i=1}^L \Pi_{ji}^r p(x_{ni}(k-1)|Y_n(k-1)), \quad (4.1)$$

$$p(x_{nj}(k)|Y_n(k)) = \frac{p(y_n(k)|x_{nj}(k))p(x_{nj}(k)|Y_n(k-1))}{p(y_n(k)|Y_n(k-1))}, \quad (4.2)$$

де  $p(x_{nj}(k)|Y_n(k-1))$ ,  $p(x_{nj}(k)|Y_n(k))$  – екстрапольована і апостеріорна ймовірності поточного оброблюваного відліку зображення  $x_{nj}(k)$ ;  $y_n(k)$  – поточне спостереження з координатами  $(n, k)$ ;  $Y_n(k-1) = (y_n(1), \dots, y_n(k-1))$  – відліки спостережень;  $\Pi_{ji}^r$  – однокрокова матриця ймовірностей переходу відліків вздовж рядків;

$p(y_n(k) | x_{nj}(k))$  – одноточкова функція правдоподібності, що визначається на основі рівняння (4.6), і має вигляд:

$$p(y_n(k) | x_{nj}(k)) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_v} \exp\left(-\frac{(y_n(k) - x_{nj}(k))^2}{2\sigma_v^2}\right). \quad (4.3)$$

$p(y_n(k) | Y_n(k-1))$  – умовна ПВ, яка визначається за формулою [13,14,15]:

$$p(y_n(k) | Y_n(k-1)) = \sum_{i=1}^L p(y_n(k) | x_{ni}(k)) p(x_{ni}(k) | Y_n(k-1)). \quad (4.4)$$

Одномірна каузальна фільтрація зображення уздовж стовпців здійснюється на основі виразів (4.1) – (4.4) першого етапу.

Для обчислення фінальної апостеріорної ймовірності  $p(x_j | Y)$ , застосовується в виразі (4.12) отримана з першого етапу апостеріорна ймовірність (при обробці зображення уздовж рядків  $p(x_{nj}(k) | Y_n(k))$ ), а також апостеріорну ймовірність (при обробці стовпців  $p(x_{mj}(k) | Y_m(k-1))$ )

В залежності від задачі, значення  $j$ , що визначається за критерієм максимуму апостеріорної ймовірності, може розглядатися як відфільтроване значення пікселя або тип області на зображенні, що складається з пікселів з однаковою інтенсивністю.

## 4.2 Другий етап алгоритму сегментації

Позначимо поточний відлік напівтонованого зображення як  $x_j(n, m)$ ,  $n = \overline{1, N}$ ,  $m = \overline{1, M}$ , в загальному випадку  $L = 2^g$ , де  $g$  – розрядність, з якою квантується зображення;  $x_j(n, m)$  приймає дискретні значення від 0 до  $L-1$ . Поточне спостереження, спотворене перешкодою з незалежними значеннями, позначимо як  $y(n, m)$ . Будемо вважати, що відліки зображення уздовж рядків і стовпців мають властивість умовної незалежності.

Позначимо вектор, що містить елементи зображення від початку  $n$ -го рядка до точки  $x_j(n, m)$ , через  $X_n$ , а вектор, який містить елементи зображення від початку  $m$ -го стовпця до поточної точки  $x_j(n, m)$ , через  $X_m$ .

Ймовірності зв'язку елементів зображення, що належать векторам  $X_n$  и  $X_m$ , відповідно до властивості умовної незалежності, опосередковані щодо поточного відліку  $x_j(n, m)$ . Згідно [23] можна записати спільний розподіл вірогідності  $P(X)$  елементів зображення уздовж рядка і стовпця:

$$P(X) = p(x_j)P(X_{n1}, X_{m1} | x_j) = p(x_j)P(X_{n1} | x_j)P(X_{m1} | x_j), \quad (4.5)$$

де  $X$  – вектор, який включає в себе  $X_n$ ,  $X_m$ ,  $x_j$ ; а  $p(x_j)$  – апіорна ймовірність появи відліку зображення  $x_j$ .

Представлення математичної моделі формування спостережень зображення від початку  $n$ -го рядка і  $m$ -го стовпця:

$$y_n(k) = x_{nj}(k) + v^r(k); \quad (4.6)$$

$$y_m(l) = x_{mj}(l) + v^c(l), \quad (4.7)$$

де  $y_n(k)$ ,  $y_m(l)$  – доступні спостереження,  $k = \overline{1, N}$ ,  $l = \overline{1, M}$ ;  $x_{nj}(k)$ ,  $x_{mj}(l)$  – відліки випадкового поля напівтонового зображення уздовж  $n$ -го рядка і  $m$ -го стовпця, що описуються ланцюгом Маркова,  $j = \overline{1, L}$ ;  $v^r(k)$ ,  $v^c(l)$  – послідовність некорельованих гаусівських випадкових величин  $N(0, \sigma_v^2)$ .

Функцію правдоподібності  $P(Y | X)$  можемо представити:

$$\begin{aligned} P(Y | X) &= P(Y_n, y, Y_m | X_n, x_j, X_m) = \\ &= P(Y_n, y | X_n, x_j)P(Y_m | X_m), \end{aligned} \quad (4.8)$$

де  $Y$  – масив спостережень, який включає в себе спостереження  $Y_n$ ,  $Y_m$ ,  $y$ ;

$Y_n, Y_m$  – вектори спостережень, відповідно  $X_n$  та  $X_m$ ;  $y$  – спостереження, яке відповідає поточній оброблюваній точці  $x_j$ .

Використовуючи формулу Байеса [24] знайдемо апостеріорний розподіл ймовірності  $P(X | Y)$ :

$$P(X | Y) = \frac{P(X)P(Y | X)}{P(Y)}, \quad (4.9)$$

де  $P(Y)$  – спільна щільність ймовірності отриманих спостережень  $Y_n, Y_m, y$ .

Використовуючи (4.5) і (4.8) в (4.9), отримаємо:

$$P(X | Y) = \frac{p(x_j)P(X_n | x_j)P(X_m | x_j)P(Y_n, y | X_n, x_j)P(Y_m | X_m)}{P(Y)}. \quad (4.10)$$

Використовуючи теорему множення ймовірностей вираз (4.10) матиме вигляд:

$$P(X | Y) = \frac{P(X_n, x_j | Y_n, y)P(X_m, x_j)P(X_m | Y_m)P(Y_m)P(Y_n, y)}{p(x_j)P(Y)P(X_m)}. \quad (4.11)$$

Представивши множник  $P(X_m, x_j)$ , як добуток  $p(x_j | X_{m1})P(X_m)$ , отримаємо:

$$P(X | Y) = \frac{P(X_n, x_j | Y_n, y)p(x_j | X_m)P(X_m | Y_m)P(Y_m)P(Y_n, y)}{p(x_j)P(Y)}. \quad (4.12)$$

Знайдемо апостеріорну ймовірність відліку зображення  $p(x_j | Y)$ , виконавши підсумовування (4.12) по  $X_n$  та  $X_m$ :

$$p(x_j | Y) = \frac{p(x_j | Y_n, y)p(x_j | Y_m)P(Y_m)P(Y_n, y)}{p(x_j)P(Y)}. \quad (4.13)$$

Вираз (4.13) визначає структуру алгоритму каузальної двоетапної фільтрації напівтонових однорідних зображень.

На першому етапі виконується фільтрація даних уздовж рядка і стовпця, результатом якої є обчислення апостеріорної  $p(x_j | Y_n, y)$  і екстрапольованої  $p(x_j | Y_m)$  ймовірностей.

На другому етапі обчислюється умовна ймовірність відліку зображення  $p(x_j | Y)$  шляхом об'єднання часткових розподілів  $p(x_j | Y_n, y)$ ,  $p(x_j | Y_m)$  і апіорних ймовірностей  $p(x_j)$ . Щільність імовірностей спостережень  $P(Y_m)$ ,  $P(Y_n, y)$ ,  $P(Y)$  грає роль нормуючих множників.



## 5 МОДЕЛЮВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ

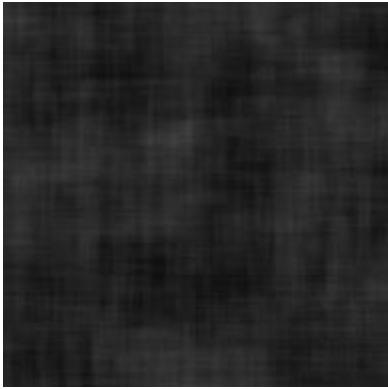
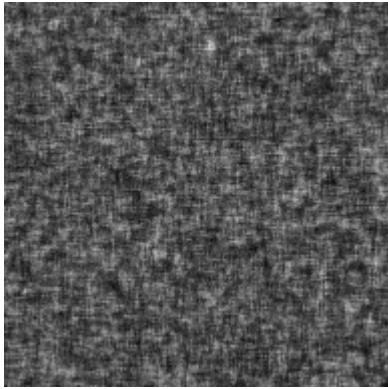
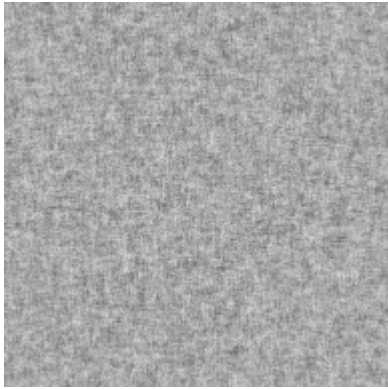
### 5.1 Моделювання першого тестового зображення

Тестове синтезоване зображення складається із трьох областей, кожна із яких відрізняється своєю текстурою.

Текстури відрізняються своїм середнім рівнем яскравості  $m$ , середньоквадратичним відхиленням  $\sigma$  та коефіцієнтами кореляції значень пікселів в рядку  $\rho_1$  та стовпці  $\rho_2$ .

Текстурні області і відповідні параметри текстур наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 — Текстурні області та їх параметри

Текстура 1	Текстура 2	Текстура 3
		
$m=0.15$ $\sigma=0.03$ $\rho_1 = \rho_2=0.95$	$m=0.5$ $\sigma=0.1$ $\rho_1 = \rho_2=0.65$	$m=0.8$ $\sigma=0.05$ $\rho_1 = \rho_2=0.5$

Текстурні області, що містять спекл-шум (мультиплікативну заваду) наведені в таблиці 5.2.

Мультиплікативна завада, що відповідає спекл-шуму, додавалась за допомогою функції MATLAB `imnoise(x, 'speckle', 0.015)`. Спекл-шум проявляється в появі «зернистості» на зображенні.

Таблиця 5.2 — Текстурні області, що містять спекл-шум

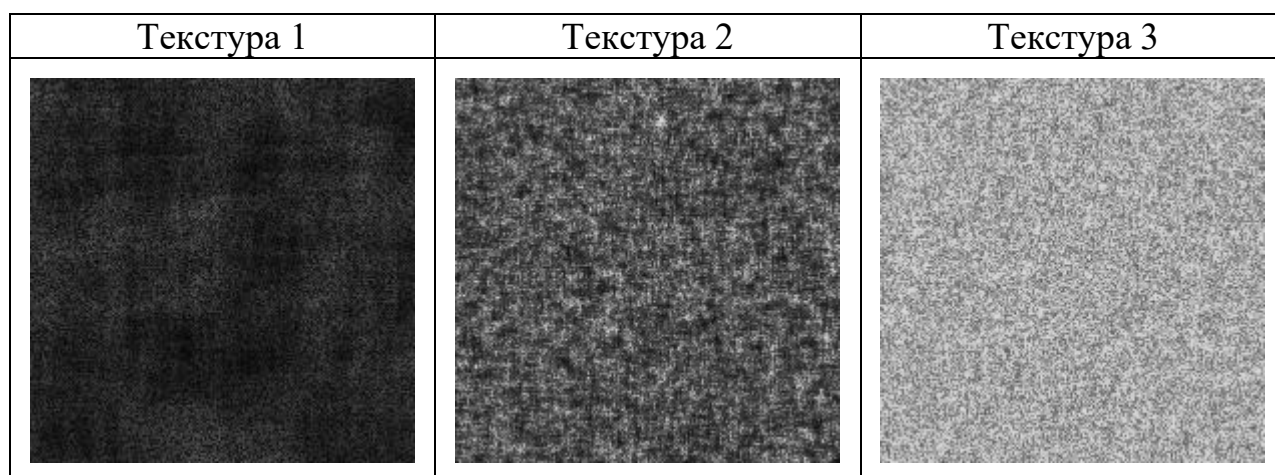
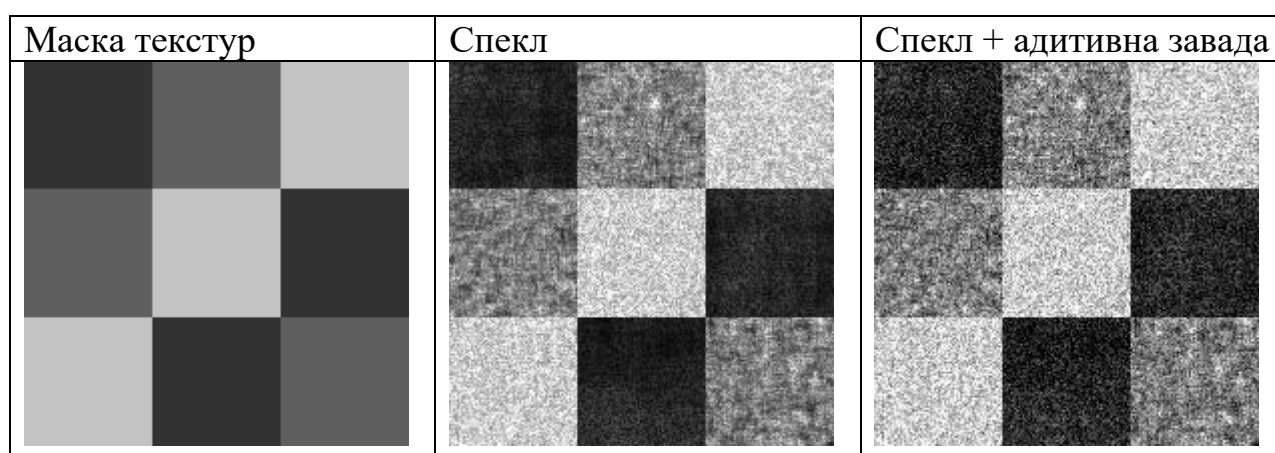


Схема розміщення текстур на тестовому зображенні показано нижче, таблиця 5.3 , де відповідним відтінком сірого показано місце розміщення відповідної текстурної області.

Також показано зображення, що складається із текстур із спекл-шумом, і зображення, що спотворене комбінованою завадою, яке крім спекла містить також адитивну заваду. Адитивна завада представляє собою гаусівський шум з нульовим математичним очікуванням і середньоквадратичним відхиленням 0.1

А також показані, рисунок 5.1, гістограма тестового зображення з шумами.

Таблиця 5.3 — Маска текстур з шумом



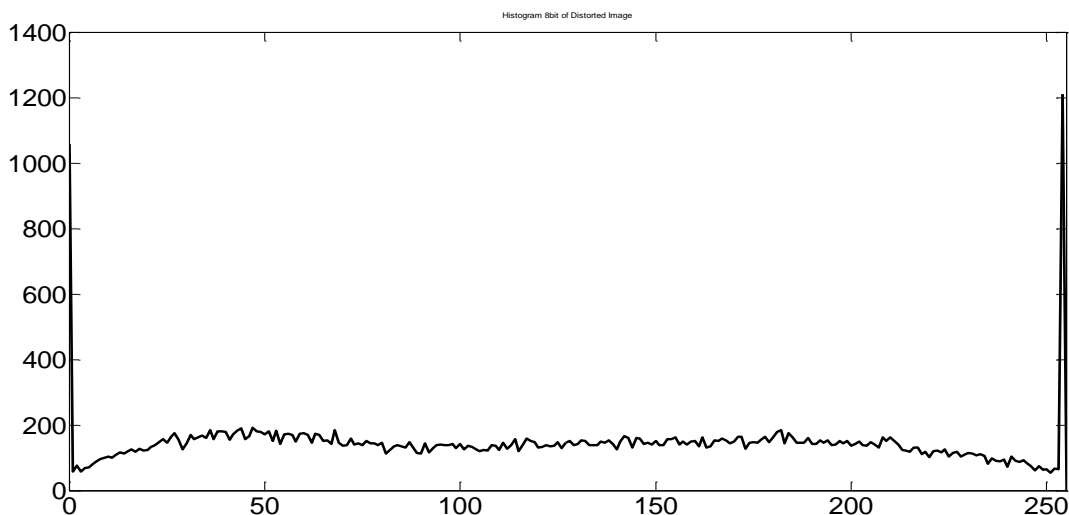
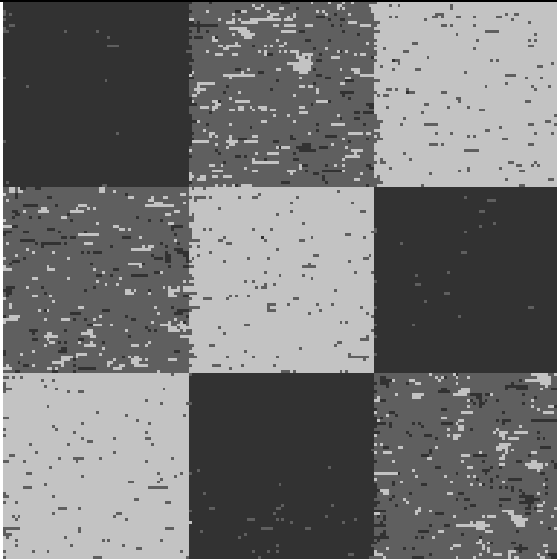
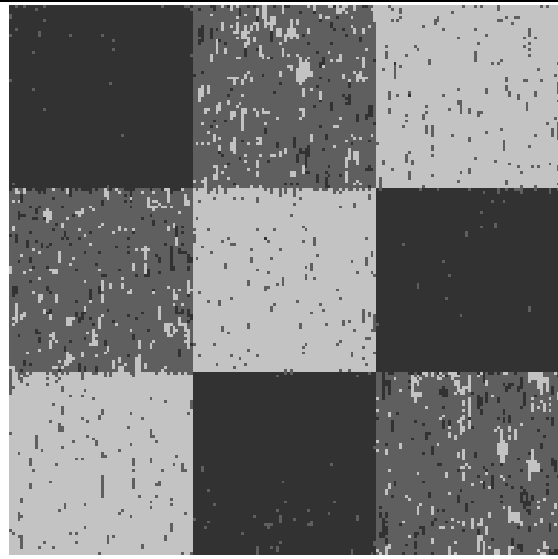
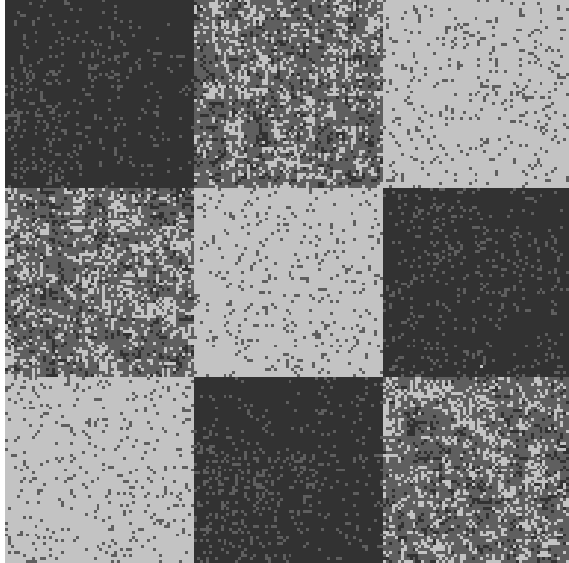
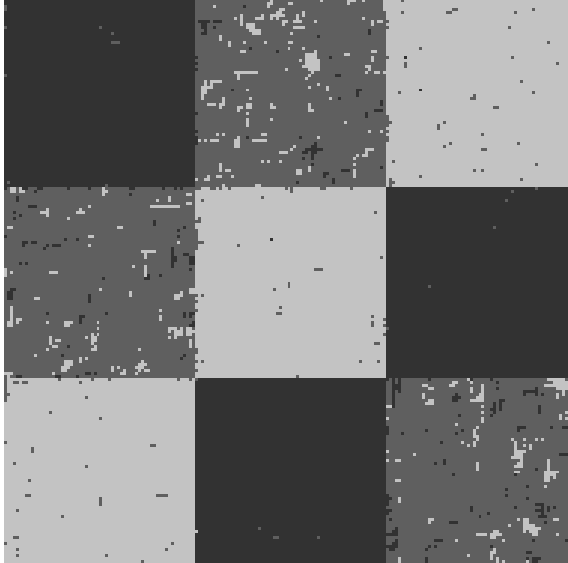


Рисунок 5.1 — Гістограма спотвореного зображення

В таблиці 5.4 показані результати сегментації. Приведено результат отриманий одномірним алгоритмом при обробці вздовж рядків, при обробці вздовж стовпці, а також за допомогою представленого алгоритму. Різними градаціями сірого представлено приналежність відповідних пікселів до тієї чи іншої текстурної області. Порівняння результатів із початковою маскою може дозволити зробити оцінку щодо точності роботи алгоритмів. Також приведені імовірності помилки сегментації  $p_e$ .

Таблиця 5.4 — Результати сегментації тестового зображення

 <p>Перший етап. Обробка вздовж рядків. <math>p_e=0.063</math></p>	 <p>Перший етап. Обробка вздовж стовпців. <math>p_e=0.063</math></p>
 <p>Сегментація пороговим алгоритмом. Пороги вибирались <math>T1=0.31</math>, <math>T2=0.60</math>. <math>p_e=0.186</math></p>	 <p>Сегментація запропонованим алгоритмом. <math>p_e=0.033</math></p>

Для розглянутого прикладу, запропонований алгоритм дозволяє майже вдвічі знизити кількість неправильно сегментованих пікселів.

Загалом, точність сегментації суттєво залежить від відмінностей параметрів текстур, що представлені на зображенні, та від рівня завад.

Чим схожими будуть текстури по своїм статистичним характеристикам, та чим інтенсивніший буде шум, тим імовірність помилки сегментації буде вища.

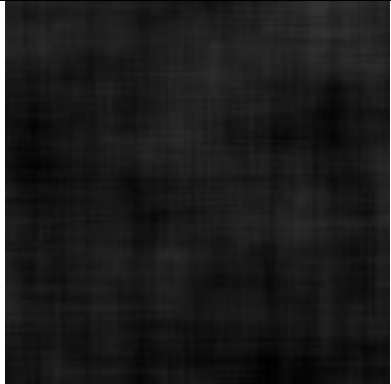
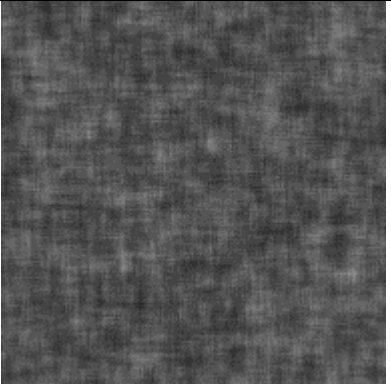
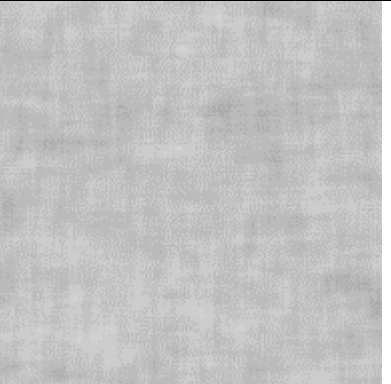
Для роботи алгоритму необхідно попередньо виконати оцінку параметрів текстур, які будуть представлені на зображеннях. Тому необхідно мати певну навчальну вибірку. Потреба в апріорних даних може розглядатися як певний недоліків.

## 5.2 Моделювання другого тестового зображення

Розглянемо інші варіанти, коли текстури суттєво відрізняються своїми параметрами, і коли вони досить подібні.

Параметри та візуальне відображення тестових текстур представлено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 — Текстури області та їх параметри

Текстура 1	Текстура 2	Текстура 3
		
$m=0.10$ $\sigma=0.03$ $\rho_1 = \rho_2=0.97$	$m=0.5$ $\sigma=0.05$ $\rho_1 = \rho_2=0.85$	$m=0.9$ $\sigma=0.025$ $\rho_1 = \rho_2=0.9$

Нижче представлено зразок спотвореного зображення, рисунок 5.2, та його гістограма, рисунок 5.3. Параметри завод вибирались аналогічними як в попередньому випадку.

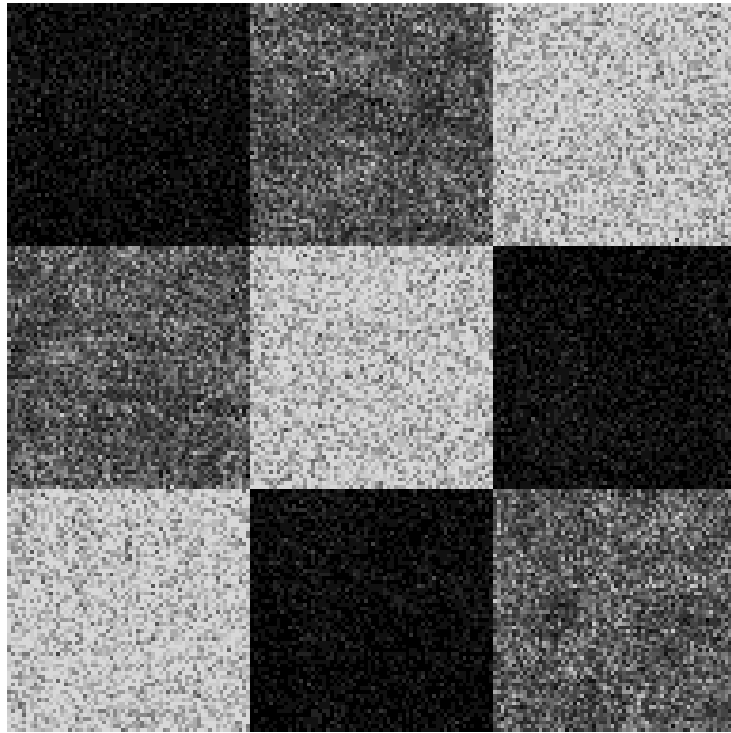


Рисунок 5.2 — Зразок спотвореного зображення

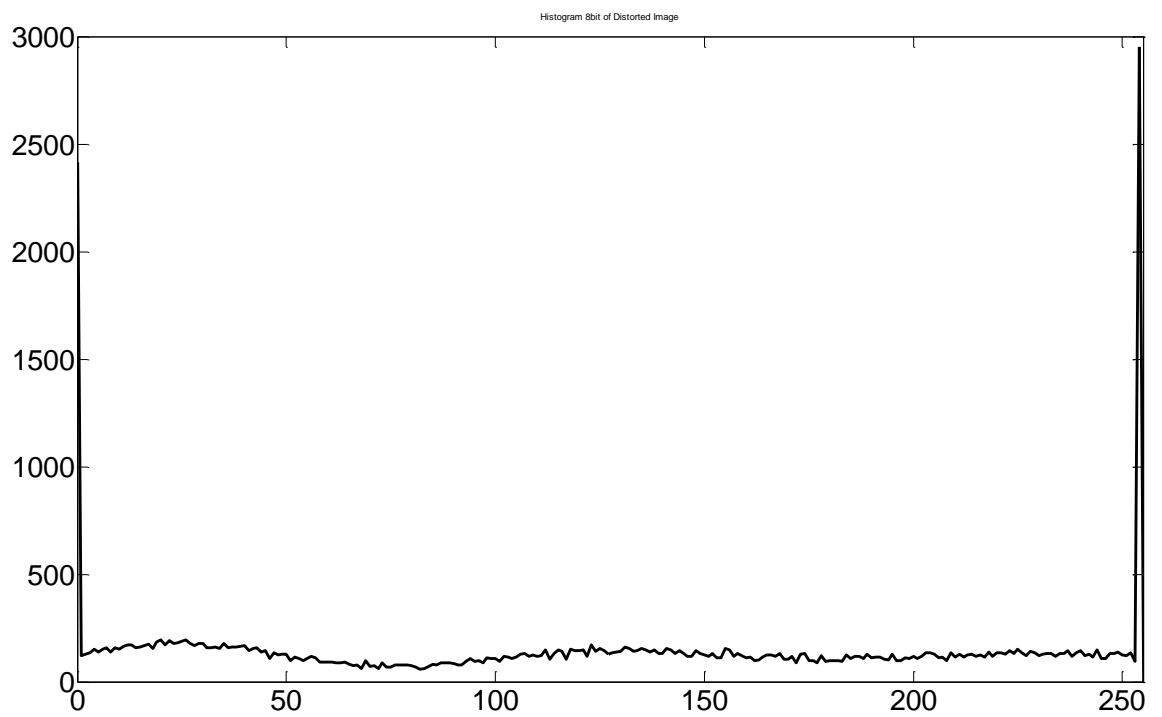
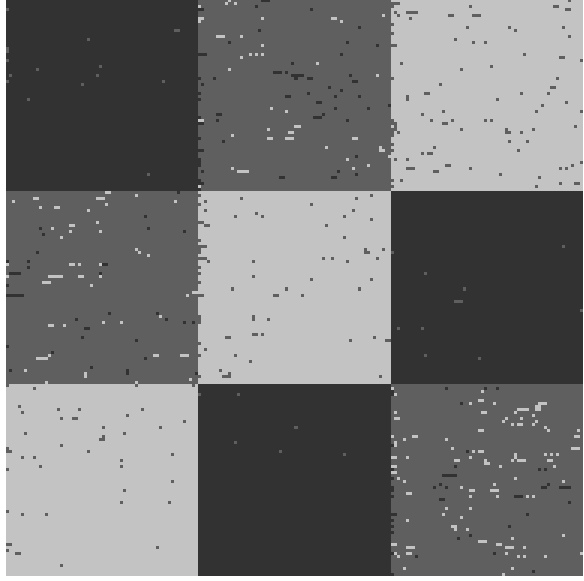
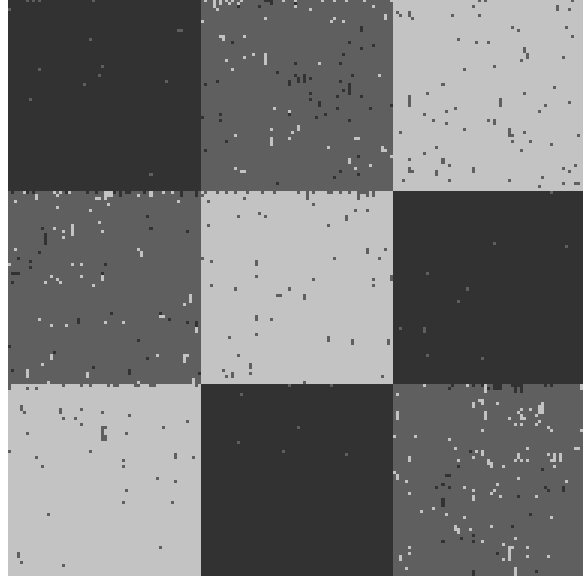
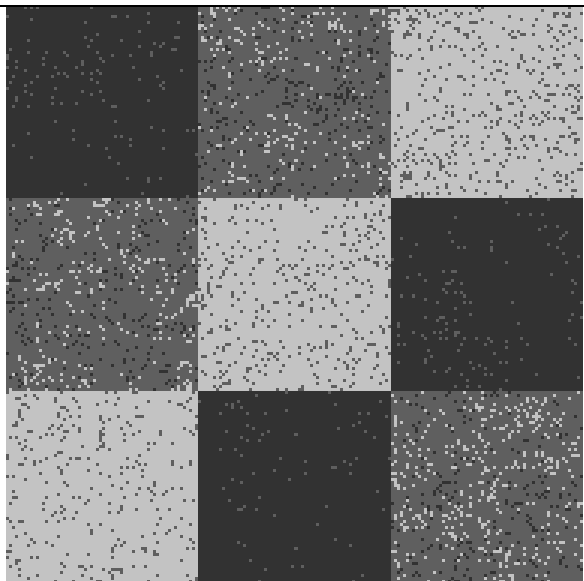
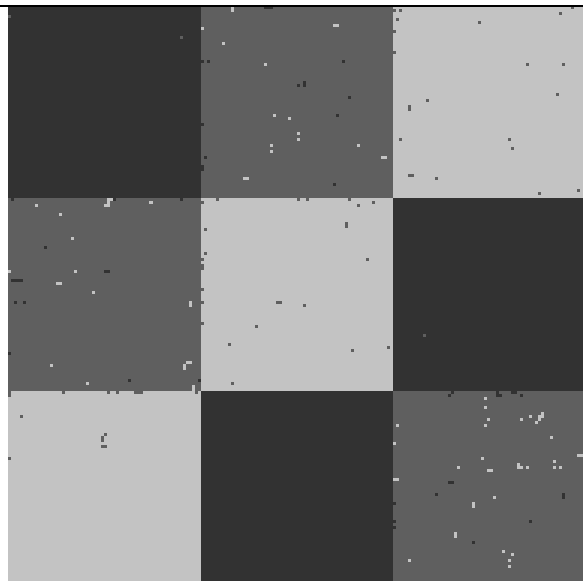


Рисунок 5.3 — Гістограма спотвореного зображення

Результати сегментації різними методами представлено в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 — Результати сегментації

 <p>Перший етап. Обробка вздовж рядків. <math>p_e=0.019</math></p>	 <p>Перший етап. Обробка вздовж стовпців. <math>p_e=0.019</math></p>
 <p>Сегментація пороговим алгоритмом. Пороги вибирались <math>T1=0.30</math>, <math>T2=0.70</math>. <math>p_e=0.084</math></p>	 <p>Сегментація запропонованим алгоритмом. <math>p_e=0.005</math></p>

Аналізуючи карти сегментації можна зробити висновки, що в цьому випадку результати сегментації мають високу точність, що і прогнозувалося. Оскільки окремі текстурні області значно відрізняються між собою середнім рівнем яскравості і мають помірно значення середньоквадратичного відхи-

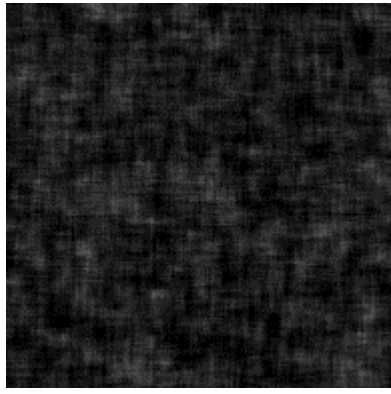
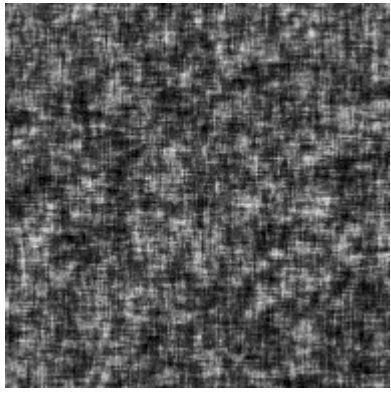
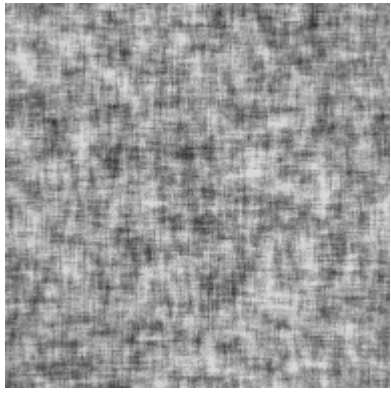
лення значення яскравості, то кожен із алгоритмів дав результати із малим значенням імовірності помилки сегментації.

### 5.3 Моделювання третього тестового зображення

Ще один варіант обробки, коли середні значення яскравості текстур знаходяться на меншій відстані на гістограмі, так само і меншими вибрані коефіцієнти кореляції. В цьому випадку точність сегментації повинна суттєво зменшитись.

Приклад тестових текстур та їх параметри приведено в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 — Текстури області та їх параметри

Текстура 1	Текстура 2	Текстура 3
		
$m=0.2$ $\sigma=0.1$ $\rho_1 = \rho_2 = 0.85$	$m=0.5$ $\sigma=0.15$ $\rho_1 = \rho_2 = 0.75$	$m=0.75$ $\sigma=0.1$ $\rho_1 = \rho_2 = 0.8$

Нижче представлено зразок спотвореного зображення, рисунок 5.4, та його гістограма, рисунок 5.5. Параметри завод вибирались аналогічними як в попередньому випадку.



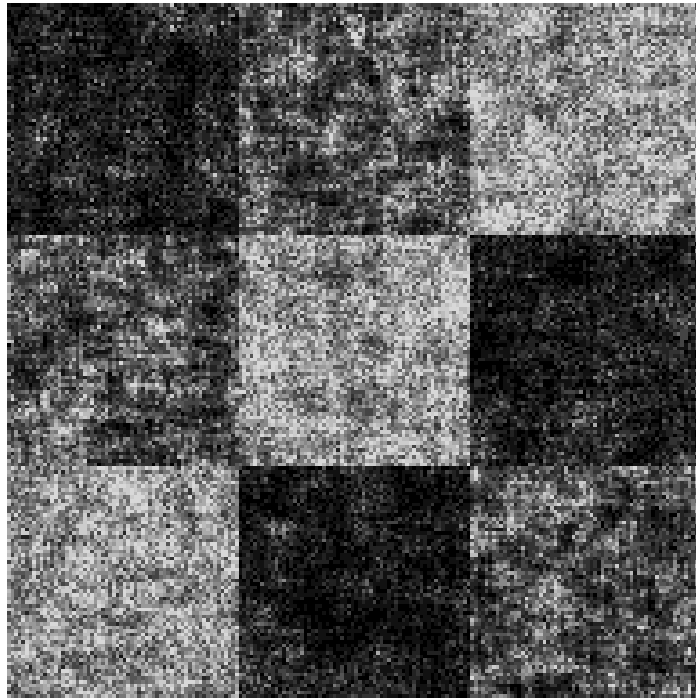


Рисунок 5.4 — Зразок спотвореного зображення

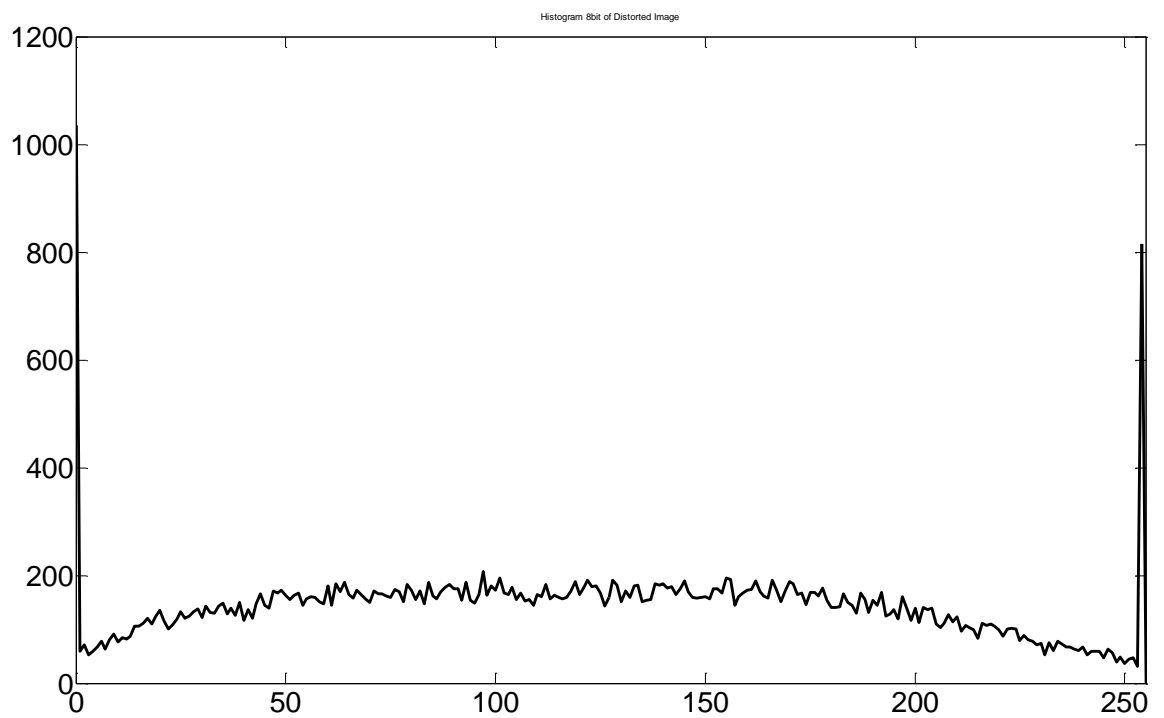
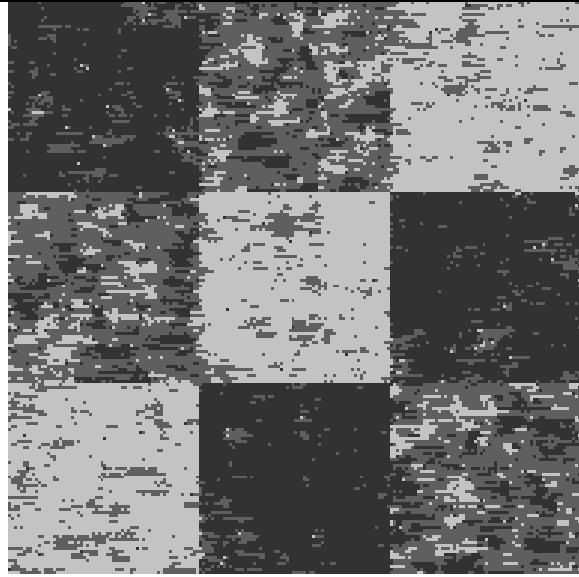
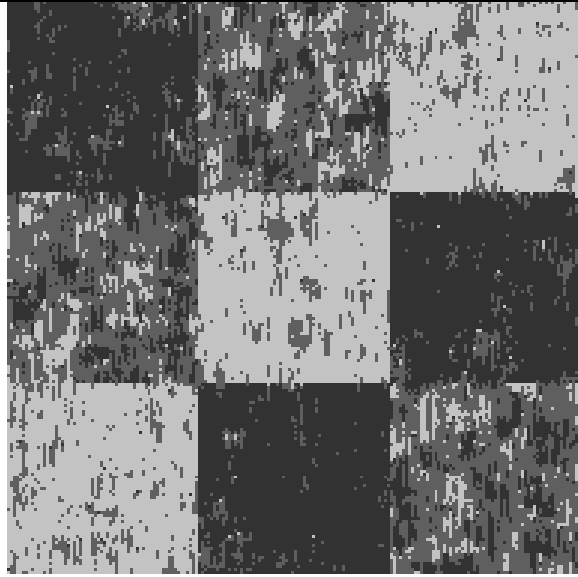
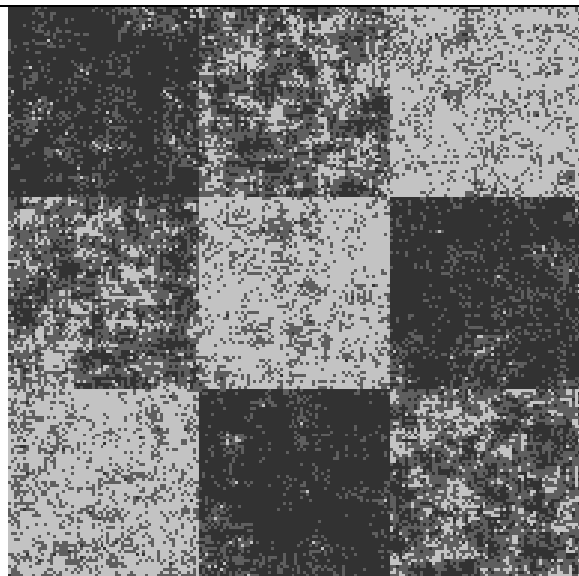
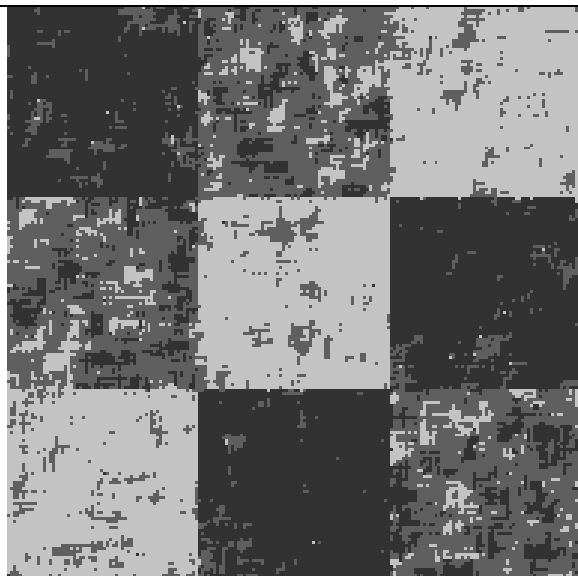


Рисунок 5.5 — Гістограма спотвореного зображення

Результати сегментації різними методами представлено в таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 — Результати сегментації

 <p>Перший етап. Обробка вздовж рядків. <math>p_e=0.210</math></p>	 <p>Перший етап. Обробка вздовж стовпців. <math>p_e=0.211</math></p>
 <p>Сегментація пороговим алгоритмом. Пороги вибирались <math>T1=0.35</math>, <math>T2=0.62</math>. <math>p_e=0.311</math></p>	 <p>Сегментація запропонованим алгоритмом. <math>p_e=0.171</math></p>

Якщо оцінювати візуально, то можна відмітити, що на тестовому зображенні різні текстури містять області, які дуже подібні між собою. Таким чином, як візуально, так і шляхом застосування відповідних алгоритмів в цьому випадку стає неможливим виділити точно окремі текстури, що призводить до суттєвого зростання помилки сегментації. Це і було продемонстровано при

моделюванні та відображено на рисунках, які демонструють результати сегментації. Таким чином, крім рівня завад також значним по своїй значимості є відмінність параметрів окремих текстурних областей, в задачах сегментації цифрових зображень. Результати дослідження дають змогу наперед оцінити якісно результат сегментації цифрових зображень по особливостям текстур, що представлені. Аналізуючи значення імовірності помилки сегментації все ж таки в кожному із варіантів найкращий показник був отриманий при обробці запропонованим алгоритмом.

#### **5.4 Моделювання реального РЛЗ**

Перед тим як проводити обробку реального зображення, що показано нижче, виділимо з нього зразки текстур, визначимо їх параметри, та використаємо їх для моделювання та обробки синтезованого зображення, з метою оцінки точності сегментації синтезованого зображення із текстурами, які схожі на реальні.

Приклад реального зображення, яке виступає в якості навчальної вибірки представлено на рисунок 5.6.

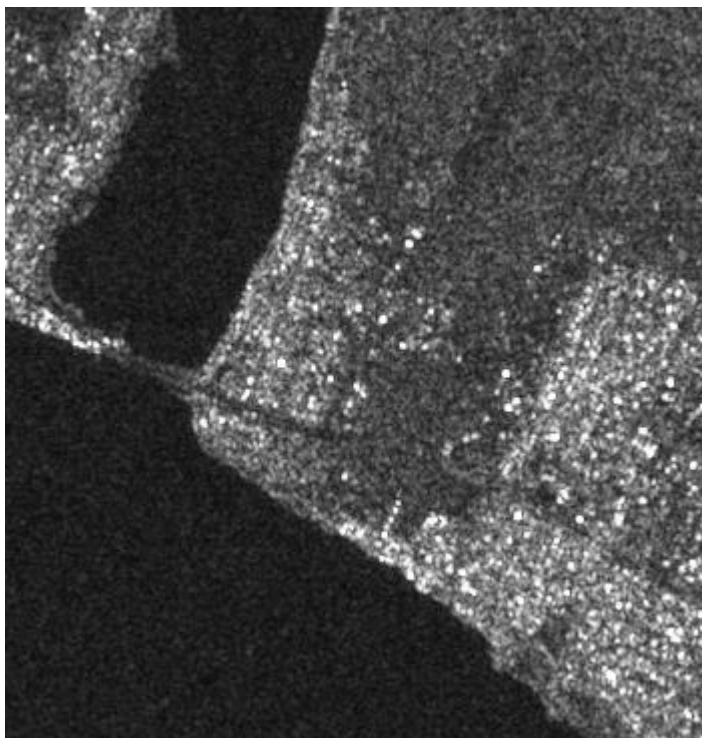
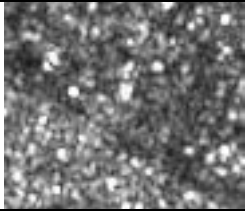




Рисунок 5.6 — Приклад реального РЛЗ

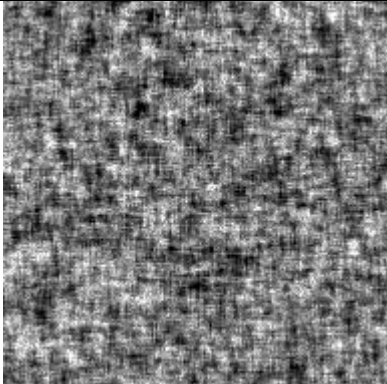
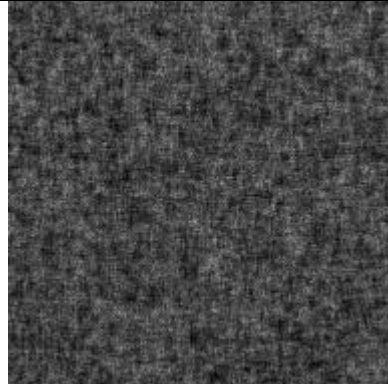
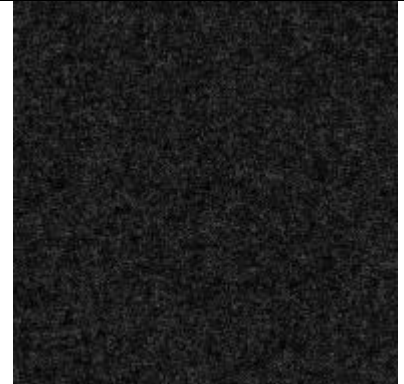
Фрагменти із реального зображення та їх параметри приведено в таблиці 5.9.

Таблиця 5.9 — Текстурні області та їх параметри

Текстура «місто»	Текстура «поле»	Текстура «вода»
		
$m = 0.47$ $\sigma = 0.17$ $\rho_1 = 0.75$ $\rho_2 = 0.76$	$m = 0.27$ $\sigma = 0.07$ $\rho_1 = 0.65$ $\rho_2 = 0.67$	$m = 0.11$ $\sigma = 0.03$ $\rho_1 = 0.57$ $\rho_2 = 0.51$

Приклади синтезованих текстур, таблиця 5.10. Параметри моделі вибиралися на основі оцінки реальних текстур.

Таблиця 5.10 — Приклади синтезованих текстур

Текстура «місто»	Текстура «поле»	Текстура «вода»
		
$m = 0.47$ $\sigma = 0.17$ $\rho_1 = 0.75$ $\rho_2 = 0.76$	$m = 0.27$ $\sigma = 0.07$ $\rho_1 = 0.65$ $\rho_2 = 0.67$	$m = 0.11$ $\sigma = 0.03$ $\rho_1 = 0.57$ $\rho_2 = 0.51$

Тестове зображення спотворене спекл-шумом та адитивною завадою. Спекл-шум додавався за допомогою функції MATLAB `imnoise(x, 'speckle', 0.015)`. Адитивна завада представляє собою гаусівський білий шум із нульовим математичним очікуванням та середньоквадратичним відхиленням 0.1.

На рисунку 5.7 зображено приклад синтезованого зображення, що містить три типи текстур, та маска текстур, де відповідним значенням градації сірого відмічено розміщення текстур його зображення.

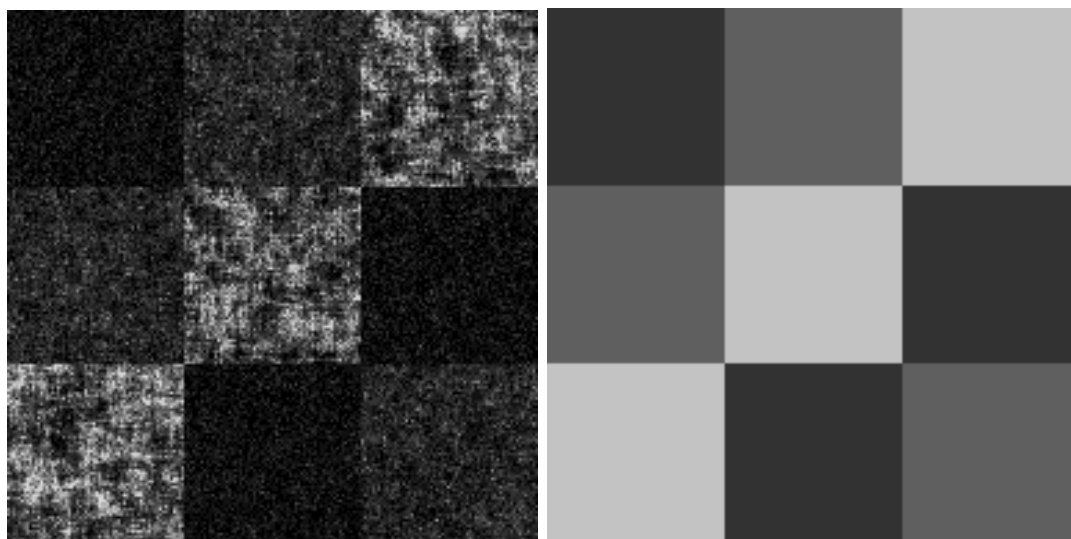


Рисунок 5.7 — Приклад синтезованого зображення, що містить три типи текстур (зліва); маска текстур (зправа).

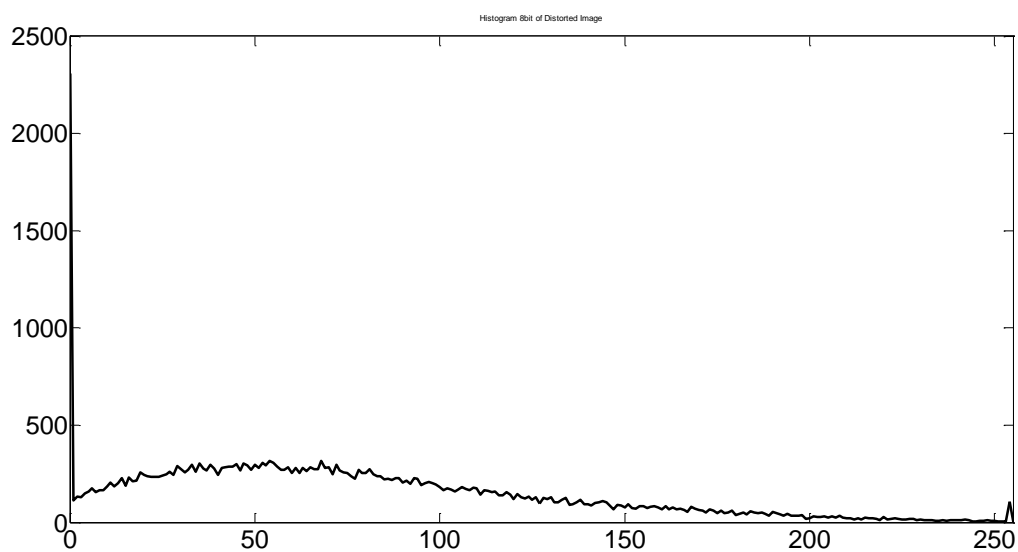
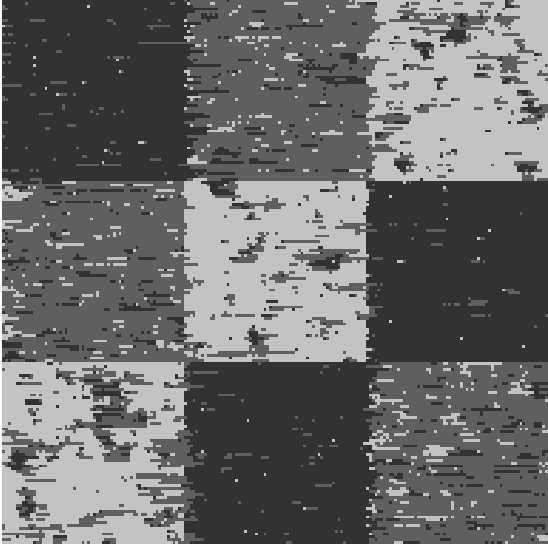
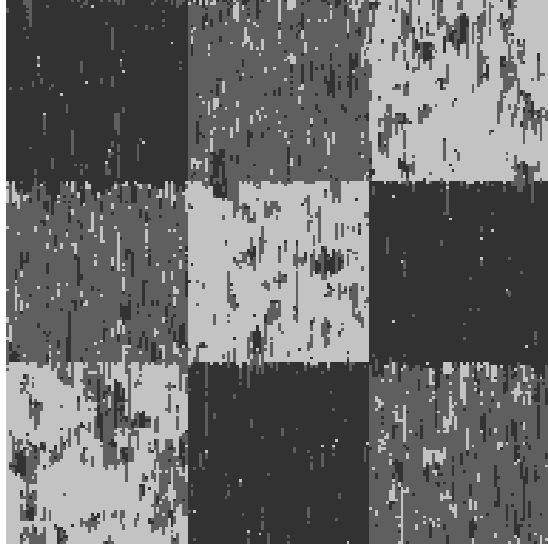
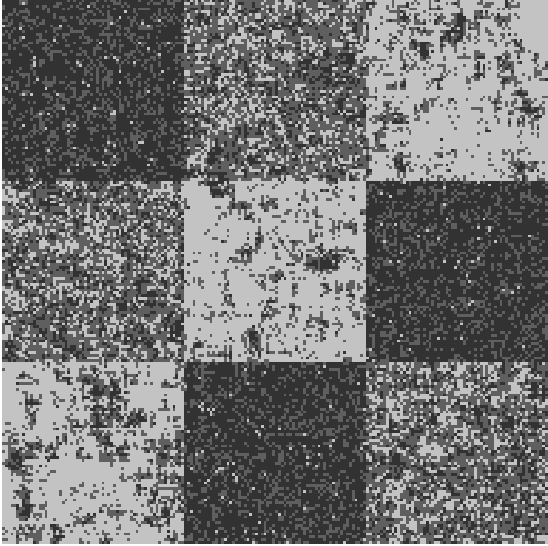
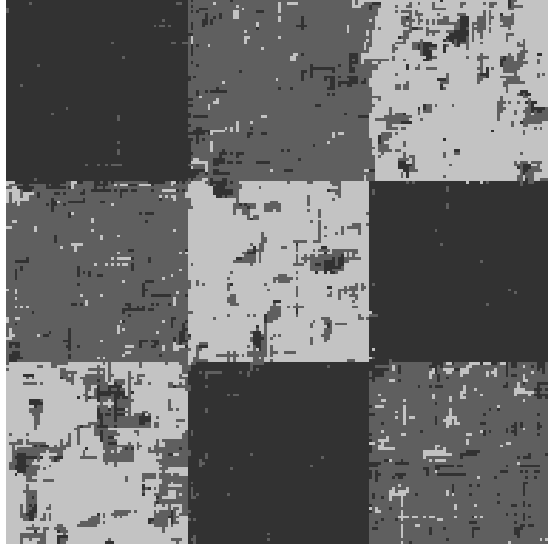


Рисунок 5.8 — Гістограма спотвореного зображення

Результати сегментації різними методами представлено в таблиці 5.11.

Таблиця 5.11 — Результати сегментації

	
<p>Перший етап. Обробка вздовж рядків. Імовірність помилки сегментації становить 0.160</p>	<p>Перший етап. Обробка вздовж стовпців. Імовірність помилки сегментації становить 0.157</p>
	
<p>Порогова сегментація. Пороги вибрані на основі попереднього аналізу параметрів текстур та гістограми (<math>T1=0.17</math>, <math>T2=0.35</math>). Імовірність помилки сегментації становить 0.347</p>	<p>Другий етап запропонованого алгоритму. Імовірність помилки сегментації становить 0.111</p>

Обробка тестового реального зображення, представленого на рисунку 5.9.

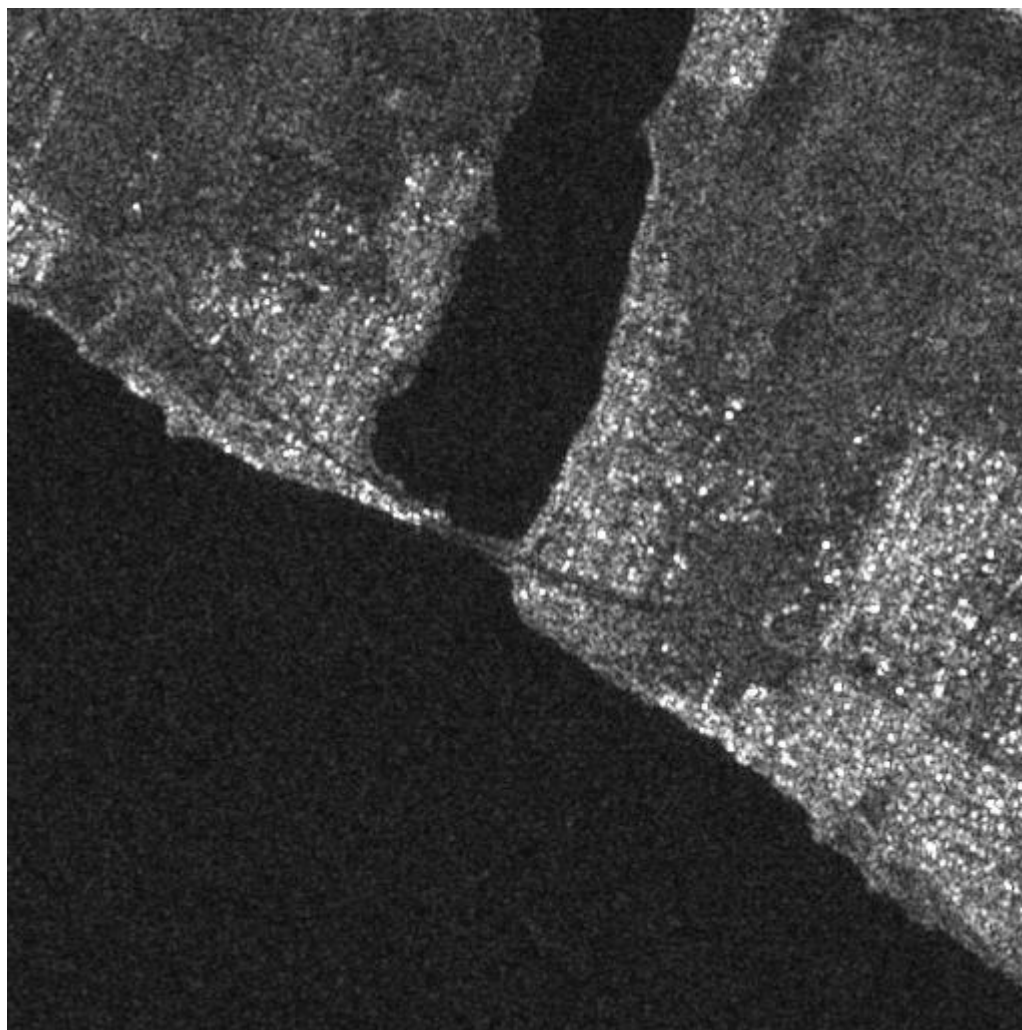


Рисунок 5.9 — Тестове вхідне зображення

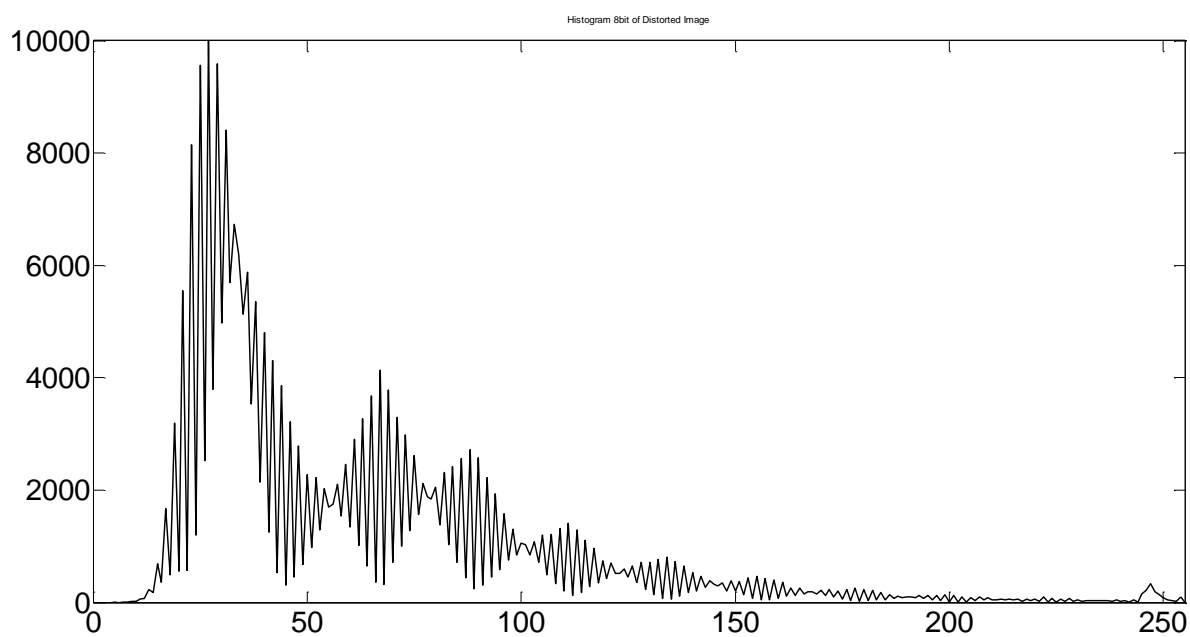


Рисунок 5.10 — Гістограма вхідного зображення

На основі аналізу вхідного зображення, параметрів окремих текстурних областей, та аналізу гістограми, були вибрані наступні значення порогів, для їх використання в пороговій сегментації:  $T_1=0.21$ ,  $T_2=0.31$  (значення порогів нормувалися відповідно до діапазону яскравості  $0\dots1$  при переході від діапазону  $0\dots255$ ).

На рисунку 5.11, представлено результат сегментації на першому етапі при обробці вздовж рядків зображення.

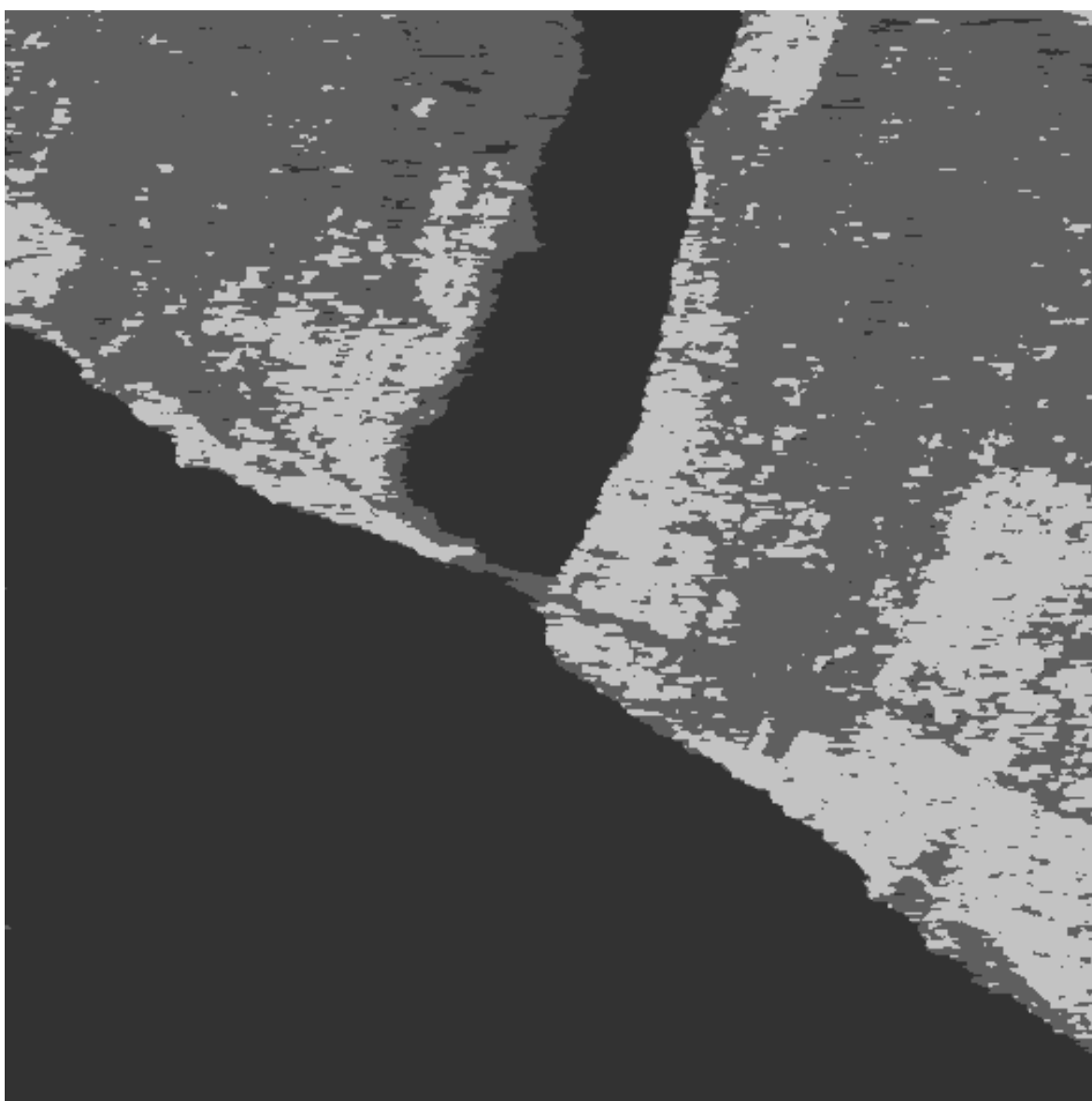


Рисунок 5.11 — Обробка вздовж рядків зображення



На рисунку 5.12, представлено результат сегментації на першому етапі при обробці вздовж стовпців зображення.

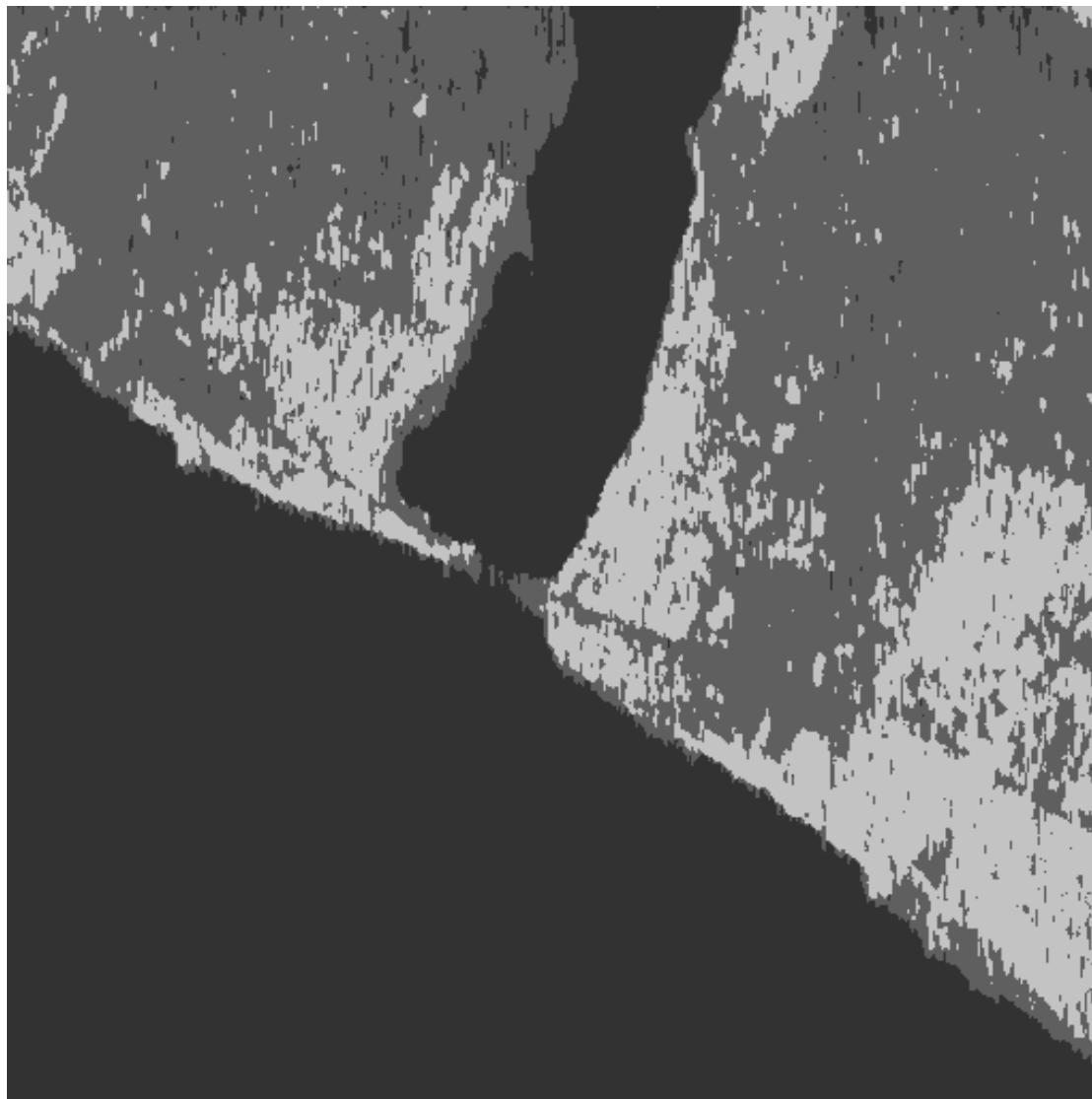


Рисунок 5.12 — Обробка вздовж стовпців зображення

На рисунку 5.13, представлено результат сегментації пороговим методом.

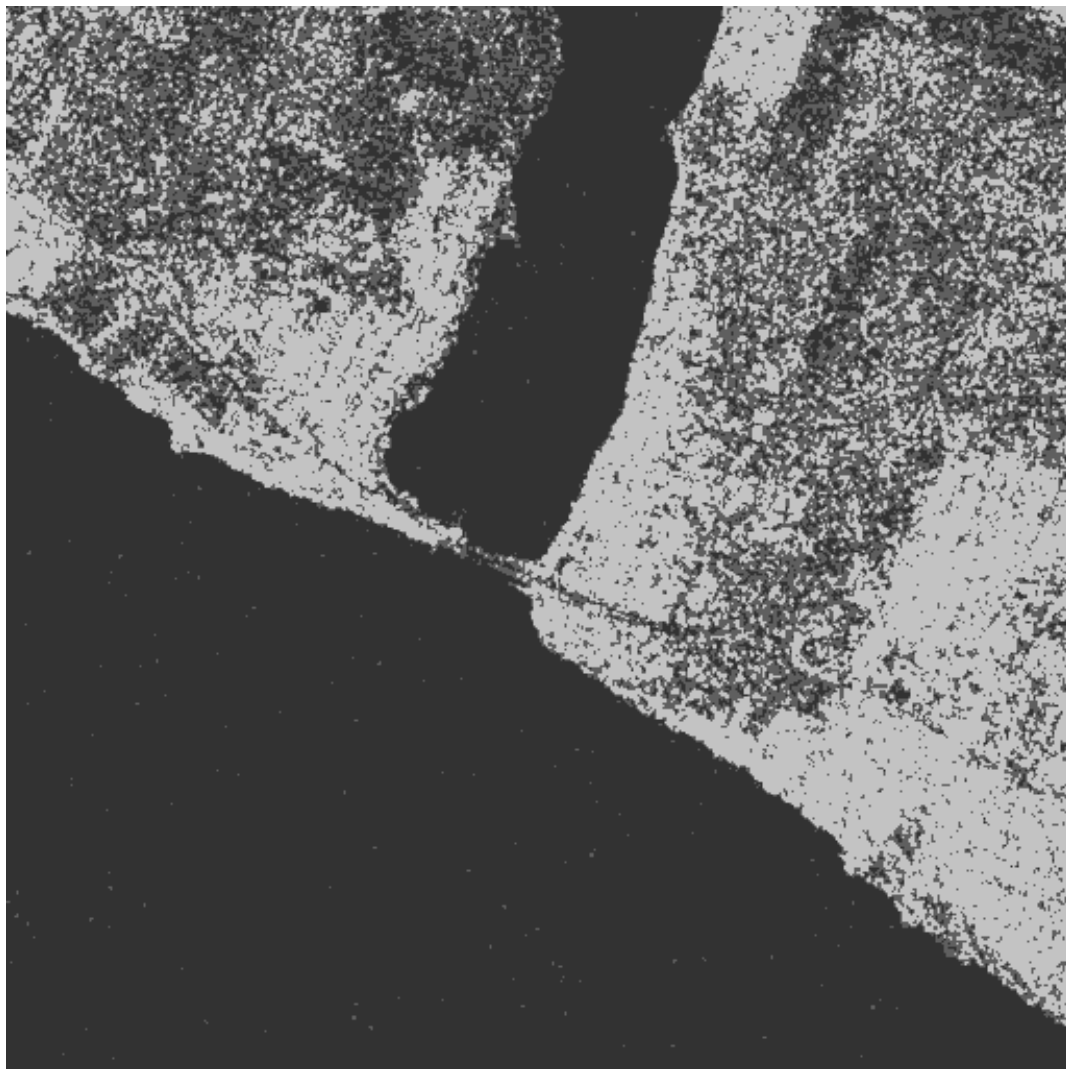


Рисунок 5.13 — Пороговий метод

На рисунку 5.14, представлено результат сегментації запропонованим алгоритмом.

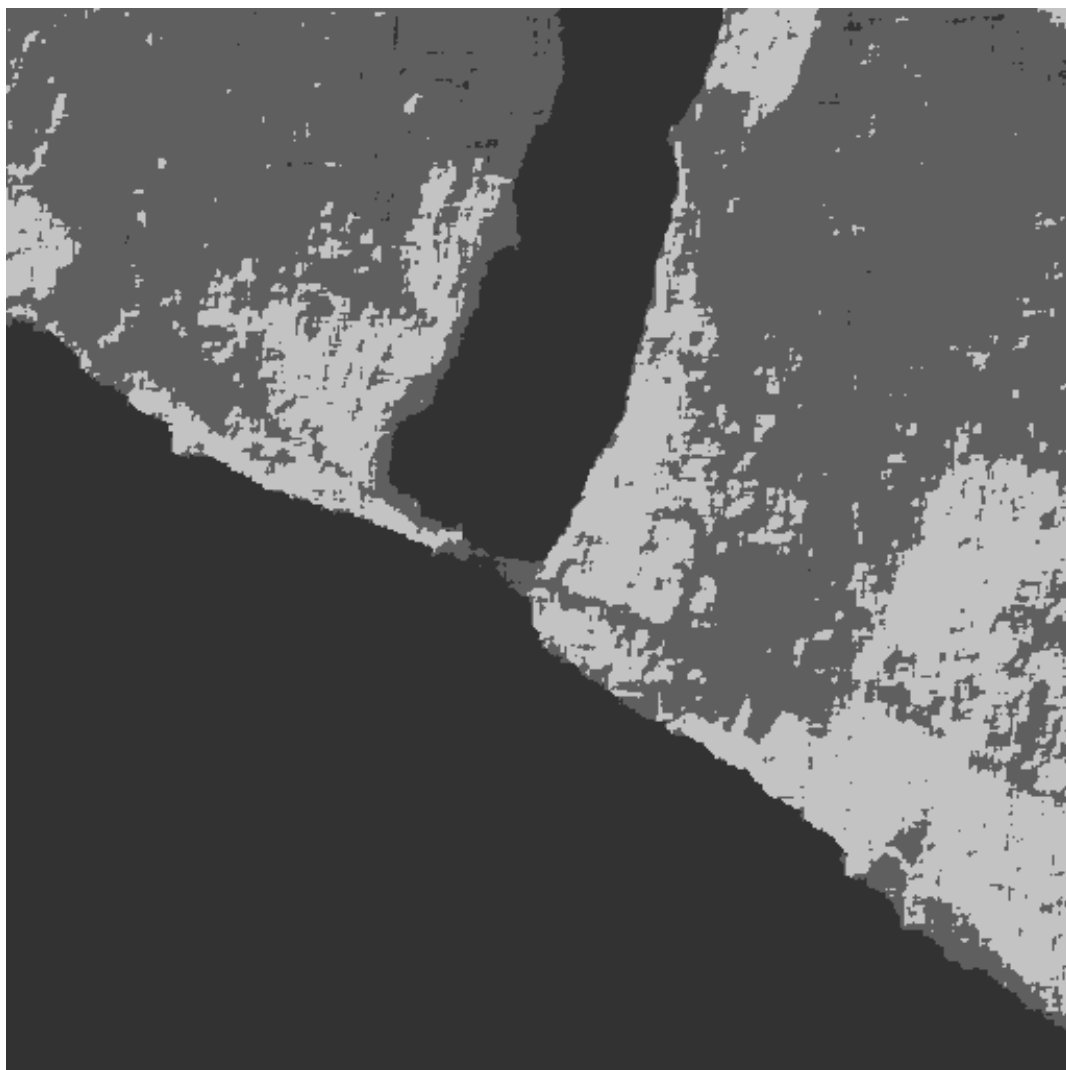


Рисунок 5.14 — Результат сегментації запропонованим алгоритмом

На основі отриманих результатів можна оцінити точність сегментації, однак існують пікселі, що були віднесені до іншого типу області, ніж до тієї, до якої вони належать насправді. Це, пов'язано із тим, що їх значення яскравості більше узгоджувалися з іншим типом текстури.

Порівнюючи результати із пороговим методом, що широко зустрічається на практиці та характеризується малими обчислювальними затратами, можна зробити висновок, що пороговий метод дає набагато більшу кількість помилок, ніж запропонований алгоритм. Звичайно, що точність сегментації суттєво залежить від ступеня схожості різних текстур, чим більше вони бу-

дуть подібні по своїм параметрам, тим вищий буде показник імовірності помилки сегментації.

## **6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

Дивлячись на те, що дана робота присвячена моделюванню цифрових зображень спотворених комбінованою завадою за допомогою алгоритму сегментації зображень, що потребує застосування засобів обчислювальної техніки, то метою даного розділу дипломного проекту є визначення потенційно шкідливих і небезпечних виробничих факторів, які можуть мати місце при роботі за комп'ютером, а також розробка заходів щодо запобігання впливу цих факторів на людину й навколишнє середовище.

Основна увага приділена електробезпеці при використанні обчислювальної техніки і організаційні заходи щодо створення комфортних та безпечних умов праці користувачів ВДТ ПЕОМ, а також визначені заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях.

### **6.1 Визначення основних потенційно-шкідливих та небезпечних виробничих факторів при виконанні науково-дослідницької роботи**

Людина при роботі на ВДТ ПЕОМ піддається впливу іонізуючого, інфрачервоного й ультрафіолетового випромінювань екрана монітора, рівні яких повинні відповідати вимогам ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з ВДТ ПЕОМ».

Розглянемо, які потенційно - небезпечні й шкідливі фактори можуть мати місце при роботі на ПК:

- наявність електромагнітного випромінювання;
- можливість ураження електричним струмом;
- невідповідність освітлення санітарним нормам;
- несприятливі мікрокліматичні умови;
- розумове навантаження;

- можливість виникнення НС.

## 6.2 Електробезпека

Відповідно до ДСТУ ІЕС 61140:2015 «Захист проти ураження електричним струмом. Загальні аспекти щодо установок та обладнання» все електроустаткування в робочому приміщенні відноситься до I, II та III класу за електрозахистом. Системний блок ПЕОМ відноситься до I класу. ВДТ відноситься до II класу. Устаткування має робочу ізоляцію і підключається до живильної мережі за допомогою трьох-контактних вилок, один контакт із яких підключений до заземленого виводу розетки. Підключення устаткування виконане відповідно до вимог ПБЕ та ПУЕ.

Згідно з ПУЕ-2017 та ПБЕ приміщення лабораторії відноситься до приміщень без підвищеної небезпеки поразки персоналу електричним струмом, оскільки відносна вологість повітря не перевищує 75%, температура не більш 35 °С, відсутні хімічно агресивні середовища, матеріал підлоги(паркет) - діелектрик, а також відсутня можливість одночасного дотику до заземлень металоконструкцій будівлі та технологічного обладнання з одного боку та до струмопровідних частин обладнання з іншого боку.

Корпус системного блоку ПЕОМ — металевий. Лицьова панель, облицьована пластиком. Усе додаткове електроустаткування в робочому приміщенні відноситься до 1 і 2 класу по електрозахисту. У випадку пробою на корпусі може виникнути небезпечна для життя людини напруга. Для того щоб уникнути поразки людини електричним струмом, передбачене з'єднання корпусу ПЕОМ із захисним заземленням за допомогою спеціальної вилки з трьома контактами.

Поразка людини електричним струмом може відбутися:

- У результаті дотику до відкритих струмоведучих частин;

– У результаті дотику до струмопровідних не струмоведучих елементів устаткування, які виявилися під напругою в результаті порушення ізоляції чи з інших причин.

Щоб визначити необхідні засоби та заходи захисту від ураження електричним струмом необхідно знати допустимі значення напруги дотику та струмів, що проходять через тіло людини. При чому напруги дотику й струми наведені, при тривалості впливів не більше 10 хв. за добу й установлені, виходячи з реакції відчуття. Для осіб, що виконують роботу в умовах високих температур (вище 25°C) і вологості (відносна вологість більше 75%), напруги дотику й струми повинні бути зменшені в три рази.

В таблиці 6.1 приведені граничнодопустимі значення напруги дотику при аварійному режимі роботи електрообладнання напругою до 1000 В з глухо-заземленою нейтраллю при частоті 50Гц .

Таблиця 6.1 — Гранично допустимі значення напруги дотику при аварійному режимі роботи електрообладнання згідно ПУЕ-2017

t (сек)	до 0.1	0.2	0.5	0.7	0.9	>1 сек до 5 сек.
$U_{\text{доп.дот}}(\text{В})$	500	400	200	130	100	65

При аварійному режимі роботи обладнання в робочому приміщенні передбачене захисне відключення напруги живлення мережі. Для зменшення значення напруги дотику і відповідних їй величин струмів при нормальному і аварійному режимах роботи електрообладнання необхідно виконати повторне захисне заземлення нульового дроту.

Основними причинами ураження людей електричним струмом є доторкання до відкритих струмоведучих частин, до струмопровідних елементів обладнання, які виявилися під напругою в результаті порушення ізоляції. Нижче наведені групи технічних рішень щодо запобігання електро-трамв згідно ПУЕ. «Правила улаштування електроустановок. Розділ 1 Загальні правила. Гл.1.7 Заземлення і захисні заходи електробезпеки»:

- технічні рішення із запобігання електротравм від контакту із нормально струмоведучими елементами електрообладнання: надійна ізоляція нормально струмоведучих елементів електроустаткування; застосування закритих клемових з'єднань; розведення електромережі в приміщеннях у каналах стін;
- технічні рішення щодо запобігання електротравм при переході напруги на електропровідні нормально не струмопровідні елементи устаткування (аварійний режим роботи електрообладнання, наприклад, пробій робочої ізоляції): занулення, тобто навмисне електричне з'єднання нормально не струмоведучих елементів електроустаткування із заземленою нейтраллю електромережі за допомогою нульового дроту і автоматичне вимкнення живлення. При аварійному режимі спрацьовує захист від короткого замикання (автомат максимального струмового захисту чи плавкий запобіжник) і пошкоджене електрообладнання відключається від електромережі.

### 6.2.1. Розрахунок електромережі на вимикаючу здатність при аварійному режимі роботи електрообладнання

Зробимо електричний розрахунок на перевірку вимикаючої здатності автоматів струмового захисту. При розрахунку струму однофазного короткого замикання скористаємося формулою 6.1:

$$I_{\text{КЗ}} = \frac{U_{\Phi}}{R_0 + R_{\Phi} + \frac{Z_{\text{ТР}}}{3}} \quad (6.1)$$

де:

напруга в електромережі  $U_{\Phi} = 220 \text{ В}$ ,

опір фазного проводу  $R_{\Phi} = 7 \text{ Ом}$ ,

опір нульового проводу  $R_0 = 3 \text{ Ом}$

еквівалентний опір трансформатора  $\frac{Z_{\text{ТР}}}{3} \cong 0.2 \text{ Ом}$ .

$$I_{\text{КЗ}} = \frac{U_{\Phi}}{R_0 + R_{\Phi} + \frac{Z_{\text{ТР}}}{3}} = \frac{220}{3 + 7 + 0.2} = 21.569 \text{ А}$$



Обчислимо необхідний струм спрацювання для автомату струмового захисту  $I_{\text{сп}}$ . Для надійної роботи автоматів захисту від ураження струмом необхідно виконання наступної умови:

$$I_{\text{кз}} > 1.4 \cdot I_{\text{сп}}$$

Звідки:

$$I_{\text{сп}} < \frac{21.569}{1.4}, I_{\text{сп}} < 15.4 \text{ А}$$

Таким чином, струм спрацювання автомата повинен бути менше 15.4 А.

Номинальний струм автоматів що встановлені у виробничому приміщенні рівний 10А, що відповідає даній вимозі.

Напруга на корпусах при його аварійній роботі складає:

$$U_{\text{кmax}} = I_{\text{кз}} \cdot R_0 = 21.569 \cdot 3 = 64.707 \text{ В}$$

Відповідно до ПУЕ-2017, щоб ця напруга була безпечна для людини, необхідно використовувати автомати максимального струмового захисту у яких час спрацювання менше 0,9с. Час спрацювання діючих у приміщенні автоматів рівний 0,2с.

Можна зробити висновок, що у науково-дослідницькій лабораторії основним захистом від поразки електричним струмом є занулення та застосування пристроїв максимального струмового захисту.

### **6.3. Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки і гігієни праці та виробничої санітарії**

Вимоги щодо організації робочих місць користувачів ВДТ ПО забезпечує ДСанПіН 3.3.2.007-98 "Державні санітарні норми і правила роботи з візуальними дисплейними терміналами (ВДТ) електронно-обчислювальних машин" та ДСТУ ISO 9241-72004 "Ергономічні вимоги до роботи з відеоматеріалами в офісі. Частина 7. Вимоги до дисплеїв з відбитками". Дотримання вимог цих правил може значно знизити наслідки несприятливої дії на працівників шкідливих та небезпечних факторів, які супроводжують роботу з ві-

деодисплейними матеріалами, зокрема можливість зорових, нервово-емоційних переживань, серцево-судинних захворювань.

Конструкція робочого столу відповідає сучасним вимогам ергономіки і забезпечувати оптимальне розміщення на робочій поверхні використовуваного обладнання (дисплея, клавіатури, принтера) і документів.

В якості робочого стільця використовується підйомно-поворотне крісло, регульоване за висотою, з кутом і нахилу сидіння та спинки. Регулювання за кожним із параметрів здійснюється незалежно, легко і надійно фіксується. Для зниження статичного напруження м'язів використовуються стаціонарні підлокітники, що регулюються за висотою над сидінням. Поверхня сидіння і спинки крісла напівм'яка з нековзним покриттям.

Дисплей розташований на оптимальній відстані від очей користувача з урахуванням розміру літерно-цифрових знаків і символів. Розташування дисплея забезпечує зручність зорового спостереження у вертикальній площині під кутом  $+30^{\circ}$  до нормальної лінії погляду працюючого. Клавіатура розташована на поверхні столу на відстані 100...300 мм від краю. У конструкції клавіатури передбачений опорний пристрій, який дає змогу змінювати кут нахилу поверхні клавіатури у межах  $5...15^{\circ}$ . Таке положення клавіатури зручне для праці обома руками.

Приміщення для роботи з ЕОМ має природне та штучне освітлення. Природне освітлення має відбуватись через світлові прорізи. Штучне освітлення у приміщеннях здійснюється системою загального рівномірного освітлення. Як джерело штучного освітлення мають застосовуватись люмінесцентні лампи ЛБ.

Працівники з ЕОМ підлягають обов'язковим попереднім медичним оглядам під час влаштування на роботу і періодичним – один раз на два роки комісією у складі терапевта, невропатолога та офтальмолога. Медогляди мають на меті перевірку стану здоров'я працівника і виявлення відсутності у нього медичних протипоказань, які перешкоджають виконанню роботи з ПК.

При організації праці, що пов'язана з використанням ЕОМ, для збереження здоров'я працюючих, запобігання професійним захворюванням і підтримки працездатності слід передбачити регламентовані перерви для відпочинку.

Згідно з ДСанПіН 3.3.2.007-98 характер трудової діяльності відповідає роботі оператора електронно-обчислювальних машин – роботі, яка пов'язана з обліком інформації одержаної з дисплея за попереднім запитом, або тієї, що надходить з нього, супроводжується перервами різної тривалості, пов'язана з виконанням іншої роботи і характеризується як робота з напруженням зору, невеликими фізичними зусиллями, нервовим напруженням середнього ступеня та виконується у вільному темпі.

Тривалість регламентованих перерв під час роботи з ЕОМ становить 15 хвилин через кожні дві години роботи.

### **6.3.1. Відповідність параметрів мікроклімату робочої зони санітарним нормам**

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» ДСН 3.3.6.042-99 встановлюють оптимальне й припустиме значення параметрів мікроклімату залежно від періоду року й категорії робіт. У таблиці наведені оптимальні й припустимі значення параметрів мікроклімату для категорій тяжкості робіт «Ia» (роботи, виконувані сидячи й не потребує фізичної напруги при витраті енергії не більше 120 ккал/година).

Таблиця 6.2 — Нормовані та фактичні значення параметрів мікроклімату

Період року	Параметр мікроклімату	Нормовані значення параметрів мікроклімату		Фактичні значення параметрів мікроклімату
		оптимальні	припустимі	
Холодний	Температура, °С	22-24	21-25	20-22
	Відносна вологість, %	40-60	75	65-75
	Швидкість руху, м/с	не більше 0,1	не більше 0,1	не більше 0,1
Теплий	Температура, °С	23-25	22-28	22-28
	Відносна вологість, %	40-60	55, при 28 °С 75, при 22 °С	70-75
	Швидкість руху, м/с	не більш 0,1	0,1-0,2	не більш 0,2

У приміщенні використовується 6-ти секційна чавунна батарея центрального опалення для підтримки нормальної температури повітря в холодну пору року. Для підтримки необхідних параметрів повітря в приміщенні використовується природна вентиляція.

Параметри мікроклімату в робочій зоні відповідають приведеним вище нормам ДСН 3.3.6.042–99.

### **6.3.2. Вимоги до вентиляції виробничих приміщень**

Відповідно до ДБН 2.09.02-85 «Производственные здания»:

- виробничі приміщення, в яких знаходяться ділянки пайки, повинні бути обладнані постійно діючою загальною та місцевою припливною витяжною вентиляцією з розводкою припливу в робочу зону;
- на ділянках, де застосовуються речовини першого класу небезпеки (олов'яно свинцеві припої, берилій і його сплави, флюси та інші сполуки), системи місцевих відсмоктувачів повинні включатися до початку робіт і вимикатися після їх закінчення. Робота вентиляційних установок повинна контролюватися за допомогою світлової та звукової сигналізації, автоматично включатися при зупинці вентиляції;
- приймачі повітря повинні кріпитися на гнучких або телескопічних повітроводах, здатних переміщатися в процесі монтажних робіт для максимального наближення до місця пайки, при цьому повинна бути надійна фіксація положення приймачів повітря;
- повітря, що видаляється витяжними установками з виробничих приміщень і від устаткування, що містить токсичні гази і пил, повинне перед викидом в атмосферу проходити очищення через фільтри вловлювачі;
- внутрішні поверхні повітроводів витяжних систем і вентилятори повинні періодично очищатися від флюсу, забрудненого свинцем;
- аналіз повітряного середовища повинен проводитися за графіком, що затверджується роботодавцем, не менше 1 разу на місяць.

### **6.3.3. Перевірка освітлення робочих місць користувачів ВДТ ПЕОМ**

Залежно від джерела світла освітлення може бути природним, що створюється прямими сонячними променями; штучним, що створюється електри-

чними джерелами світла, та суміщеним, за якого недостатнє за нормами природне освітлення доповнюють штучним.

Штучне освітлення, а саме відсутність у спектрі ламп денного світла й ламп накаливання біологічно активної ультрафіолетової складової при тривалому впливі може призвести до ультрафіолетової недостатності, при якій знижуються бактерицидні властивості шкіри та імунітет.

Істотне значення для збереження тривалої працездатності, підвищення продуктивності праці має забезпечення норм освітленості на робочому місці. Величина освітленості регламентується нормами ДБН В.2.5-28-2006. Робоче приміщення належить до І групи – приміщення, у яких розрізнення об'єктів зорової роботи здійснюється при фіксованому напрямку лінії зору працюючих на робочу поверхню.

Нормування штучного освітлення також здійснюється згідно ДБН В.2.5-28-2006. Для загального освітлення використовують головним чином люмінесцентні лампи, що обумовлено їхніми перевагами. Для розрахунку штучного освітлення застосовують метод коефіцієнта використання потоку:

$$\Phi = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{N \cdot C}, \quad (6.2)$$

де  $N$  – кількість світильників;  $\Phi$  – світловий потік;  $S$  – площа приміщення;  $K$  – коефіцієнт запасу;  $Z$  – коефіцієнт нерівномірності висвітлення;  $E$  – нормоване значення світлового потоку лампи;  $C$  – коефіцієнт використання випромінюваного світильниками світлового потоку ( $C=0.3$ ).

Згідно ДБН В.2.5-28-2018 визначаємо норму освітленості.

$$E = 300 \text{ лк}; K = 1.5; S = 6 \cdot 4 = 24 \text{ м}^2; Z = 1.2.$$

Необхідна кількість люмінесцентних ламп визначається по формулі 6.3:

$$N = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{\Phi \cdot C}, \quad (6.3)$$

Найбільш прийнятними для приміщення є люмінесцентні лампи ЛД (денного світла) потужністю 40 Вт. Нормальний світловий потік лампи ЛД-

40 дорівнює  $\Phi = 2340$  люмен (лм). Величиною  $i$ , індексом приміщення можна встановити залежність від площі приміщення і висоти підвісу, формула 6.4:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}, \quad (6.4)$$

де  $A = 16$  м – довжина приміщення;  $B = 5$  м – ширина приміщення;  $h$  – висота підвісу;

$$h = H - h_p - h_c \quad (6.5)$$

де  $H = 3,3$  м – висота приміщення;  $h_p = 0,75$  м – висота робочої поверхні;  $h_c = 0,3$  м – висота від стелі до нижньої частини лампи;

$$h = 3,3 - 0,75 - 0,3 = 2,25 \text{ м,}$$

$$i = \frac{6 \cdot 4}{2,25 \cdot (6 + 4)} = 1,066$$

Коефіцієнт використання світлового потоку на розрахунковій площі  $C = 0,3$ . У підсумку число світильників вийде рівним:

$$N = \frac{300 \cdot 1.5 \cdot 24 \cdot 1.2}{2340 \cdot 0.3} = 18.461$$

Для штучного освітлення в робочому приміщенні достатньо використати 19 люмінесцентних ламп денного світла ЛД – 40, зі світловим потоком  $\Phi = 2340$  лм. кожна.

#### **6.4. Безпека у надзвичайних ситуаціях**

Безпека у надзвичайних ситуаціях регламентується ПЛАС. Одними з основних складових ПЛАС є розробка технічних рішень та організаційних заходів щодо оповіщення, евакуації та дій виробничого персоналу у разі виникнення надзвичайної ситуації, а також визначення основних заходів з пожежної безпеки.

##### **6.4.1 Обов'язки та дії персоналу у разі виникнення НС**

У разі виявлення ознак НС працівник повинен:

- негайно повідомити про це органи Державної служби з надзвичайних ситуацій (ДСНС) засобами зв'язку, вказати при цьому адресу, кількість поверхів, місце виникнення пожежі, наявність людей, а також своє прізвище;
- повідомити про НС керівника, адміністрацію, пожежну охорону підприємства;
- організувати оповіщення людей про НС;
- вжити заходів щодо евакуації людей та матеріальних цінностей;
- вжити заходів щодо ліквідації наслідків НС з використанням наявних засобів.

Керівник та пожежна охорона установи, яким повідомлено про виникнення НС, повинні:

- перевірити, чи викликані підрозділи ДСНС та підрозділи;
- вимкнути у разі необхідності струмоприймачі та вентиляцію;
- у разі загрози життю людей негайно організувати їх евакуацію та порятунк, вивести за межі небезпечної зони всіх працівників, які не беруть участь у ліквідації наслідків НС;
- перевірити здійснення оповіщення людей про НС;
- забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь у ліквідації наслідків НС;
- організувати зустріч підрозділів ДСНС, надати їм допомогу у локалізації та ліквідації НС.

Після прибуття підрозділів ДСНС повинен бути забезпечений безперешкодний доступ їх до місця, де виникла НС.

#### **6.4.2 Вимоги щодо організації ефективної роботи систем оповіщення персоналу у разі виникнення небезпечної ситуації**

Оповіщення виробничого персоналу у разі виникнення НС, наприклад при пожежі, здійснюється відповідно до вимог НАПБ А.01.003–2009. Необхідність обладнання виробничих приміщень певним типом СО визначається



згідно з додатком Е до ДБН В.1.1–7–2016 "Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва".

При обладнанні виробничих будівель системою оповіщення, їх необхідно поділяти на зони оповіщення з урахуванням об'ємно–планувальних рішень будинків, шляхів евакуації, поділення на протипожежні відсіки тощо, а також з урахуванням вимог, що наведені в примітці 1 таблиці Е.1 додатка Е до ДБН В.1.1–7–2016. Розміри зон оповіщення, черговість оповіщення та час початку оповіщення людей в окремих зонах визначаються, виходячи з умов забезпечення безпечної та своєчасної евакуації людей у разі виникнення НС.

Оповіщення про НС та управління евакуацією людей здійснюється одним з наступних способів або їх комбінацією:

- поданням звукових і (або) світлових сигналів в усі виробничі приміщення будівлі з постійним або тимчасовим перебуванням людей;
- трансляцією текстів про необхідність евакуації, шляхи евакуації, напрямки руху й інші дії, спрямовані на забезпечення безпеки людей;
- трансляцією спеціально розроблених текстів, спрямованих на запобігання паніці й іншим явищам, що ускладнюють евакуацію;
- розміщенням знаків безпеки на шляхах евакуації згідно з ДСТУ ISO 6309;
- ввімкненням евакуаційних знаків "Вихід";
- ввімкненням евакуаційного освітлення та світлових покажчиків напрямку евакуації;
- дистанційним відкриванням дверей евакуаційних виходів;
- зв'язком оперативного (чергового) персоналу СО (диспетчера пожежного поста) із зонами оповіщення.

Як правило, СО вмикається автоматично від сигналу про пожежу, який формується системою пожежної сигналізації або системою пожежогасіння. Також з приміщення оперативного (чергового) персоналу СО (диспетчера пожежного поста) слід передбачати можливість запуску СО вручну, що за-

безпечує надійну роботу СО не тільки при пожежі, а і у разі виникнення будь-якої іншої НС. Повинен бути забезпечений розподіл пріоритетів щодо повідомлень для виробничого персоналу у такій послідовності:

I (найвищий) – повідомлення оперативного (чергового) персоналу СО (диспетчера пожежного поста) під час пожежі, або у разі виникнення будь-якої іншої НС;

II – повідомлення, які записані на будь-якому носії та вмикаються автоматично від спрацювання систем пожежної автоматики, або за сигналом оперативного (чергового) персоналу СО (диспетчера пожежного поста);

III – службові повідомлення, що не стосуються організації та управління евакуацією людей.

У разі одночасного транслявання декількох повідомлень, що мають різні пріоритети, повідомлення, які мають нижчий пріоритет, повинні автоматично блокуватись.

СО повинна мати можливість одночасно передавати різні мовленнєві повідомлення в різні зони оповіщення.

Згідно з вимогами ДБН В.1.1–7–2016 необхідно забезпечити можливість прямої трансляції мовленнєвого оповіщення та керівних команд через мікрофон для оперативного реагування в разі зміни обставин або порушення нормальних умов евакуації виробничого персоналу.

В разі виникнення пожежі у багатоповерхових виробничих будівлях, СО має спрацювати у такій послідовності:

- в першу чергу, здійснюється оповіщення людей про пожежу на поверсі, де виникла пожежа;
- потім оповіщення людей про пожежу на поверхах, що розташовані вище поверху, де виникла пожежа;
- в останню чергу, оповіщення людей про пожежу на поверхах, що розташовані нижче поверху, де виникла пожежа.

Затримку часу оповіщення про НС для різних поверхів будинку необхідно передбачати з урахуванням злиття потоків людей на шляхах евакуації відповідно до розрахунків.

У багатоповерхових виробничих будівлях, які поділені на протипожежні відсіки по вертикалі, СО повинна вмикатися одразу для всього протипожежного відсіку, де виникла пожежа. Затримку часу оповіщення про НС/пожежу для інших вертикальних протипожежних відсіків будинку слід передбачати з урахуванням злиття потоків людей на шляхах евакуації відповідно до вимог додатка 2 згідно ГОСТ 12.1.004.

### **6.5. Пожежна безпека**

Згідно з СНиП В.01.34-2005 «Правила ПБ в компаніях та в організаціях енергетичної галузі України» робоче приміщення лабораторії відноситься до категорії В щодо вибухопожежної і пожежної небезпеці. Відповідно до ПУЕ-2017 та ДНАОП 0.00-1.32-01 клас робочих зон приміщення лабораторії по пожежонебезпеці - П-Па. Можливими причинами пожежі в приміщенні є несправність електроустаткування, коротке замикання проводки, і порушення протипожежного режиму (використання побутових нагрівальних приладів, паління).

Можливими причинами виникнення пожежі можуть бути :

- коротке замикання проводки;
- паління в недозволених місцях, користування побутовими електронагрівальними приладами.

У зв'язку з цим відповідно до ПБЕ та ПУЕ необхідно передбачити наступні заходи:

1. ретельна ізоляція всіх струмоведучих провідників до робочих місць; періодичний огляд і перевірка ізоляції;
2. суворе дотримання норм протипожежної безпеки на робочому місці.

Проводяться організаційно-технологічні заходи (заборона паління, інструктаж). На випадок виникнення пожежі забезпечена можливість безпечної евакуації людей через евакуаційні виходи. У приміщенні є план евакуації.

Мінімальний час евакуації відповідає вимогам ДБНВ 1.1-7-2016, а максимальна віддаленість робочих місць від евакуаційних виходів відповідає вимогам СНиП 2.09.02-85. Необхідна кількість евакуаційних виходів, ширина проходів і ступінь вогнестійкості також відповідає вимогам СНиП 2.01.02- 85 і СНиП 2.09.02- 85 та ДБН В.1.1-7-2016.

Згідно ДСТУ 3675-98 у приміщенні лабораторії знаходяться:

- вогнегасник ОУБ-3 – 1шт.;
- вогнегасник ОП-1 "Момент" – 1шт.

Така кількість вогнегасників відповідає вимогам ISO3941-2007, якими передбачене обов'язкова наявність двох вогнегасників на 100 м<sup>2</sup> площі підлоги для приміщень.

По вогнестійкості приміщення лабораторії відноситься до II ступеня вогнестійкості (ГОСТ 12.1.004-76), тобто механічні конструкції в приміщенні, стіни виконані з неспалимих матеріалів.

На випадок виникнення пожежі на сходовій площадці за приміщенням установлений пожежний щит, обладнаний пожежним інвентарем і вогнегасником марки ОУ–5 відповідно до вимог ДСТУ 3675-98 та ISO3941- 77 (вогнегасник вуглекислотний, ручний) для гасіння загорянь різних матеріалів і установок під напругою до 1000В і хімічні, пінні ОХП-10 вогнегасник для гасіння твердих матеріалів.

До складу пожежного щита входять:

- азбест;
- пожежний інвентар.

У робочому приміщенні виконуються усі вимоги по пожежонебезпеці відповідно до вимог НАПБ.А.01.001- 2004 “Правила пожежної безпеки в Україні”.

## 7 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

Розділ присвячено розгляду маркетингових аспектів створення стартап-проекту. Даний алгоритм з точки зору застосування, має практичну цінність при використанні його у сфері обробки супутникових радіолокаційних зображень. Отже, варто провести маркетинговий аналіз для оцінки та формування заходів із ринкового впровадження, а також можливих напрямків реалізації цього впровадження.

### 7.1 Опис ідеї проекту

Ідея стартап-проекту, напрямки застосування та вигоди висвітлено в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 — Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Розробка алгоритму сегментації цифрових зображень спотворених комбінованою завадою.	Обробка цифрових зображень зображень	Можливість швидкої та якісної сегментації зображення за допомогою простого алгоритму

Конкурентом може виступати алгоритм, який здатний швидше та з меншою помилкою, сегментувати зображення, а також здатний працювати з більшим спектром зображень. Сильні та слабкі сторони проекту наведено в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 — Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№	Техніко-економічні характеристики ідеї	Товари конкурентів		W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	Конкурент			
1	Швидкодія					+
2	Мала помилка сегментації					+

## 7.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Метою даного підрозділу є аналіз аудиту технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту.

Для реалізації пропонується варіанти розробки алгоритму:

1. Використання математичної моделі на основі алгоритму який складається з двох етапів. Проектування включає написання програми яка виконує сегментацію в середовищі розробки MATLAB.

2. Використання двомірних алгоритмів для обробки зображення. Проектування включає написання програми яка виконує сегментацію в середовищі розробки MATLAB.

Таблиця 7.3 — Технологічна здійсненність проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Розробка алгоритму сегментації радіолокаційних зображень	Перший варіант		так
2		Другий варіант		так
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: Перший варіант				

Програмне забезпечення було реалізовано у вигляді прототипу системи та підтверджена працездатність.

## 7.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначення ринкових можливостей дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів.

Таблиця 7.4 — Попередня характеристика потенційного ринку стартап- проекту

№ п/п	Показники стану ринку	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	невідома
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	
3	Динаміка ринку	Зростає
4	Наявність обмежень для входу	Необхідні дозволи та контракти
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Існують
6	Середня норма рентабельності в галузі, %	невідома

Ринок привабливий, але необхідно отримати певні дозволи та контракти, на реальних прикладах застосувати алгоритм сегментації, щоб він відповідав всім нормам.

Визначимо потенційні групи клієнтів.

Таблиця 7.5 — Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
	Розробка алгоритму сегментації радіолокаційних зображень	Фахівці пов'язані з обробкою радіолокаційних зображень, науковці	Невідомі	1) Швидкодія 2) Мала помилка сегментації

Аналіз ринкового середовища: складемо таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають.

Таблиця 7.6 — Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Новий алгоритм	Впровадження функціонального аналогу, що буде більш швидким та матиме меншу помилку сегментації	Вихід з ринку або вдосконалення існуючого рішення

Таблиця 7.7 - Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Новий алгоритм	Швидкодія, мала помилка сегментації	Розроблення цього функціоналу

Аналіз пропозиції: визначимо загальні риси конкуренції на ринку.

Таблиця 7.8 — Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства
1. Тип конкуренції — чиста	Ніхто не може впливати на загальну ситуацію на ринку	Не значний
3. За рівнем конкурентної боротьби – національне	Дане підприємство відомо по усьому світу	Значний
4. За галузевою ознакою – внутрішньогалузева	Конкуренція виконується в рамках однієї галузі	Значний
5. Конкуренція за видами товарів – невідомо		Значний
6. За характером конкурентних переваг – цінова	Товар даного підприємства має дуже високу вартість	
7. За інтенсивністю – невідомо		

Проведемо більш детальний аналіз умов конкуренції у галузі.

Таблиця 5.9 — Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	Алгоритм з ширшим функціоналом	Розроблюваний алгоритм	Невідомо	Невідомо	Невідомо
Висновки:	Маючи чисте положення на ринку розробник цього алгоритму не буде звертати увагу на конкурентів	Є можливість виходу на ринок	Невідомо	Невідомо	Невідомо

За результатами аналізу можна зробити висновок, що працювати на даному ринку, зважаючи на чисту конкурентну ситуацію, потрібно. Для поширення продукту він повинен володіти рядом факторів, які відрізняють його від існуючого конкурента.



Перелічимо фактори конкурентоспроможності.

Таблиця 7.10 — Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування
1	Швидкодія	Результат кращий, ніж у конкурентів через особливості алгоритму
2	Мала помилка сегментації	Особливості роботи алгоритму

Аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту.

Таблиця 7.11 — Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів: невідомо						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Швидкодія								
2	Мала помилка сегментації								

Проведемо SWOT-аналіз.

Таблиця 7.12 — SWOT-аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: 1) Швидкодія 2) Мала помилка сегментації	Слабкі сторони: 1) Відсутність стартового капіталу 2) Невідома компанія 3) Обмеженість в реалізації
Можливості: 1) Нові технології 2) Розширення функціоналу алгоритму 3) Вдосконалення сильних сторін	Загрози: 1) Продукти-замінники

Розглядаючи SWOT-аналіз можна побачити, що нема потреби розробляти альтернативи ринкового впровадження цього проекту.

## 7.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Опис цільових груп потенційних споживачів.

Таблиця 5.14 — Вибір цільових груп потенційних споживачів

Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
Фахівці пов'язані з обробкою радіолокаційних зображень, науковці	Готові взяти товар	Високий	У сегменті присутня конкуренція	Просто

Які цільові групи обрано: Фахівці пов'язані з обробкою радіолокаційних зображень.

Формування базової стратегії розвитку.

Таблиця 7.15 — Визначення базової стратегії розвитку

Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції	Базова стратегія розвитку
Диференційований маркетинг	Швидкодія, мала помилка сегментації	Стратегія диференціації

Формування стратегії конкурентної поведінки.

Таблиця 7.16 — Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

Чи є проект «першо-прохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента?	Стратегія конкурентної поведінки*
так	ні	ні	Заняття конкурентної ніші

Стратегія позиціонування полягає у формуванні ринкової позиції, за яким споживачі мають ідентифікувати проект.

Таблиця 7.17 — Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкуренто-спроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформулювати комплексну позицію власного проекту
1	Швидкодія			
2	Мала помилка сегментації			

## 7.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Формування маркетингової концепції товару.

Таблиця 7.18 — Визначення ключових переваг потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Алгоритм сегментації цифрових зображень спотворених комбінованою завадою	Програмне забезпечення на ПК	Швидкодія, мала помилка сегментації

Таблиця 7.19 — Трьохрівнева модель товару

Рівні товару	Сутність та складові
I. Товар за задумом	Програмне забезпечення на ПК
II. Товар у реальному виконанні	Властивості: 1. Швидкодія 2. Мала помилка сегментації
	Якість: перевірка на зображеннях
	Пакування: відсутнє
	Марка: відсутня
III. Товар із підкріпленням	До продажу: невідомо
	Після продажу: невідомо
Товар не буде якимось чином захищатись від копіювання та буде поширюватись як є.	

Визначимо цінові межі, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на товар.

Таблиця 7.20 — Визначення цінових меж

Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1 тис. – 1 млн. ум. од.	Невідомий	Високий	Безкоштовно

Таблиця 7.21 — Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Невідома	Вільний доступ	Невідома	Вільний доступ

Сформуємо маркетингову концепцію товару, яку отримає споживач.

Таблиця 7.22 — Концепція маркетингових комунікацій:

Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
Невідома	Інтернет	Можливості проекту	Максимально поширити зацікавленням	Розповідь про можливості алгоритму та його сильні сторони

## 7.6 Висновки

За результатами проведеного аналізу можна зробити висновок, що даний проект має можливість ринкової комерсализації. Тобто, на ринку є попит і буде тільки зростати, тому що кількість систем де використовується даний алгоритм зростає з кожним роком, зростають і їх запити на більш швидкі алгоритми та з більшою якістю обробки.

Проект має можливість бути вдосконаленим в майбутньому. Метою цього проекту не було матеріальне збагачення, тому продукт буде поширюватись вільно, безкоштовно та без обмежень, отже комерсализація даного проекту не має сенсу.

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської роботи було створено алгоритм який дозволяє сегментувати текстурні зображення на яких присутня комбінована завада.

Можна зробити висновок, що:

1. Алгоритм є дієздатним та може застосовуватися для обробки реальних зображень, наприклад, з метою «грубого» оцінювання вхідних даних, в таких задачах як виявлення наявності відповідних однорідних областей із заданими параметрами на вхідному зображенні, оцінки площі тощо;

2. Порівнюючи результати із пороговим методом, що широко зустрічається на практиці та характеризується малими обчислювальними затратами, можна зробити висновок, що пороговий метод дає набагато більшу кількість помилок, ніж запропонований алгоритм;

3. Точність сегментації суттєво залежить від ступеня схожості різних текстур, чим більше вони будуть подібні по своїм параметрам, тим вищий буде показник імовірності помилки сегментації;

4. Невисока обчислювальна складність та побудова представленого алгоритму на основі ефективних в обчислювальному плані одномірних алгоритмів, дозволяє говорити про достатню швидкодію запропонованого рішення;

5. До недоліків можна віднести, що при обробці реальних зображень необхідно попередньо проводити оцінювання параметрів текстур по навчальній виборці, що може сприйматися як певний обмежуючий фактор та суттєво звужувати сфери застосування алгоритму сегментації.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ляшук А. Н. Гомоморфная двухэтапная фильтрация последовательности изображений при наличии коррелированного спекл-шума / Ляшук А. Н., Вишневы С. В., Жук С. Я. // Вісник Національного технічного університету України Київський політехнічний інститут. Серія: Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2017.

2. Что такое гидролокатор? [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://seacomm.ru/dokumentacija/11710/>. — Дата доступу : 10.12.2019. — Назва с екрану.

3. Что такое эхолот: принципы работы, выбор и использование [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://seacomm.ru/dokumentacija/5169/>. — Дата доступу : 10.12.2019. — Назва с екрану.

4. Магнітно-резонансна томографія [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Магнітно-резонансна\\_томографія](https://uk.wikipedia.org/wiki/Магнітно-резонансна_томографія). — Дата доступу : 10.12.2019. — Назва с екрану.

5. Ультразвук и его применение в медицине [Електронний ресурс] // Медицинская физика – Режим доступу до ресурсу: [https://www.e-reading.club/chapter.php/100268/18/Podkolzina\\_-\\_Medicinskaya\\_fizika.html](https://www.e-reading.club/chapter.php/100268/18/Podkolzina_-_Medicinskaya_fizika.html). — Дата доступу : 10.12.2019. — Назва с екрану.

6. УЛЬТРАЗВУК И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ [Електронний ресурс] // Физика конденсированного состояния. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://scienceforum.ru/2015/article/2015010823>. — Дата доступу : 10.12.2019. — Назва с екрану.

7. Активные и пассивные методы съемки [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://lektsii.com/3-29209.html>. — Дата доступу : 10.12.2019. — Назва с екрану.

8. Геоинформационный сервис «Мониторинг объектов городской инфраструктуры» продемонстрирован на стенде компании «ПРАЙМ ГРУП» в рамках выставки «Информационные технологии для всех» [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.primegroup.ru/news/8821/>. — Дата доступа : 10.12.2019. — Назва с екрану.

9. Радарная космическая съемка предоставляет новые возможности для дистанционного наблюдения [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа до ресурсу: <https://sovzond.ru/press-center/news/corporate/5037/>. — Дата доступа : 10.12.2019. — Назва с екрану.

10. Обработка цифровых снимков в ДЗЗ (дистанционном зондировании земли) [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/210810/>. — Дата доступа : 10.12.2019. — Назва с екрану.

11. Жук С.Я. Гомоморфная двухэтапная фильтрация последовательности изображений при наличии коррелированного спекл-шума. Вестник НТУУ «КПИ». Серия Радиотехника. Радиоаппаратостроение. / Ляшук А. Н., Вишневы С. В., Жук С. Я., – 2017. – No. 71. – P. 52–59.

12. Алгоритм неградиентной коррекции радиолокационных изображений при траекторных искажениях фазы сигнала в РСА [Электронный ресурс] // ЖУРНАЛ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ. – 2008. – Режим доступа до ресурсу: <http://jre.cplire.ru/jre/apr08/1/text.html>. — Дата доступа : 10.12.2019. — Назва с екрану.

13. Вербa В.С. Радиолокационные системы землеобзора космического базирования / Вербa В.С., Неронский Л.Б., Осипов И.Г., Турук В.Э. — К.: Радиотехника, 2010. – 680 с. ил., табл., — (Наукова серия «Системы мониторинга воздушного, космического пространства и земной поверхности») — Бібліогр.: с. 676 — ISBN 978-5-88070-263-3

14. О.С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие / О.С. Токарева ; Национальный исследо-

вательский Томский политехнический университет. - Томск : Изд-во ТПУ, 2010. - 148 с.

15. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. Год: 2010 Автор: Шовенгердт Р. А. Жанр: Учебное пособие  
Издательство: Техносфера ISBN: 978-5-94836-244-1 Количество страниц: 560 с. 32 с. цв. Вкл

16. Шитова О. В. АНАЛИЗ МЕТОДОВ СЕГМЕНТАЦИИ ТЕКСТУРНЫХ ОБЛАСТЕЙ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ / Шитова О. В., Пухляк А. Н., Дроб Е. М. // Научные ведомости Белгородского государственного университета. – 2014. – №30. – С. 182.

17. Сегментация спутниковых снимков на примере распознавания деревьев [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.pvsm.ru/sputnikovy-e-snimki/290405>. — Дата доступа : 10.12.2019. — Назва с екрану.

18. Форсайт Д. Компьютерное зрение. Современный подход / Д. Форсайт, Ж. Понс. - М.: Изд. Дом “Вильямс”, 2004. - 928 с.

19. Пороговые методы (Сегментация) [Электронный ресурс] // Национальная библиотека им. Н. Э. Баумана. – 2016. – Режим доступа до ресурсу: [https://ru.bmstu.wiki/Пороговые\\_методы\\_\(Сегментация\)](https://ru.bmstu.wiki/Пороговые_методы_(Сегментация)). — Дата доступа : 10.12.2019. — Назва с екрану.

20. Методы слияния, разбиения и слияния/разбиения областей [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <https://studfile.net/preview/3640311/page:42/>. — Дата доступа : 10.12.2019. — Назва с екрану.

21. Фисенко В.Т. Фрактальные методы сегментации текстурных изображений / В.Т. Фисенко, Т.Ю. Фисенко, 2013. – 63с.

22. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Обработка изображений в среде Matlab. - М.: Техносфера, 2006. - 616 с.

23. Грузман И.С. Двухэтапная фильтрация бинарных изображений / И.С. Грузман // Автометрия. – 1999. – № 3. – С. 42–49.



24.Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов / А. Оппенгейм, Р. Шафер. – М.: Техносфера, 2006. – 856 с.

**Посилання на тези:**

1. Бобко А.С. Придушення спекл-шуму на радіолокаційних зображеннях / А.С. Бобко, С.В. Вишневий // II Всеукраїнська науково-технічна конференція студентів та аспірантів «Радіoeлектроніка в ХХІ столітті». Київ, 14 — 16 травня 2019 р.: матеріали конференції — Київ, 2019. — С. 18–19.

2. Бобко А.С. Сегментація радіолокаційних зображень на фоні спекл-шуму та адитивної завади / А.С. Бобко, С.В. Вишневий // Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи: міжнар. наук.-техн. конф. 18 – 24 лист. 2019р.: тези доп. — Київ, 2019. — С.42–44