

## АНОТАЦІЯ

Вапляк А.П. Підвищення ефективності методу біометричної аутентифікації людини за відбитками пальців. – Рукопис. Кваліфікаційна робота магістра, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019.

Роботу присвячено питанням підвищення ефективності методу біометричної аутентифікації людини за відбитками пальців. Проаналізовано відомі методи аутентифікації особи, зокрема статичні та динамічні і встановлено, що методи біометричної аутентифікації є більш точними в порівнянні з іншими методами. Метод аутентифікації за відбитками пальців відрізняється відносною простотою та підвищеною надійністю. Проаналізовано основні недоліки методу та шляхи їх усунення для підвищення ефективності методу.

Ключові слова: аутентифікація, біометрія, відбиток пальців.

## ABSTRACT

Vaplyak A.P. Improving the efficiency of the method of biometric authentication of human fingerprints. – Manuscript. Master's qualifying work, Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2019.

The work is devoted to the questions of increasing the efficiency of the method of biometric authentication of a person by fingerprints. Known methods of identity authentication, in particular static and dynamic, are analyzed and biometric authentication methods are found to be more accurate than other methods. The fingerprint authentication method is relatively simple and has increased reliability. The main disadvantages of the method and the ways of their elimination to increase the efficiency of the method are analyzed.

Keywords: authentication, biometrics, fingerprint.

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ

АЦП – аналого-цифровий перетворювач;

БО – біооб'єкт;

ПП – первинний перетворювач;

EER – Equal Error Rate (коефіцієнт помилок).

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
Р	
Р1 Задача аутентифікації користувача.....	12
Р.2 Сучасні методи біометричної ідентифікації.....	15
Р.3 Задача ідентифікації особи за відпечатками пальців.....	22
Р.4 Висновки до розділу 1.....	23
РОЗДІЛ 2. МЕТОД АУТЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИ ЗА РИСУНКОМ ВІДБИТКІВ ПАЛЬЦІВ.....	25
2.1 Основи методу аутентифікації особи за рисунками відбитків пальців.....	25
2.2 Аналіз стандартів аутентифікації осіб за відбитками пальців.....	28
2.3 Особливості проведення порівняння рисунків відбитків пальців за локальними ознаками.....	28
2.4 Методи опрацювання рисунків відбитків пальців.....	30
2.5 Методи цифрової обробки зображень при опрацюванні рисунків відбитків пальців.....	30
2.6 Висновки до розділу 2.....	36
РОЗДІЛ 3. МЕТОД ОПТИМІЗАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ РИСУНКІВ ВІДБИТКІВ ПАЛЬЦІВ.....	38
3.1 Перетворення Габора.....	38
3.2 Застосування фільтра Габора до опрацювання зображень.....	39
3.3 Обробка двовимірного зображення фільтром Габора.....	44
3.4 Висновки до розділу 3.....	45
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДУ БІОМЕТРИЧНОЇ АУТЕНТИФІКАЦІЇ ЗА ВІДБИТКАМИ ПАЛЬЦІВ.....	46
4.1 Алгоритм опрацювання рисунків відбитків пальців.....	46
І	
К	
А	
П	

4.2 Нормалізація зображення.....	48
4.3 Просторова орієнтація зображення.....	49
4.4 Бінаризація зображення.....	51
4.5 Застосування фільтра Габора.....	52
4.6 Висновки до розділу 4.....	53
РОЗДІЛ 5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	54
5.1 Методика проведення медико-біологічних досліджень.....	54
5.2 Обґрунтування вибору УДК напряму наукового дослідження.....	56
РОЗДІЛ 6. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	59
6.1 Науково-технічна актуальність науково-дослідної роботи.....	59
6.2 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи.....	60
6.3 Науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи.....	66
6.4 Висновки до розділу 6.....	70
РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	71
7.1 Охорона праці.....	71
7.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	72
РОЗДІЛ 8. ЕКОЛОГІЯ.....	83
8.1. Актуальність охорони навколишнього середовища та екології.....	83
8.2. Характеристика промислових хімічних речовин.....	84
8.3 Методи очистки повітря.....	86
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	90
Бібліографія.....	92
ДОДАТКИ	

## ВСТУП

**Актуальність роботи.** Враховуючи рівень розвитку науково-технічного прогресу, всесторонню інтеграцію в діяльність кожної людини технічних засобів накопичення, зберігання та обміну даними, важливим є завдання забезпечення необхідного рівня захисту інформації, що полягає у застосуванні методів і засобів для забезпечення цілісності, конфіденційності та обмеження доступності інформації з метою унеможливлення завдання шкоди власникам такої інформації. Важливим, при цьому, є забезпечення контролю доступу до певних даних, що полягає у наданні доступу для авторизованих користувачів та обмеження доступу для інших користувачів, що унеможливить загрози несанкціонованого доступу, витоку або розголошення конфіденційної інформації. В свою чергу, такий контроль може застосовуватись і для обмеження доступу до складських, технологічних, архівних приміщень на виробництві тощо. Процедура розпізнавання користувача автоматизованою технічною системою контролю доступу полягає в його ідентифікації на основі аналізу його особистого ідентифікатора, автентифікації та наступної авторизації. Практично в усіх випадках процедура автентифікації користувача включає в себе процедуру ідентифікації. Тому важливим є забезпечення необхідної надійності результатів автентифікації користувачів в системах контролю доступу.

Одним із методів автентифікації з підвищеною надійністю є біометрична автентифікація, яка полягає в оцінюванні певних індивідуальних антропометричних параметрів людини – користувача, та включає в себе способи автентифікації особи за голосом, відбитками пальців, геометрією руки, візерунком райдужної оболонки ока, сітківки ока, голосом тощо. При цьому, найбільш простим в плані технічної реалізації є метод голосової автентифікації, однак і надійність результатів такої автентифікації є найтижчою. Найбільш надійним є метод автентифікації за райдужною

оболонкою та сітківкою ока. Однак цей метод відрізняється особливою складністю та вартістю технічної реалізації. Оптимальним сьогодні вважається метод автентифікації, який ґрунтується на аналізі рисунка відбитків пальців особи. Такий спосіб широко використовується в криміналістиці (дактилоскопія), при проходженні митного контролю тощо.

Попри високу надійність методу (біологічна повторюваність рисунка відбитків пальців не перевищує 10<sup>-5</sup>%) існує значна кількість факторів, які впливають на результат автентифікації, зокрема якість рисунка на поверхні пальців (пошкодження шкіри, механічне стирання рисунка, бруд тощо), чутливість сканерів та засобів опрацювання відсканованих рисунків відбитків пальців тощо. Незадовільна якість рисунка на поверхні сканованого пальця може бути компенсована шляхом використання рисунків інших пальців тієї ж або іншої руки. Актуальним залишається завдання удосконалення методів опрацювання відсканованих зразків для підвищення ефективності методу автентифікації особи за рисунком відбитків пальців.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дослідження є обґрунтування шляхів підвищення ефективності методу біометричної автентифікації людини за відбитками пальців. Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести аналітичний огляд літературних джерел за тематикою дослідження.
2. Обґрунтувати актуальність задачі підвищення ефективності методу автентифікації особи за відбитками пальців.
3. Обґрунтувати спосіб підвищення ефективності методу автентифікації особи за відбитками пальців шляхом покращення якості зображень рисунків відбитків пальців.
4. Обґрунтувати алгоритм покращення якості зображень рисунків відбитків пальців.
5. Провести експериментальні дослідження обґрунтованого

алгоритму.

*Об'єкт дослідження:* процес опрацювання рисунків відбитків пальців.

*Предмет дослідження:* методи підвищення ефективності методу аутентифікації особи за відбитками пальців.

**Наукова новизна одержаних результатів.**

Сапропонований метод підвищення якості зображень рисунків відбитків пальців дасть можливість проведення ідентифікації локальних ознак на рисунках відбитків пальців з підвищеною точністю.

**Практичне значення одержаних результатів.** Одержані результати можуть бути використані при розробленні систем аутентифікації особи за відбитками пальців.

**Публікації.** Викладені в роботі результати доповідалися і обговорювалися на VII науково-технічній конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології».



## РОЗДІЛ 1

### ЗАДАЧА АУТЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧА

#### 1.1 Задача аутентифікації користувача

Процедура розпізнавання користувача автоматизованою технічною системою контролю доступу полягає в його ідентифікації на основі аналізу його особистого ідентифікатора, автентифікації та наступної авторизації. Практично в усіх випадках процедура автентифікації користувача включає в себе процедуру ідентифікації.

Під аутентифікацією розуміють послідовність дій, спрямованих на перевірку аутентичності, наприклад [1]:

- перевірка справжності особи-користувача, що полягає в порівнянні введеного нею певного ідентифікатора із ідентифікатором, що збережений в системі, наприклад порівняння введеного пароля з паролем, який є збережений в базі даних системи аутентифікації;

- перевірка справжності цифрового підпису;

- перевірка контрольної суми файлу на відповідність сумі, заявленій автором цього файлу.

Існує ряд нормативних документів, що визначають стандарти аутентифікації [1-3], зокрема:

- 1) ISO / IEC 9594-8-98 - Основи аутентифікації [4]

Цей стандарт визначає тип даних, що використовуються для проведення аутентифікації; визначає способи отримання даних аутентифікації; визначає способи формування і зберігання даних аутентифікації; визначає алгоритми, за якими прикладні програми можуть використовувати дані аутентифікації для виконання процедури аутентифікації тощо.

- 2) FIPS 113 - COMPUTER DATA AUTHENTICATION

Цей стандарт використовується для контролю цілісності інформації засобами криптографічної аутентифікації.

Проаналізуємо фактори аутентифікації. Для задачі проведення аутентифікації застосовуються відмінні ознаки суб'єкта, певні його характеристики, які зазвичай є індивідуальними. Використання тієї чи іншої характеристики визначається рівнем необхідної надійності аутентифікації, захищеності і вартості впровадження. При цьому можна виділити три фактори аутентифікації:

1) Дані, які відомі лише особі, аутентифікація якої проводиться системою, наприклад – пароль. Ці дані є таємними відомостями, якими має володіти лише авторизована особа. Паролем може бути голосове слово або фраза, текстове слово, комбінація для замка або особистий ідентифікаційний номер. Таким методам аутентифікації притаманні певні недоліки, зокрема: зберегти пароль відомим лише для себе є складно, що робить парольний механізм аутентифікації недостатньо захищеним.

2) Дані, або певний предмет, яким володіє лише особа, аутентифікація якої проводиться системою, наприклад – певний пристрій аутентифікації. Таким пристроєм може бути особиста печатка, певний ключ, картка доступу (пропуску). Такий метод є більш захищеним в порівнянні із паролем механізмом аутентифікації особи, але вартість технічної реалізації такої системи є значно вищою.

3) Певні дані, що є індивідуальними та невід'ємно пов'язаними із особою, аутентифікація якої проводиться системою. До таких методів аутентифікації належать біометричні методи, що проводять для самої процедури аутентифікації вимірювання фізичних характеристик особи та порівняння їх із збереженими в базі даних системи аутентифікації. Такими характеристиками можуть бути портрет, відбитки пальців або долоні, параметри голосу, очей тощо. При цьому, біометрична система повинна відрізнятися високою чутливістю та точністю аутентифікації. Також, вартість

технічної реалізації такої системи буде значно вищою в порівнянні із вище розглянутими системами.

В технічних системах контролю доступу аутентифікація є проміжним етапом між ідентифікацією та авторизацією і зазвичай включає в себе процедуру ідентифікації. Проведемо аналіз способів біометричної аутентифікації як найбільш надійних [3-5].

Біометричні методи аутентифікації забезпечують практично 100 відсоткову ідентифікацію, компенсуючи проблеми втрати паролів і особистих предметів-ідентифікаторів. Прикладами таких методів є системи ідентифікації особи за рисунком райдужної оболонки ока, сітківки ока, рисунком відбитка долоні, формами вух, параметрами інфрачервоного зображення капілярних судин, за почерком, запахом, за параметрами голосу тощо [5]. Проаналізуємо можливості та недоліки таких методів ідентифікації.

Сканери відбитків пальців [5] зазвичай є малогабаритними, універсальні та дешеві. Повторюваність відбитків пальців у різних осіб становить  $10^{-5}\%$ . Активно використовуються в правоохоронній системі.

Пристрої ідентифікації за геометрією рук [5] використовуються в тих випадках, попередньо розглянутий метод має обмежені можливості через травми поверхні кінчиків пальців, надмірне їхнє забруднення тощо. Повторюваність геометрії руки у різних осіб становить не більше 2%.

Пристрої ідентифікації за рисунком райдужної оболонки ока [5] мають найвищу точність.

Системи ідентифікації за термічним образом особи здатні провести ідентифікацію особина значних відстанях (до десятків метрів). Однак, такі системи є чутливими до зміни освітленості і в таких випадках володіють відносно високим відсотком помилок.

Ідентифікація осіб за голосом [5] є особливо зручною для використання в телекомунікаційних додатках. Вартість технічної реалізації є найнижчою а ймовірність помилки не перевищує 5%. Такий метод є зручним для верифікації

особи по телефонним каналам зв'язку, метод більш надійний в порівнянні з частотним набором особистого номера.

У той же час біометрична аутентифікація володіє рядом недоліків, зокрема: біометричні дані-шаблон порівнюються не з результатом первісної обробки характеристик користувача, а з тими даними, що надійшли до системи порівняння.

## 1.2 Сучасні методи біометричної ідентифікації

Як згадувалось вище, провести ідентифікацію та наступну аутентифікацію особи можна шляхом аналізу ознак, які визначаються фізіологічними особливостями цієї особи та є індивідуальними [7]. До цих ознак можна віднести: параметри геометричної будови руки, рисунок відбитків пальців, особливості рисунка сітківки ока, райдужної оболонки ока, інфрачервоне зображення людини, параметри мови, клавіатурний та комп'ютерний почерк, деякі інші фізіологічні особливості особи [7].

Особливість біометричної аутентифікації ґрунтується на індивідуальності таких параметрів. Особливості та характеристики деяких методів ідентифікації за біометричними показниками наведені в таблиці 1.1 [7].

Особливості та характеристики деяких методів ідентифікації за біометричними показниками

Метод отримання біометричних параметрів	Ймовірність відмови у доступі %	Ймовірність помилкової ідентифікації «чужого» (без використання муляжу) %	Ймовірність помилкової ідентифікації «чужого» (з використанням муляжу) %	Збереження тасмниці образу у процесі ідентифікації абонента	Вартість технічної реалізації в грошовому еквіваленті, у.о.
Геометрична будова руки	0,2...4	0,2...1	10...75	неможливо приховати	Від 600 до 3000
Відбитки пальців	2...6	0,0001	10...70	неможливо приховати	Від 60 до 600
Особливості малюнка сітківки ока	0,4	6...10	—————	неможливо приховати	приблизно 4000
Райдужна оболонка ока	0,2...2	0,0001	—————	неможливо приховати	Від 500 до 6000
Портрет обличчя	1...9	—————	—————	неможливо приховати	55000
Рукописний почерк	0,5...5	0,5...5	0,5...5	8-10...10-40	—————
Клавіатурний та комп'ютерний почерк	3...9	3...9	—————	6-10...10-12	—————
Характеристики і особливості мови	0,5...5	0,5...5	25...90 (запис)	10-16...10-30	1...60

Усі методи біометричної ідентифікації можна умовно розділити на дві групи: статичні методи (принцип їхньої роботи полягає в оцінюванні статичних фізіологічних характеристик особи) та динамічні методи (принцип їхньої роботи полягає на оцінюванні особливостей поведінки людини) [7].

Обидві групи методів біометричної аутентифікації є взаємодоповнюючими. Перевагою статичних методів є їхня відносна простота в порівнянні із динамічними методами, незалежність самої процедури аутентифікації від психоемоційного стану осіб, що проходять аутентифікацію, можливість організації процедури аутентифікації великих потоків осіб [7].

Аутентифікація на основі динамічних біометричних характеристик є простішою в плані технічної реалізації та вартості [7].

Основні статичні характеристики, а також способи їх практичної реалізації наведені в табл. 1.2.

## Основні статичні біометричні характеристики

Біометрична характеристика	Регструючий пристрій	Зразок	Досліджувані риси
Геометрична будова руки	Запатентований настінний пристрій	Тривимірне зображення зверху і боків кисті	Висота і ширина кісток і суглобів кисті і пальців
Відбиток пальця	Периферійний пристрій настільного комп'ютера, карта стандарту PC card, миша, мікросхема або зчитувальний пристрій, вбудований в клавіатуру	Зображення відбитку пальців (оптичне, на кремнієвому фотоприймачі, ультразвукове, або безконтактне)	Розташування і напрям гребінчастих виступів і розгалужень на відбитку пальців, дрібні деталі
Особливості малюнка сітківки ока	Запатентований настільний або настінний пристрій	Зображення сітківки	Розташування кровоносних судин на сітківці
Райдужна оболонка ока	Відеокамера, здатна працювати в інфрачервоному діапазоні, камера для ПК	Чорно-біле зображення райдужної оболонки ока	Смужки і борозенки на райдужній оболонці ока
Портрет обличчя	Відеокамера, камера для ПК, фотоапарат	Зображення особи (оптичне або теплове)	Відносне розташування і форма носа, розташування скул

На етапі розробки знаходяться технології аутентифікації, які полягають у порівнянні ДНК (найбільш точна на сьогодні технологія біометричної аутентифікації), аналізі відбитку долоні (проводиться аналіз розміщення ліній на долоні людини), оцінюванні параметрів судинних рисунків (аналіз розміщення вен на поверхні різних частин тіла людини), аналізі сигналів, що є результатом роботи серця, мозку, шкірно-гальванічні проби тощо [7].

Метод аутентифікації за результатами розпізнання форми кисті руки ґрунтується на розпізнаванні геометрії кисті руки. Отримані дані використовують для виокремлення інформації, за якою проводиться однозначна ідентифікація особи.

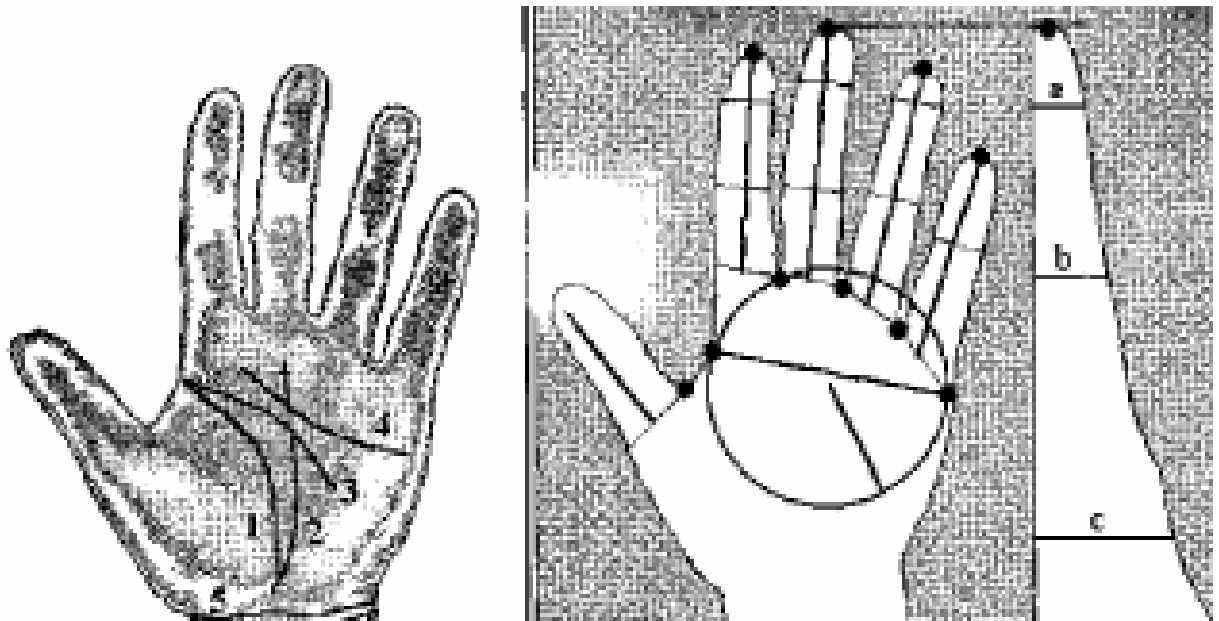


Рис. 1.1. Рисунок долоні [9]

На рис. 1.1 зображено вигляд рури та рисунок характеристичних ліній долоні, що складається з ряду основних ліній та характеристичних точок. Інформативними ознаками при цьому є: розміри долоні, розміри пальців, тощо [7].

Метод аутентифікації за рисунком відбитків пальців. Рисунок відбитка пальця являє собою образ рисунка папілярних ліній. Анатомічно ці лінії є виступами епідермісу на пальцях, долонях рук тощо [8].

Для отримання рисунка застосовуються спеціальні контактні або безконтактні сканери, а на рисунку виділяються окремі характерні ознаки, які можуть бути використані для задачі аутентифікації особи. При цьому, зачасту в сучасних сканерах використовують для аутентифікації особи дві групи ознак рисунка відбитка пальців: кінцеві точки, в яких чітко обриваються виступи папілярних ліній, та ділянки їхнього розгалуження.

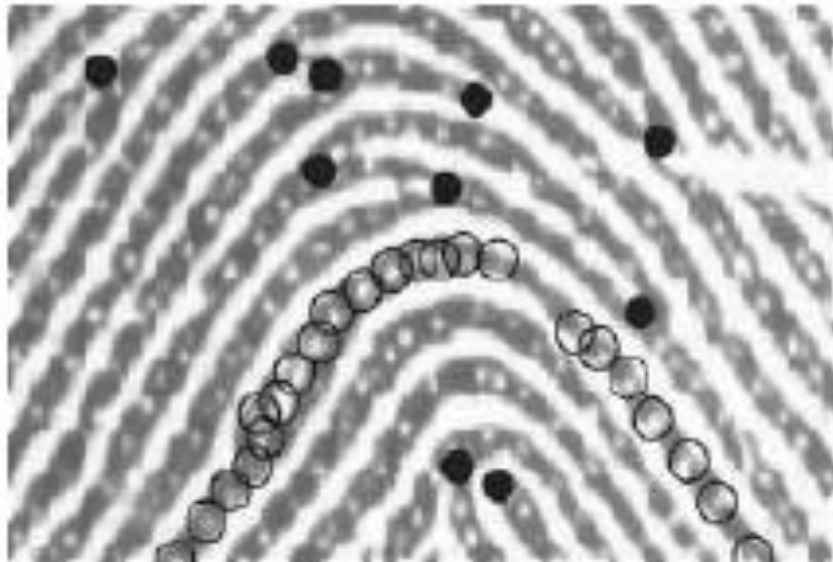


Рис. 1.2. Рисунок відбитків пальців з позначеними характерними точками [9]

Аутентифікація за параметрами райдужної оболонки ока. В якості фізіологічного параметра застосовується індивідуальність райдужної оболонки, що є круглою пластинкою з кришталиком в центрі [9].

Райдужна оболонка розміщена між рогівкою та кришталиком та виконує функцію природної діафрагми, яка регулює надходження світла в око. Райдужна оболонка пігментована, і саме кількість пігменту визначає колір очей людини [10].

Завдяки своєму розташуванню райдужна оболонка є досить захищеною частиною органу зору, що робить її прекрасним біометричним параметром [9].

Більшість сучасних систем аутентифікації за параметрами райдужної оболонки ока засновані на принципах, запропонованих в праці [11]. Процес аутентифікації особи за цією технологією включає в себе три основні етапи: отримання цифрового зображення райдужної оболонки ока, сегментація та параметризація зображення [9].

Процес аутентифікації починається з отримання цифрового зображення ока людини. Для цього використовують монохромну CCD камеру з



неяскравим підсвічуванням, яка чутлива до інфрачервоного випромінювання [9].

Метою сегментації є поділ зображення зовнішньої частини ока на окремі ділянки (сегменти). У процесі сегментації на отриманій фотографії насамперед знаходять райдужну оболонку, визначають внутрішню та зовнішню її границі [9].

Метою етапу параметризації є виділення контрольної області. До кожної точки обраної області застосовують спеціальні фільтри, зокрема фільтр Габора, для того, щоб отримати інформацію про фазову структуру. Перевагою фазової складової зображення є те, що вона не залежить від контрасту зображення і освітлення. В результаті виконання таких дій отримується шаблон райдужної оболонки, який підлягає порівнянню із іншими шаблонами, що знаходяться в базі даних системи аутентифікації.

Основні динамічні біометричні характеристики та способи їх технічної реалізації в системах аутентифікації користувачів наведено в табл. 1.3.

*Таблиця 1.3*

Основні динамічні біометричні характеристики та способи їх технічної реалізації в системах аутентифікації користувачів

Біометрична характеристика	Ресруючий пристрій	Зразок	Досліджувані риси
Голос	мікрофон, телефон	запис голосу	частота, модуляція і тривалість голосового образу
Підпис	планшет для підпису, перо для введення даних	зображення підпису і значення відповідних динамічних вимірів	швидкість, порядок ліній, тиск і зовнішній вигляд підпису
Динаміка натискання клавіш	клавіатура	ритм машинопису	час затримки (проміжок часу, протягом якого користувач утримує конкретну клавішу) час «польоту» (проміжок часу, який потрібний користувачеві для переходу з однієї клавіші на іншу)
Динаміка роботи з маніпулятором «миша»	маніпулятор «миша»	Образ характерної траєкторії	характерні точки траєкторії Та інші параметри траєкторії

Аутентифікація особи за параметрами голосу є особливо зручною в застосуванні. Однак найбільшим недоліком цього підходу є низька точність, пов'язана з мінливим фізіологічним станом голосового апарату, мінливим психо-емоційним станом тощо [11]. Так, якщо особа хворіє застудою, ларингітом, захрипністю процес аутентифікації може не дати позитивного результату. Однак, причинами широкого застосування таких систем є поширення телефонних мереж, наявність вбудованих в комп'ютери та інші повсякденні засоби мікрофонів. До недоліків слід віднести зовнішні та внутрішні фактори, що впливають на результати розпізнавання: завади в мікрофонах, фонове зашумлення навколишнього простору, помилки при вимовлянні контрольних фраз, мінливий емоційний стан, що проявляється в мінливостях параметрів тембру голосу, використання різних пристроїв реєстрації при записах еталонів та аутентифікації, завади в низькоякісних лініях передачі даних тощо [11].

Вибір параметрів голосового сигналу, які дали б можливість однозначно провести аутентифікацію особи, є одним із визначальних для цього методу [11]. Такі параметри повинні мати можливість простого та доступного їхнього вимірювання із застосуванням максимально доступних технічних засобів та бути нечутливими до впливів сторонніх чинників [11]. Також вони повинні бути інваріантними в часі [11].

Сьогодні ідентифікація за індивідуальними параметрами голосу застосовується для керування доступом до об'єктів середнього ступеня секретності, наприклад, до лабораторій чи складських приміщень виробничих компаній. Компанії T-Netix, ІТТ Nuance, Veritel є лідерами в розробці таких систем [11]. В системі фірми Texas Instruments (TI) паролі складалися з 4-слівної пропозиції, причому кожне слово було односкладовим. Час аутентифікації становив 5,3 с. Для запобігання використанню зімітованого чи записаного голосу, що вимовляє пароль, така система генерувала комбінації слів для пароля в довільній послідовності. Загальний час перевірки на КПП

становив 15 секунд на одну людину. Для чотирьох пральних фраз помилка 1-го роду склала 0,3%, 2-го роду - 1%.

Ідентифікація за динамікою рукописного підпису включає в себе ідентифікацію користувача за слідом пера автографа та ідентифікацію автора за динамікою руху пера при введенні підпису [9].

У традиційних системах контролю доступу власне доступ здійснюється за допомогою паролів [9]. Якщо парольну фразу зробити більшою, то при наборі такої фрази можна простежити певний так званий клавіатурний почерк, який буде індивідуальним та характерним для окремого користувача [9].

Комбінована (мультимодальна) біометрична система аутентифікації застосовує різні доповнення для використання декількох типів біометричних характеристик, що дозволяє з'єднати в одну декілька типів біометричних технологій в системах аутентифікації. Це дозволяє задовольнити найжорсткіші вимоги до ефективності системи аутентифікації. Наприклад, аутентифікація за відбитками пальців може легко поєднуватися зі скануванням руки. Така структура може використовувати всі види біометричних даних людини і може застосовуватися там, де доводиться форсувати обмеження однієї біометричної характеристики. Комбіновані системи є більш надійними з точки зору можливості імітації біометричних даних людини, так як важче підробити цілий ряд характеристик, ніж фальсифікувати один біометричний параметр.

### 1.3 Задача ідентифікації особи за відбитками пальців

Відповідно до проведеного аналізу метод аутентифікації особи за відбитками пальців є оптимальним з точки зору точності аутентифікації та вартості технічної реалізації системи контролю доступу, яка функціонувала б на основі такого методу. Однак, на саму точність аутентифікації можуть впливати зовнішні та внутрішні фактори, зокрема це стан поверхні шкіри на

кінчиках пальців, травми, опіки, різного роду пошкодження, забруднення тощо, а також неможливість забезпечення однакової сили притиснення пальців до поверхні сканерів відбитків, неоднакова орієнтація положення пальців на поверхні сканера тощо. Тому актуальним є удосконалення методів попередньої підготовки відсканованих рисунків відбитків пальців до наступного виявлення глобальних та локальних ознак таких рисунків при незмінності технічних параметрів сканерів відбитків пальців, оскільки вирішення другої задачі є значно дорожчим. Тому необхідно провести аналіз методів покращення якості зображень рисунків відбитків пальців на попередніх етапах аутентифікації особи та обґрунтувати вибір тих методів, які в перспективі дадуть найкращі результати.

#### 1.4 Висновки до розділу 1

Під аутентифікацією розуміють послідовність дій, спрямованих на перевірку автентичності особи. Найперспективнішими сьогодні вважаються біометричні методи аутентифікації, які забезпечують практично 100 відсоткову ідентифікацію. До таких методів належать методи ідентифікації особи за рисунком райдужної оболонки ока, сітківки ока, рисунком відбитка долоні, формами вух, параметрами інфрачервоного зображення капілярних судин, за почерком, запахом, за параметрами голосу тощо.

Серед зазначених методів найперспективнішим в плані точності та вартості реалізації є метод аутентифікації за відбитками пальців.

Однак, на саму точність аутентифікації можуть впливати зовнішні та внутрішні фактори, зокрема це стан поверхні шкіри на кінчиках пальців, травми, опіки, різного роду пошкодження, забруднення тощо, а також неможливість забезпечення однакової сили притиснення пальців до поверхні сканерів відбитків, неоднакова орієнтація положення пальців на поверхні сканера тощо. Тому актуальним є удосконалення методів попередньої

підготовки відсканованих рисунків відбитків пальців до наступного виявлення глобальних та локальних ознак таких рисунків при незмінності технічних параметрів сканерів відбитків пальців.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОД АУТЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИ ЗА РИСУНКОМ ВІДБИТКІВ ПАЛЬЦІВ

#### 2.1 Основи методу аутентифікації особи за рисунку відбитків пальців

Поширеною областю застосування методу аутентифікації особи за відбитками пальців є дактилоскопія [12-14], що ґрунтується на припущенні про неповторність та незмінність впродовж життя людини рисунка відпечатків її пальців. При цьому, попри широке практичне використання, таке припущення не має достатнього наукового обґрунтування, як і загальної теорії, яка однозначно і обґрунтовано підтверджувала це припущення. Однак, практичні дані, які підтверджували факт наявності однакових відпечатків пальців у різних осіб, є відсутні або факт однаковості є суперечливим [12]. Тому метод аутентифікації за відбитками вважається надійним в області криміналістики.

Для задачі аутентифікації особи на рисунку відбитка виділяють типи ознак, які є індивідуальними і придатні для ідентифікації особи. Сьогодні, використовують два основні типи ознак, а саме локальні та глобальні [12].

Перший тип ознак можна побачити неозброєним оком, і вони визначаються структурою папілярного рисунка. На цьому рисунку виділяють фрагмент, в якому зосереджені глобальні ознаки [12]. До інформативних ознак належать центр рисунка, дельта, параметри ліній, кількості ліній. Центром рисунка є точка на рисунку, зосереджена максимально по середині самого рисунка або його фрагмента. Дельтою називають місце поділу або об'єднання складових папілярних ліній. До типів ліній відносять найбільші лінії рисунка, які можуть починатись у вигляді двох паралелей, розходитися і огинати область фрагмента [12].

Для класифікації рисунків використовують певні спільні для окремих груп рисунків параметри. Так, виділяють рисунки типу арки, петлі, дельти або дуги. Деякі приклади типів рисунків наведені на рис. 2.1.

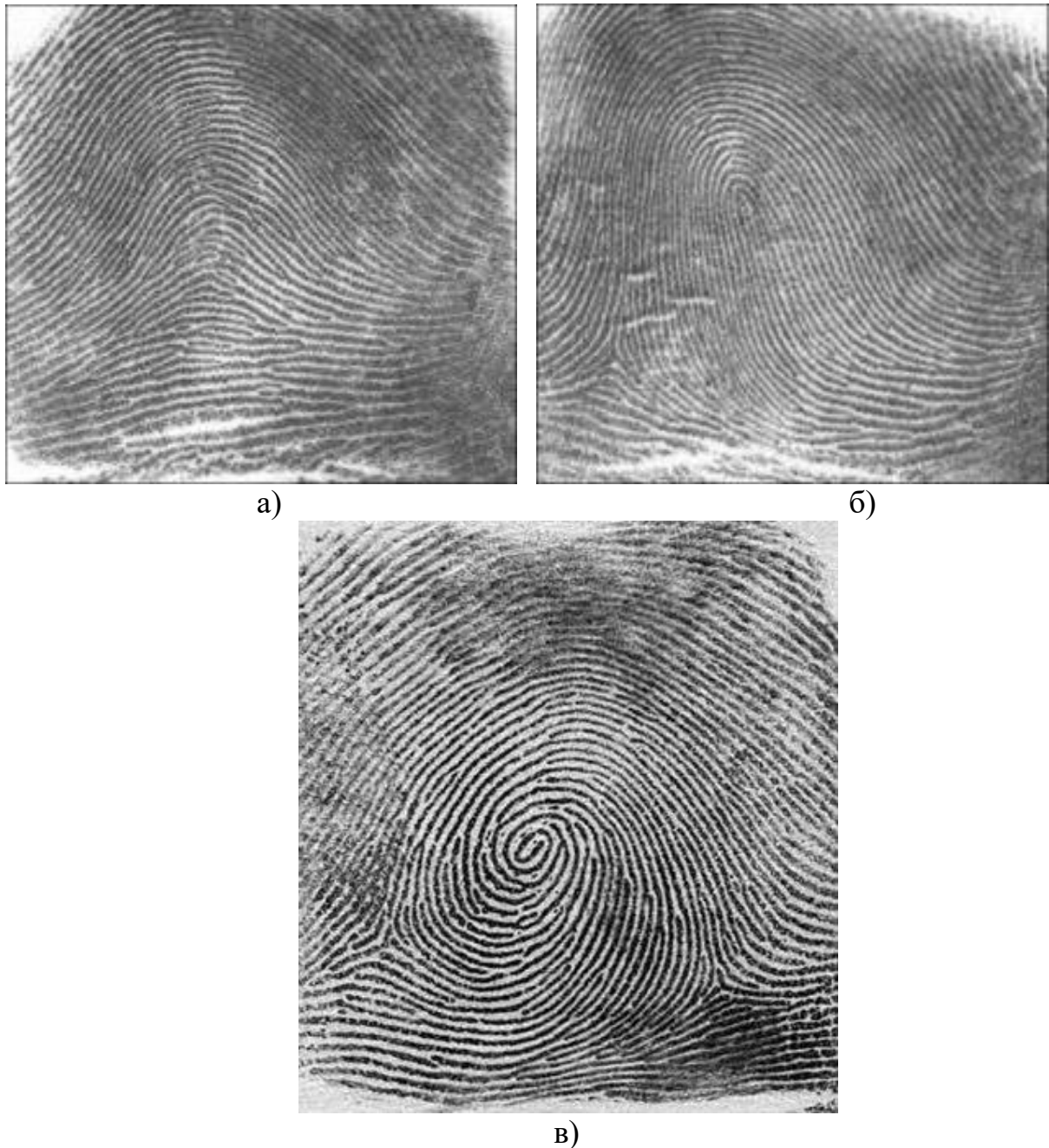


Рис. 2.1. Деякі типи папілярних рисунків: а) – арка; б) петля; в) завитка [12]

Іншим типом ознак папілярного рисунка є локальні ознаки, які ще називають мінуціями [12], або особливими точками. Вони є певними

унікальними ознаками, індивідуальними для кожного окремого рисунка, що визначають ділянки зміни структури папілярних ліній. Сюди належать ознаки типу закінчення лінії, роздвоєння або розриву лінії, згину, орієнтація ліній, координати точок зміни у структурі ліній тощо. Деякі типи мінуцій наведені на рис. 2.2.

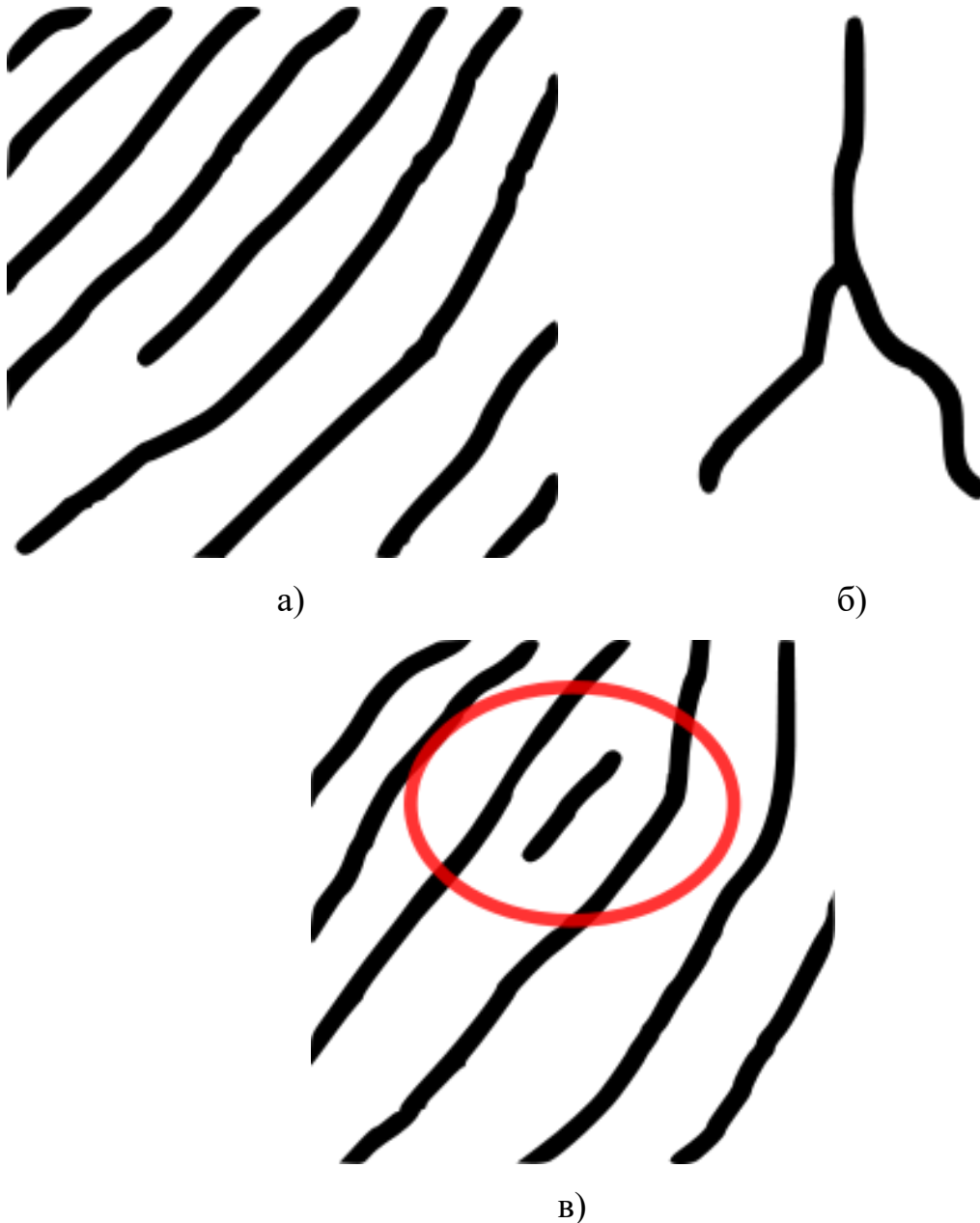


Рис. 2.2. Деякі типи міну цій: а) закінчення; б) розгалуження; в) острівець [12]



Часто на практиці стаються випадки, коли для різних людей глобальні ознаки їх рисунків відпечатків пальців є подібними або однаковими [12]. Однак практично неможливою є ситуація однаковості і локальних ознак. Тому перші ознаки застосовують для поділу дактилоскопічної бази даних відбитків на класи, а аутентифікація виконується на основі другого типу ознак в межах класу рисунка за глобальними ознаками.

## 2.2 Аналіз стандартів аутентифікації осіб за відбитками пальців

На сьогодні найпоширенішими є стандарти ANSI і ФБР США [12]. Ці стандарти визначають певні вимоги до рисунка відбитка пальця, зокрема:

- кожен рисунок подається у форматі TIF без додаткової компресії;
- роздільна здатність не повинна бути нижчою за 600 dpi;
- рисунок повинен бути напівтоновим;
- основними типами локальних ознак, що підлягають аналізу, є закінчення і роздвоєння.

## 2.3 Особливості проведення порівняння рисунків відбитків пальців за локальними ознаками

Для проведення аутентифікації особи системами контролю доступу виконується порівняння отриманого в процесі поточної аутентифікації рисунка відбитка пальців із раніше отриманим та збереженим в базі даних системи. Саме порівняння проходить в декілька етапів. Першим етапом є етап отримання самого зображення рисунка з допомогою спеціальних сканерів та оцифрування його. Наступним етапом є етап покращення якості отриманого зображення рисунка із підвищенням чіткості самого рисунка для можливості кращого наступного розрізнення переходів між папілярними лініями.

На наступному етапі проводиться оцінювання орієнтації папілярних ліній на рисунку відбитка пальця. При цьому рисунок розбивається на окремі квадратні блоки і за градієнтами яскравості в межах цих блоків обчислюється кут орієнтації.

На наступному етапі обробки відбувається перетворення зображення рисунка до чорно-білого типу.

Дальше виконується потоншення ліній рисунка із застосуванням спеціальних фільтрів.

На наступному етапі відбувається виділення та ідентифікація окремих локальних ознак. Координати виявлених ознак і кути їхньої орієнтації записуються в вектор, який приймається за еталон і запам'ятовується базою даних. При аутентифікації отриманий вектор однозначно визначає поточний рисунок відбитка.

І на останньому етапі відбувається порівняння локальних ознак еталонного та поточного рисунків відбитка пальців. При цьому, два рисунки відбитків одного пальця можуть різнитися один від одного величиною кута повороту, зсувом, зміною масштабу рисунка тощо, залежно від сили притискання пальця до поверхні сканера чи кута орієнтації пальця при отриманні рисунка відбитка тощо. Відповідно, неможливо однозначно провести аутентифікацію особи за результатами простого порівняння двох рисунків відбитків пальців. Тому процес порівняння проводиться для кожної окремої локальної ознаки.

При реєстрації визначаються такі параметри, як кут повороту рисунка, масштаб і зсув, при яких окрема локальна ознака одного вектора значень співпадає або є близькою до ознаки з іншого вектора значень.

Оцінювання степені подібності двох рисунків відбитків проводиться за виразом [12]:

$$K = \frac{R^2}{qf} 100\%$$

де  $R$  – кількість локальних ознак, які співпали,  $q$  – кількість локальних ознак еталонного рисунка,  $f$  – кількість локальних ознак поточного рисунка відбитка пальця. У випадку, коли результат перевищує певне значення (встановлений поріг відповідності), рисунки відбитків вважаються ідентичними.

#### 2.4 Методи опрацювання рисунків відбитків пальців

На етапі порівняння рисунків відбитків пальців поширеним сьогодні є застосування двох методів, а саме кореляційний і за локальними ознаками. Перший спосіб полягає в накладанні кожного отриманого рисунка відбитка на еталонний і оцінювання степені кореляції між ними за кожним окремим пікселем. Однак попри низьку вимогу до якості зображень необхідним є забезпечення значних об'ємів пам'яті для зберігання даних порівняння. Іншим, більш перспективним є застосування методу порівняння за параметрами локальних ознак. Алгоритми такого методу порівняння є найбільш поширеними, однак вимогою до якості роботи такого методу є підвищена якість рисунка відбитка пальця, досягти якої шляхом простого сканування важко і необхідно застосовувати додаткові методи обробки отримуваних зображень для кращої диференціації локальних ознак рисунка і наступної аутентифікації особи. Розглянемо методи цифрової обробки зображень, які можуть покращити точність аутентифікації особи.

#### 2.5 Методи цифрової обробки зображень при опрацюванні рисунків відбитків пальців

Під цифровою обробкою зображень в загальному випадку розуміють використання комп'ютерних алгоритмів для обробки таких цифрових зображень [15,16]. Цифрова обробка зображення дає можливість застосувати

більш складні алгоритми. Цифрова обробка зображення є єдиною практичною технологією для: класифікації, виділення ознак, обробки зображень, розпізнавання образів тощо. Одним із етапів обробки зображень є фільтрація [15,16].

Під фільтрацією зображень розуміють певне їхнє перетворення за визначеними правилами [15,16]. Операції фільтрації зображень є основою методів цифрової обробки зображень та визначальними для задач розпізнавання образів. Проаналізуємо деякі методи фільтрації зображень типи та принципи роботи фільтрів, що при цьому застосовуються.

Метод так званої гомоморфної фільтрації являє собою метод цифрової обробки сигналів і зображень із застосуванням особливостей нелінійного відображення в інші простори, де може бути застосована теорія лінійних фільтрів, і відображена назад у вихідний простір.

Часто гомоморфна фільтрація застосовується для редагування зображень. При цьому, покращення якості полягає в нормалізації яскравості зображення та покращенні його контрастності. Яскравість, при цьому, вважається низькочастотною складовою зображення, оскільки освітленість змінюється в просторі не швидко, а саме зображення можна вважати більш високочастотним сигналом. Шляхом гомоморфного опрацювання задачу нелінійної фільтрації можна звести до лінійної. Для цього береться логарифм від добутку зображень. Такий логарифм буде рівний сумі логарифмів множників. Далше до отриманого результуючого зображення застосовується лінійний фільтр високих частот, а потім, для повернення до вихідного масштабу, обчислюється експонента.

Гомоморфні фільтри ефективно використовуються для видалення мультиплікативних шумів/завад на зображеннях.

Група лінійних фільтрів функціонує на основі досить простого математичного апарату. Розглянемо наступний приклад роботи лінійних фільтрів. Нехай маємо вихідне напівтонування  $A$ , а інтенсивності його

пікселів  $A(x,y)$ . Лінійний фільтр буде визначатися ядром  $h$ , що заданий на растрі. Використовуючи функцію зваженого підсумовування чи згортки проводиться сама фільтрація [15]:

$$B(x, y) = h(i, j) \otimes A(x, y) = \sum_i \sum_j h(i, j) A(x-i, y-j).$$

Результатом служить зображення  $B$ . Зазвичай ядро фільтра є відмінним від нуля тільки в деякому околі  $N$  точки  $(0, 0)$ . За межами цього околу  $h(i, j)$  рівне або близьке до 0 [15].

Згладжуючі фільтри. В цьому випадку можна застосовувати прямокутні фільтри з радіусом  $r$ , що задається матрицею, значення якої є рівними  $1/(2r + 1)^2$ , а сума усіх можливих значень є рівна 1. При такому способі фільтрації окремі значення пікселів являтимуть собою середні значення пікселів в межах квадрата з розмірами  $2r+1$ . Маска такого фільтра розміром  $3 \times 3$  може мати наступний вигляд:

$$M_1^{\text{low}} = \frac{1}{9} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Окремим способом застосування фільтрів є шумоподавлення [15,16]. Рівень шуму або його вклад в інтенсивність значення кожного пікселя зображення змінюється незалежно і, якщо припустити рівність 0 математичного сподівання значення шуму, то при сумуванні значення шумів сусідніх пікселів будуть взаємокомпенсувати один одного.

Методу шумоподавлення з використанням прямокутного фільтра притаманний основний недолік, який полягає в тому, що всі пікселі в масці фільтра будуть однаково впливати на результат, незалежно від відстані до пікселя, обробка якого проводиться.

Більш ефективним шумоподавлення буде тоді, коли зі збільшенням

відстані до пікселя, який опрацьовується, вплив на результат пікселів маски буде зменшуватися. Цією властивістю володіє гаусівський фільтр з ядром:  $h(i, j) = (1/2\pi\sigma^2) \exp(-(i^2+j^2)/2\sigma^2)$ .

Гаусівська фільтрація також є згладжуючою [15,16]. Однак, на відміну від прямокутного фільтра, образом точки при гаусівській фільтрації буде симетрична розмита область.

Контрастопідвищуючі фільтри [15,16]. Якщо згладжуючі фільтри призводять до зменшення локальної контрастності зображення, то контрастопідвищуючі фільтри діють протилежно. Контрастопідвищуючими є фільтри з ядром:

$$M_1^{\text{contr}} = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}, \quad M_2^{\text{contr}} = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 9 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix}.$$

Ефект підвищення контрасту досягається наступним чином. Фільтрація дає можливість підсилити різницю в інтенсивностях пікселів, які розташовані поруч, віддаляючи ці інтенсивності одна від одної. Цей ефект буде тим сильнішим, чим більше значення центрального члена ядра. Характерним артефактом лінійної контрастопідвищуючої фільтрації є помітні світлі і менш помітні темні ореоли навколо границь зображення.

Різницеві фільтри [15] є лінійними фільтрами, що задаються дискретними апроксимаціями диференціальних операторів.

Поширеним також є застосування фільтрів Прюїта і Собеля [15]:

$$M_1^{\text{prewitt}} = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad M_1^{\text{sobel}} = \frac{1}{4} \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

В фільтрі Собеля використовується вісім значень яскравості в околах центральної точки [15,16]:

$$G(x, y) = \sqrt{G_{x,y}^2 + G_{y,x}^2}, \quad G(x, y) \cong |G_{x,y} + G_{y,x}|,$$

$$G_{x,y} = [A_{x-1,y-1} + 2A_{x-1,y} + A_{x-1,y+1}] - [A_{x+1,y-1} + 2A_{x+1,y} + A_{x+1,y+1}],$$

$$G_{y,x} = [A_{x-1,y-1} + 2A_{x,y-1} + A_{x+1,y-1}] - [A_{x-1,y+1} + 2A_{x,y+1} + A_{x+1,y+1}].$$

Також фільтр Собеля дає можливість визначати напрямок вектора градієнта в площині аналізу зображення у вигляді кута  $\varphi$  між вектором градієнта і напрямком рядків матриці:

$$\varphi(x, y) = \operatorname{arctg}(G_{y,x} / G_{x,y}).$$

В результаті застосування дискретного Лапласіана значні значення яскравості рівноцінні вертикальним і горизонтальним перепадам. При цьому такий фільтр дає можливість оцінювати межі будь-якої орієнтації. Задача оцінювання меж на зображенні може бути вирішена шляхом застосування цього фільтра із наступним відшукуванням пікселів, значення яких виходять за межі встановленого порога.

Однак цьому алгоритму притаманні деякі недоліки, пов'язані з задачею вибору величини такого порога та підвищеною чутливістю фільтра до шумів зображення.

Кращі результати дає двовимірна циклічна згортка [15,16], яка є застосовною шляхом залучення алгоритмів швидкого перетворення Фур'є і перемноженням двовимірних спектрів зображення і ядра фільтра. Така згортка є циклічною.

Нелінійні фільтри [15,16]. В області ЦОЗ поширеними є алгоритми нелінійної фільтрації, що ґрунтуються на ранговій статистиці для задачі опрацювання пошкоджених зображень з метою їхнього відновлення. Такі фільтри унеможливають появу додаткових спотворень в процесі усунення шумів із зображень та дозволяють покращити результати опрацювання

фільтрами сильно зашумлених зображень.

До найпоширеніших типів нелінійних фільтрів, що застосовуються в області опрацювання зображень, належать так звані порогові і медіанні фільтри. Розглянемо їх детальніше.

Процес порогової фільтрації може бути заданий наступним чином:

$$B(x, y) = \begin{cases} A(x, y), & A(x, y) - m_N N \leq p \\ m_N, & A(x, y) - m_N N > p \end{cases}$$

де параметр  $P$  називається порогом фільтрації. В тих випадках, коли значення центральної точки фільтра є більшим за середнє значення відліків  $m_N$  на величину порога, ця точка замінюється таким середнім значенням.

Медіанний фільтр є один із видів цифрових фільтрів та застосовується для ефективного зниження рівня шумів на зображеннях. Такий фільтр являє собою так званий нелінійний КІХ-фільтр, тобто фільтр із кінцевою імпульсною характеристикою.

В процесі фільтрації зображень таким фільтром значення відліків всередині вікна фільтра ранжуються в порядку зростання або спадання і ті значення, які знаходяться в середині таких впорядкованих послідовностей (матриць), надходить на вихід фільтра. У разі парного числа відліків у вікні вихідне значення фільтра буде рівне середньому значенню двох відліків в середині впорядкованої послідовності (матриці). Таке ковзне вікно, в межах якого проводиться фільтрація, зсувається вздовж фільтрованого зображення чи сигналу і обчислення щоразу повторюються.

Застосування медіанного фільтра є особливо ефективним при обробці сигналів чи зображень, які підлягають впливам імпульсних перешкод [15,16].

Медіанна фільтрація [15,16] визначається наступним чином:

$$B(x, y) = \text{med} \{M(x, y)\},$$



Застосування медіанних фільтрів дає можливість видаляти із зображень шуми, що чинять незалежні впливи на окремі пік селі зображення.

Фільтри екстремумів визначаються наступним чином:

$$V_{\min}(x, y) = \min \{M(x, y)\},$$

$$V_{\max}(x, y) = \max \{M(x, y)\},$$

тобто результат фільтрації є мінімальне і максимальне значення пікселів в масці фільтра. Застосовуються такі фільтри, як правило, для бінарних зображень [15,16].

Іншим специфічним типом фільтрів є так званий фільтр Габора. Цей фільтр належить до групи лінійних фільтрів з імпульсною перехідною характеристикою, що являє собою добуток Гаусіана та гармонійної функції. При цифровій обробці зображень цей фільтр застосовується для розпізнавання меж об'єктів. А оскільки визначальним на початкових етапах опрацювання зображень відбитків пальців є якраз забезпечення надійного виявлення меж локальних ознак, застосування фільтрів Габора є особливо перспективним.

## 2.6 Висновки до розділу 2

Для задачі аутентифікації особи на рисунку відбитка пальця виділяють типи ознак, які є індивідуальними і придатні для ідентифікації особи. Сьогодні, використовують два основні типи ознак, а саме локальні та глобальні.

Проаналізовано особливості проведення порівняння рисунків відбитків пальців за локальними ознаками.

Проаналізовано методи опрацювання зображень рисунків відбитків пальців, зокрема методи фільтрації, що ґрунтуються на застосуванні лінійних

фільтрів, згладжуючих фільтрів, контрастопідвищуючих фільтрів, різницевих фільтрів та нелінійних фільтрів, зокрема порогових та медіанних.

Показано перспективи застосування до фільтрації зображень рисунків відбитків пальців фільтрів Габора.

### РОЗДІЛ 3

## МЕТОД ОПТИМІЗАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ РИСУНКІВ ВІДБИТКІВ ПАЛЬЦІВ

### 3.1 Перетворення Габора

Як згадувалось вище, доцільним є застосування до опрацювання рисунків відбитків пальців фільтрів Габора, в основі роботи яких лежить однойменне перетворення Габора. Розглянемо основи цих перетворень детальніше. Воно є поширенням ідей перетворення Фур'є із деякими відмінностями. Нехай задано функцію  $f$ , тоді перетворення Фур'є для цієї функції буде наступним [17]:

$$\hat{f}(\omega) = \int_{\mathbb{R}} e^{-i\omega t} f(t) dt$$

Перетворення Фур'є дає частотну інформацію, що міститься в сигналі, тобто показує, який зміст кожної частоти в сигналі. Інтеграл береться від  $-\infty$  до  $+\infty$  по всій часовій осі. Час виникнення конкретної частоти враховується, так як для перетворення Фур'є її внесок буде рівнозначним незалежно від її протяжності.

Із сказаного можна зробити висновок, що перетворення Фур'є непридатне для аналізу нестационарних сигналів. Винятком є випадок, коли враховується лише частотна інформація, а час існування спектральних складових не має значення. Для виправлення цих недоліків може бути використане перетворення Габора [17-20]. Нехай маємо:

$$g_{\alpha}(t) = \frac{1}{2\sqrt{\pi\alpha}} e^{-\frac{t^2}{4\alpha}},$$

де  $\alpha$  – фіксований параметр.

Функція  $g_{\alpha}$  означається як часове вікно.

Перетворення Габора функції  $f$  описується виразом [17]:

$$(\Gamma^{\alpha} f)(\omega, b) = \int_{\mathbb{R}} \left( e^{-i\omega t} f(t) \right) g_{\alpha}(t - b) dt$$

де  $b$  – параметр, який використовується для зсуву вікна.

Перетворення Габора локалізує перетворення Фур'є навколо точки  $t = b$ .

### 3.2 Застосування фільтра Габора до опрацювання зображень

Через властивість рівнозначності згортки в часовій області множенню в частотній області, перетворення Фур'є імпульсної функції передачі фільтра Габора є згорткою перетворення Фур'є так званого гаусіана та гармонійної функції [17-20].

Фільтри Габора безпосередньо пов'язані з вейвлетами Габора [17-20]. Простір Габора застосовується області опрацювання зображень, та добре себе зарекомендував для опрацювання зображень в біометричних системах контролю доступу. Він також застосовується в процесі підготовки зображень відбитків пальців для виділення їхніх структурних елементів [18].

Для побудови одновимірного фільтра Габора застосовується формула [17]:

$$G(x) = \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right) \cdot \cos(2\pi\theta x),$$

де  $\sigma$  – стандартне відхилення гаусового ядра, що визначає амплітуду функції;  $\theta$  – частота коливань.

Чим більше значення  $\sigma$ , тим більш пологий вигляд прийме функція, і навпаки, чим менше значення, тим більш гострий пік вийде в результаті побудови графіка функції.

Частота коливань визначається як

$$\theta = \frac{1}{T},$$

де  $T$  – період функції косинуса.

Просторовий фільтр Габора для двовимірних зображень [18].

Формула функції Габора виглядає наступним чином:

$$g(x, y) = s(x, y) \cdot w_r(x, y),$$

де  $s(x, y)$  – комплексна синусоїда, а  $w_r(x, y)$  – огибаюча Гауса для двовимірного простору.

Комплексна синусоїда означається наступним чином [17]:

$$s(x, y) = \exp\left(j\left(2\pi(u_0x + v_0y) + P\right)\right),$$

де  $(u_0, v_0)$  і  $P$  визначаються як просторова частота і фаза синусоїди.

Можна уявити синусоїду як дві дійсні функції, розташовані в дійсній та уявній частинах комплексної функції.

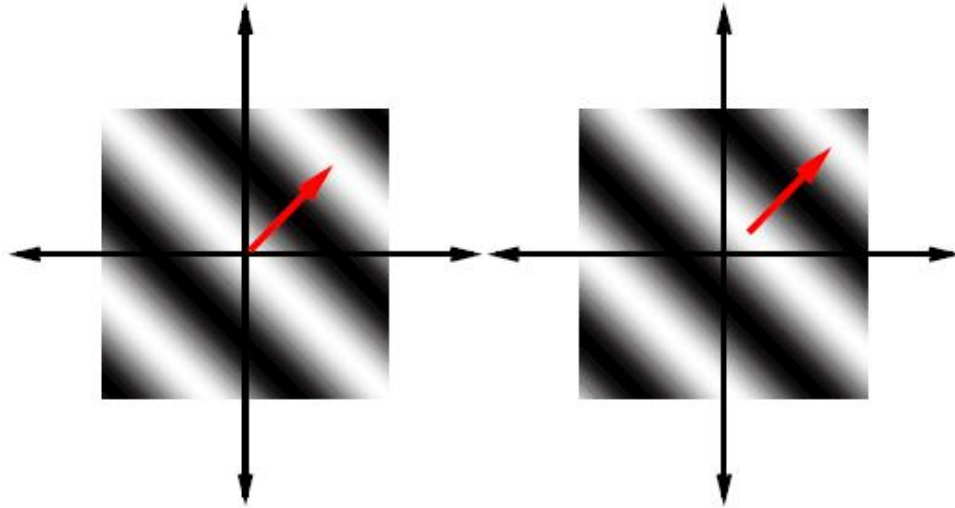


Рис. 3.1. Дійсна і уявна частина комплексної синусоїди з параметрами:  
 $u_0 = v_0 = 1/80$ ,  $P = 0$

Дійсна і уявна частини синусоїди мають вигляд:

$$\operatorname{Re}(s(x, y)) = \cos(2\pi(u_0x + v_0y) + P)$$

$$\operatorname{Im}(s(x, y)) = \sin(2\pi(u_0x + v_0y) + P)$$

Параметри  $u_0, v_0$  визначають частоту синусоїди в декартових координатах.

Огинаюча Гауса має вигляд [17]:

$$w_r(x, y) = K \cdot \exp\left(-\pi\left(a^2(x-x_0)_r^2 + b^2(y-y_0)_r^2\right)\right),$$

де  $(x_0, y_0)$  - координати максимуму функції,  $a$  і  $b$  скалярні параметри Гаусіана, індекс, що позначає операцію обертання, такий, що:

$$(x-x_0)_r = (x-x_0)\cos\theta + (y-y_0)\sin\theta$$

$$(y-y_0)_r = -(x-x_0)\sin\theta + (y-y_0)\cos\theta.$$

Комплексна функція Габора визначається наступними 9 параметрами [17]:

$K$  - вагова величина обвідної Гауса

$(a, b)$  - вагові величини обвідної, розподілені по осях

$\theta$  - кут обертання обвідної Гауса

$(x_0, y_0)$  - координати піку обвідної Гауса

$(u_0, v_0)$  - просторові частоти комплексної синусоїди

$P$  - фаза комплексної синусоїди

Кожна комплексна функція Габора складається з двох частин, що розташовані в дійсній та уявній частинах функції (Рис. 3.2).

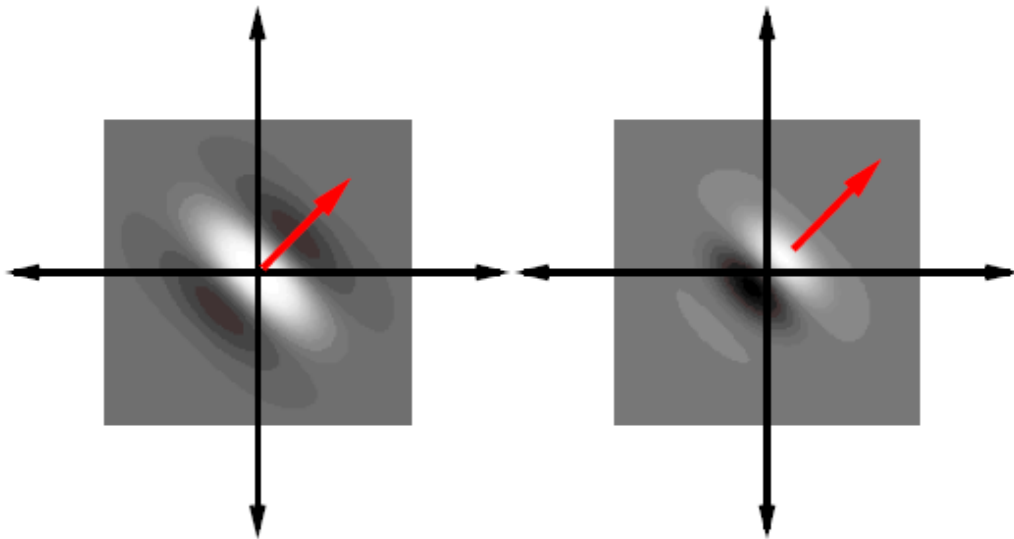


Рис. 3.2. Дійсна і уявна частина комплексної функції Габора.

Таким чином, функція Габора має вигляд:

$$g(x, y) = K \cdot \exp\left(-\pi\left(a^2(x-x_0)_r^2 + b^2(y-y_0)_r^2\right)\right) \cdot \exp\left(j\left(2\pi(u_0x + v_0y) + P\right)\right)$$

Для побудови двовимірного фільтра Габора застосовується формула

$$G(x, y) = \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[ \frac{x_\phi^2}{\delta_x^2} + \frac{y_\phi^2}{\delta_y^2} \right] \right\} \cos(2\pi\theta x_\phi),$$

де  $x_\phi = x \cdot \cos(\phi) + y \cdot \sin(\phi)$ ,  $y_\phi = -x \cdot \sin(\phi) + y \cdot \cos(\phi)$ ;  $\delta_x$  і  $\delta_y$  - стандартні відхилення Гаусового ядра по осях відповідно, визначає розтягнутість фільтра по осях;  $\theta$  - частотна модуляція фільтра;  $\phi$  - просторовий напрям фільтра, що визначає орієнтацію фільтра щодо осей  $x$  і  $y$ .

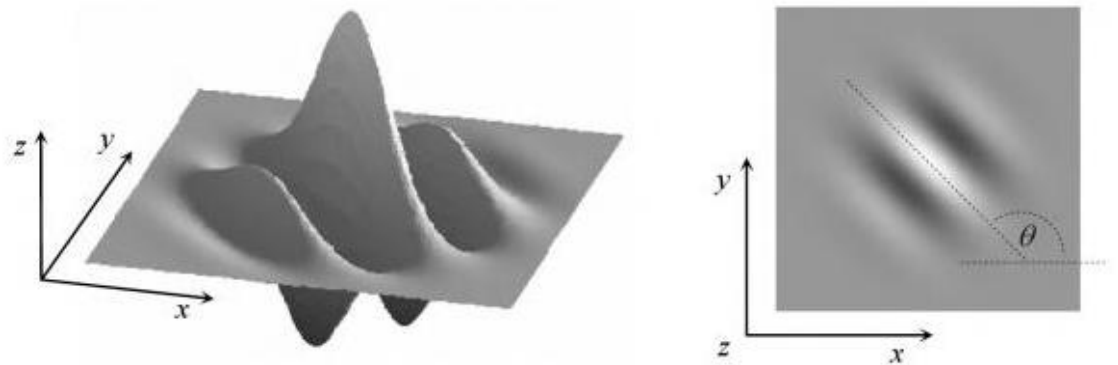


Рис. 3.3. Графічне представлення фільтра Габора (візуалізація двомірного фільтра Габора в тривимірному просторі і приклад застосування фільтра з орієнтацією  $\theta$ )

Застосування фільтру Габора для двомірних зображень. Фільтр застосовується до пікселів виступів і западин образів папілярних ліній на зображеннях відбитків пальців.

$$H(i, j : \phi, f) = \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[ \frac{x_\phi^2}{\delta_x^2} + \frac{y_\phi^2}{\delta_y^2} \right] \right\} \cos(2\pi f x_\phi),$$

де  $x_\phi^2 = i \cdot \cos \phi + j \cdot \sin \phi$ ;  $y_\phi^2 = -i \cdot \sin \phi + j \cdot \cos \phi$ ;  $\phi$  - орієнтація фільтра Габора,  $f$  - частота, а  $\delta_x$  і  $\delta_y$  - просторові константи обвідної Гауса в напрямку осей  $x$  та  $y$ .



Для можливості практичного застосування Фільтра Габора необхідно знати ряд вихідних даних, таких, як напрямлення фільтра, частоту синусоїдальної площинної хвилі та середньоквадратичні відхилення обвідної Габора

### 3.3 Обробка двовимірного зображення фільтром Габора

Обробка зображення фільтром Габора досягається шляхом усереднення значень оброблюваного зображення за деякою областю в кожній точці. Відповідно, накладення фільтра Габора на зображення має вигляд:

$$I'(x, y) = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n I(x - \frac{n}{2} + i, y - \frac{n}{2} + j) \cdot G(i, j)$$

де: - інтенсивність вихідного зображення в точці ,

- інтенсивність нового зображення в точці - значення функції Габора, .

З формули Габора видно, що фільтр залежить від частоти і напрямку квазіперіодичної структури зображення. Тому перед застосуванням фільтра, необхідно побудувати частотне і орієнтаційне поля для поточного зображення. Зазвичай, для спрощення завдання розраховується середня частота зображення, яка вважається незмінною в кожній точці.

Для побудови поля напрямків може застосовуватися кілька способів, найбільш швидким з яких, є диференціальний метод, що дозволяє побудувати чотириградацийне поле напрямків.

Таким чином, маючи частоту і 4 напрямки, попередньо будуються 4 фільтри Габора – по одному на кожен напрямок. Після чого в кожній точці зображення обчислюється згортка фільтра із зображенням по певній гілці, що дає вихідне значення нового зображення.

Фільтр Габора ефективний при обробці зображень із структурною надлишковістю, що мають квазіперіодичні структури. До них відносяться дактилоскопічні зображення, зображення кристалогам і інтерферограм тощо.

### 3.4 Висновки до розділу 3

Проаналізовано можливості, що їх може дати застосування перетворення та фільтрів Габора до обробки зображень рисунків відбитків пальців.

Встановлено, що такий тип фільтрів залежить від частоти і напрямку квазіперіодичної структури зображення. Тому на початкових етапах фільтрації необхідною є побудова частотного та орієнтаційного полів для поточного зображення.

Фільтр Габора ефективний при обробці зображень із структурною надлишковістю, які мають квазіперіодичні структури. До таких зображень відносяться і зображення відбитків пальців.

## РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДУ  
БІОМЕТРИЧНОЇ АУТЕНТИФІКАЦІЇ ЗА ВІДБИТКАМИ ПАЛЬЦІВ

## 4.1 Алгоритм опрацювання рисунків відбитків пальців

Відповідно до наведених в попередніх розділах методів опрацювання рисунків відбитків пальців алгоритм роботи повинен включати в себе ряд етапів опрацювання, зокрема проводити нормалізацію рисунка, оцінювання просторової орієнтації рисунка, бінаризацію зображення та фільтрацію із застосуванням фільтра Габора.

Загальна структура процесу опрацювання наведена на рис. 4.1.

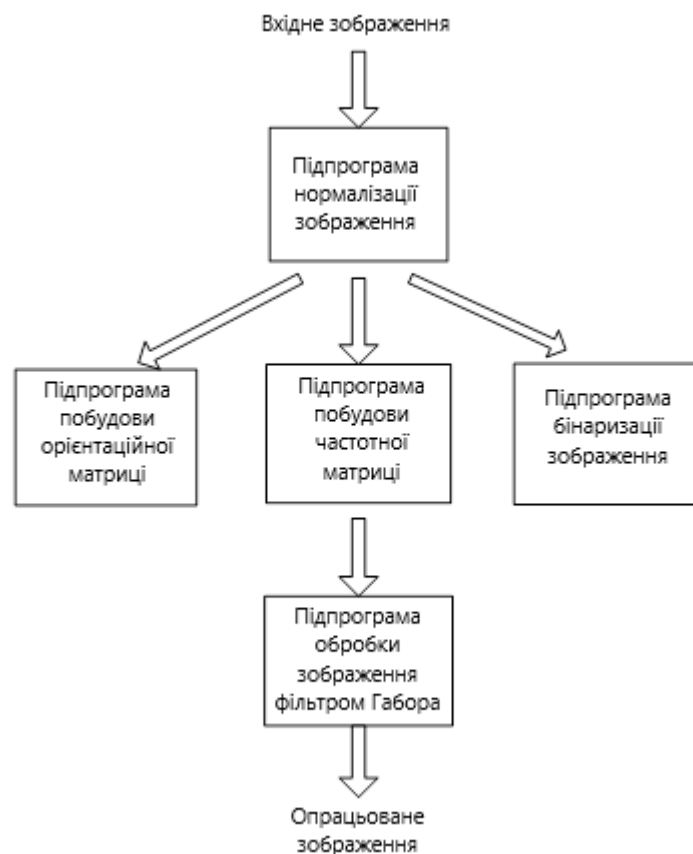


Рис. 4.1 Структурна схема опрацювання рисунків відбитків пальців

На рис. 4.2 наведено алгоритм опрацювання рисунків відбитків пальців.

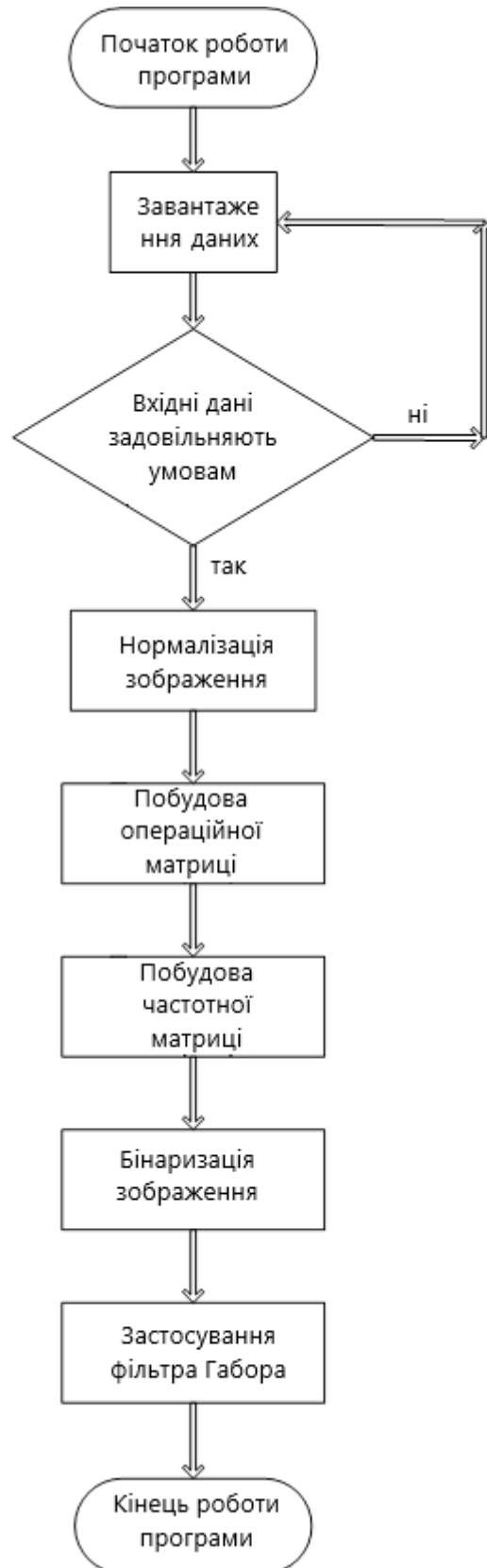


Рис 4.2 Алгоритм опрацювання рисунків відбитків пальців

Для опрацювання експериментально зареєстрованих рисунків відбитків пальців застосовано пакет прикладних програм Matlab. В цьому середовищі проведено опрацювання отриманих рисунків відповідно до етапу запропонованого алгоритму опрацювання

#### 4.2 Нормалізація зображення

Відповідно до запропонованого алгоритму вхідним для програми опрацювання є графічний 24-х бітний файл у форматі bmp. Для перетворення такого зображення в чорно-біле може бути використана функція `rgb2gray`.

У бібліотеці Matlab є спеціальна функція для обробки зображень, зокрема для їхньої нормалізації, а саме `imadjust`.

Текст програми реалізації процедури нормалізації зображення є наступним:

```
function [output_img] = normalisation (input_img)
output_img = rgb2gray (input_img);
output_img = imadjust (output_img);
end
```

Нижче наведено приклад вхідного і нормалізованого зображення.



Рис. 4.3 Вигляд вихідного рисунка відбитка пальця та нормалізованого рисунка

#### 4.3 Просторова орієнтація зображення

Орієнтаційні зображення будуються за градієнтами вихідного зображення. Градієнти знаходяться за допомогою застосування описаного в другому розділі роботи оператора Собеля. Оператор Собеля - це дискретний диференціальний оператор, який обчислює наближене значення градієнта яскравості зображення. Він ґрунтується на проведенні згортки зображення з сепарабельним цілочисельним фільтром в вертикальному і горизонтальному напрямку. Розрахунок градієнтного зображення відбувається шляхом застосування двовимірної операції згортки між зображенням і оператором Собеля.

$$G_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ +1 & +2 & +1 \end{bmatrix} * A, \quad G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & -1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix} * A,$$

де  $A$  – вихідне зображення,  $G_x$  і  $G_y$  – зображення, кожна точка містить наближені похідні по  $x$  і  $y$ .

Кут, що показує напрямок градієнта розраховується за формулою:

$$\alpha = \arctan \frac{G_y}{G_x}$$



Рис. 4.4 Приклад поля напрямків для окремого рисунка відбитка пальця

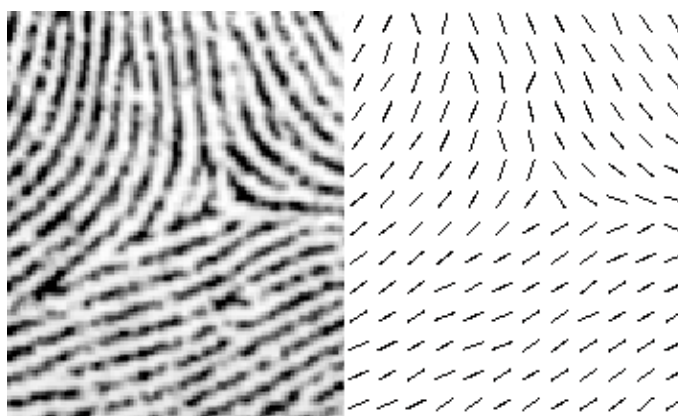


Рис. 4.5 Фрагмент поля напрямків для окремого рисунка відбитка пальця.

#### 4.4 Бінаризація зображення

Наступним етапом обробки зображень є отримання бінарних зображень, в яких кожен піксель є або пікселем впадини, або пікселем гребеня папілярної лінії. Для побудови бінарного зображення до нормалізовано зображення застосовують порогову обробку - кожному пікселю зображення присвоюється значення нуля (гребеня), якщо він нижчий порогового значення, і одиниці (впадини) в протилежному випадку.

$$R(i, j) = \begin{cases} 1, & \text{if } G(i, j) > R_0 \\ 0, & \text{else} \end{cases} ,$$

де  $G(i, j)$  - поріг маскування,  $R_0$  - інтенсивність пікселя нормалізованого зображення



Рис. 4.6 Приклад нормалізованого зображення (зліва) і його бінарне зображення (праворуч) після порогової обробки



#### 4.5 Застосування фільтра Габора

Останнім етапом обробки зображення є застосування фільтра Габора. Першим кроком на цьому етапі є генерація фільтра Габора і підбір параметрів.

В додатку В наведено текст програми, яка реалізує генерацію фільтра Габора.

Нижче наведені приклади згенерованих фільтрів Габора.

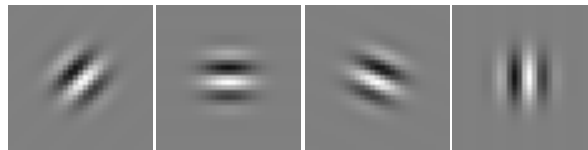


Рис. 4.7 Приклади згенерованих фільтрів Габора.

Наступним етапом є накладення фільтра Габора на зображення. В додатку Г наведено код програми, який реалізує даний етап.

На рис. 4.8 наведено приклад нормалізованого зображення (а), і зображення після обробки фільтром Габора (б).

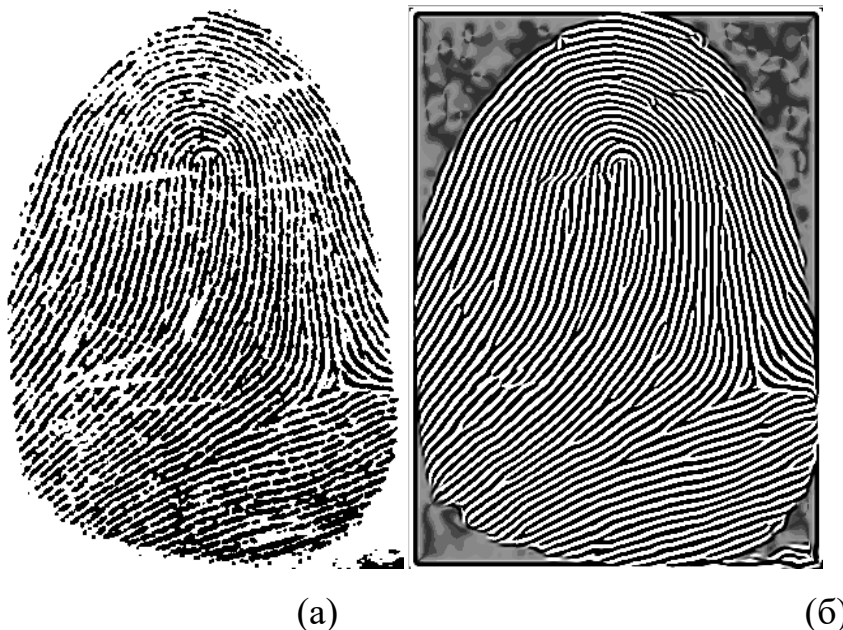


Рис. 4.8 Бінарне зображення (а) і зображення після обробки фільтром Габора (б).

#### 4.6 Висновки до розділу 4

В розділі запропоновано алгоритм опрацювання зображень рисунків відбитків пальців, який включає в себе процедури нормалізації зображень, зміни просторової орієнтації, бінаризації та фільтрації із застосуванням фільтрів Габора. Для кожної процедури розроблено тексти програм для середовища Matlab із застосуванням стандартних інтегрованих в це середовище функцій.

В результаті опрацювання встановлено, що отримані після опрацювання розробленим алгоритмом зображення мають кращу якість, а виділення та ідентифікацію локальних та глобальних ознак можна проводити з підвищеною точністю. При цьому підвищується роздільна здатність рисунків та підвищення ефективності самого методу аутентифікації особи за рисунками відбитків пальців.

## РОЗДІЛ 5

### СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

#### 5.1 Методика проведення медико-біологічних досліджень

Автентифікація (з грец. *αυθεντικός*; реальний або істинний) — процедура встановлення належності користувачеві інформації в системі пред'явленого ним ідентифікатора.

Один із способів автентифікації в інформаційній системі полягає у попередній ідентифікації на основі користувацького ідентифікатора («логіна», від англ. *login* — реєстраційного імені користувача) і пароля — певної конфіденційної інформації, знання якої передбачає володіння певним ресурсом в мережі. Отримавши введений користувачем логін і пароль, комп'ютер порівнює їх зі значенням, яке зберігається в спеціальній захищеній базі даних і, у випадку успішної автентифікації проводить авторизацію з подальшим допуском користувача до роботи в системі.

Біометрична автентифікація оснований на унікальності певних антропометричних характеристик людини. У галузі інформаційних технологій термін біометрія застосовується в значенні технології ідентифікації особистості. Біометричний захист ефективніший ніж такі методи як, використання смарт-карток, паролів, PIN-кодів. Найчастіше використовуються:

1. Параметри голосу.
2. Візерунок райдужної оболонки ока і карта сітківки ока.
3. Риси обличчя.
4. Форма долоні.
5. Відбитки пальців.
6. Форма і спосіб особистого підпису.

Основні етапи проектування системи біометричної автентифікації на основі динамічного підпису в цілому. Розробка математичної моделі динамічного підпису і методів його обробки. Реалізація алгоритму роботи модуля автентифікації системи на основі створеної математичної моделі і методів обробки. Реалізація системи автентифікації у складі інформаційної системи. Тестування системи автентифікації. Модифікація коду фрагментів системи у процесі функціонування системи.

Перший етап — проектування, полягає у аналізі вимог, які ставляться до системи і на їх основі проектується архітектура системи автентифікації в цілому. Враховується сфера застосування системи, зокрема задається її точність, надійність, зручність; операційна система (ОС) у якій буде функціонувати ПЗ та інші параметри. У випадку розробки універсальної системи необхідно передбачити можливість зміни цих параметрів інтегратором (адміністратором) системи, а також бажано розробляти кросплатформенне ПЗ, незалежне від ОС. Розробити рольову модель роботи системи — скористатися апаратом об'єктно-орієнтованого аналізу і об'єктно-орієнтованого проектування. Рекомендується використовувати уніфіковану мову програмування UML для проектування і моделювання інформаційної системи, а також дотримуватися наступних принципів: модульність — кожна компонента системи є модулем, який просто модифікується, замінюється і виконує відведену йому специфічну роль; підтримка відкритих стандартизованих протоколів для передачі даних, взаємодії об'єктів і форматів збереження файлів; документованість — усі методи (функції), класи, об'єкти детально і доступно документувати.

Другий етап — розробка математичної моделі є ключовим. Необхідно вдало підібрати підхід до побудови моделі: стохастичний чи детермінований, на думку авторів це стохастичний підхід. Розробка математичної моделі передбачає: розробку моделі, яка враховувала б ключові особливості об'єкта дослідження і вибір діагностичних ознак; проведення аналізу цих

діагностичних ознак і розробка методів для попередньої обробки. У випадку використання статистичного підходу — дослідити статистичні характеристики діагностичних ознак. Ці дослідження дозволяють зробити висновки про адекватність моделі.

Третій етап — на основі математичної моделі розробляється алгоритм, який реалізується на деякій мові програмування. Особливу увагу слід привернути на реалізацію системи вводу підпису

## 5.2 Обґрунтування вибору УДК на пряму наукового дослідження

Універсальна десяткова класифікація (УДК) є міжнародною системою класифікації документів. Вона відповідає найістотнішим вимогам до класифікації (міжнародність, універсальність) та надає можливість відображати новітні досягнення науки й техніки без будь-яких суттєвих змін в її структурі. Такої гнучкості не має жодна з існуючих систем класифікації.

Наявність детально розробленої системи допоміжних таблиць визначників, здатність відображати нові поняття за допомогою розподілу рубрик від загального до конкретного також роблять систему УДК гнучкою. Це дає змогу багатоаспектно розкривати зміст матеріалів за допомогою комбінування індексів. Застосування визначників безмежно розширює можливості класифікації та відкриває нові для детальної класифікації матеріалу.

В основі структури УДК – принцип десяткових дробів. Для позначення рубрик застосовують арабські цифри, зрозумілі в усіх країнах, що робить УДК загальнодоступною міжнародною системою. Десятковий принцип структури дає змогу безмежно розширювати її за допомогою приєднання нових цифрових позначень до існуючих, не змінюючи системи загалом.

Індекси УДК побудовані так, що кожна наступна цифра, що приєднується до індексу, не змінює попереднє значення, а лише уточнює, позначаючи конкретніше поняття.

Отже, тема наукового дослідження включає у своїй структурі дві сторони:

Тема включає у своїй структурі дві сторони:

- 1) Інформаційні технології;
- 2) Метод статистичного опрацювання.

Згідно з класифікатором УДК (сайт - <http://teacode.com/online/udc/>), **медична сторона** класифікується наступною послідовністю дій, при виборі номера:

- 1) УДК 00 - Наука в цілому (інформаційні технології - 004);
- 2) УДК 004 - Інформаційні технології. Комп'ютерні технології. Теорія обчислювальних машин і систем;
- 3) УДК 004.05 - Якість систем і програм;
- 4) УДК 004.056 - Безпека, захищеність даних;
- 5) УДК 004.056.5 - Захист даних;
- 6) УДК 004.056.53 - Захист від несанкціонованого доступу.

А **технічна сторона** класифікується наступною послідовністю:

- 1) УДК 51 - математика
- 2) УДК 519.2 - Теорія ймовірностей і математична статистика
- 3) УДК 519.21 - Теорія ймовірностей і випадкові процеси
- 4) УДК 519.218 - Випадкові процеси спеціального виду

Отже, загальний номер УДК буде мати наступний номер:

**УДК 004.056.53:519.218**

Отже, у розділі описано методику проведення медико-біологічного дослідження та обґрунтовано вибір УДК тематики за напрямом наукового дослідження

## РОЗДІЛ 6

### ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

#### 6.1 Науково-технічна актуальність науково-дослідної роботи

Наукові дослідження, які є основою наступних стадій інноваційних процесів, класифікують по трьом видам: фундаментальні, пошукові та прикладні.

Фундаментальні дослідження проводять з метою отримання систематизованих даних щодо певної науково-технічної проблеми, виявлення нових закономірностей і принципів розвитку світу, обґрунтування нових понять, створення нових теорій.

Пошукові дослідження розвивають фундаментальні розробки з метою їх практичної використання, тобто вони спрямовані на конкретний науково-технічний результат.

Прикладні наукові дослідження, в свою чергу, базуються на пошукових і проводяться для розробки нових чи удосконалення існуючих технологічних процесів; створення матеріалів з особливими властивостями; принципово нових зразків машин, обладнання, приладів, оснащення, високотехнологічних наукомістких виробництв.

І, нарешті, розробки – технологічні, дослідно-конструкторські, проектні, організаційні роботи, які включають створення техніко-економічної документації для освоєння нововведень (нових технологій, нової продукції та виробництв, споруд, прогресивних методів організації та управління виробництвом) та їх дослідно-експериментального випробування.

Основне завдання економічного обґрунтування – довести, що тема досліджень, яку опрацьовує магістрант, має, перш за все, наукову, технічну, а також економічну, соціальну або екологічну значущість і сприяє тим самим зростанню темпів науково-технічного прогресу в цілому. З цією метою



акцентується увага на масштабах виробництва і використання продукції, на підвищення якості або удосконалення виробництва якої направлена тема магістерської роботи.

У разі, коли дослідження має фундаментальний або фундаментально-пошуковий характер необхідно висвітлити науково-технічне значення даної сфери знань та перспективи, які розкривають дослідження по темі магістерської роботи.

Результатом цього розділу має стати чітко сформульована науково-технічна проблема, на вирішення якої повинна бути направлена дана дослідницька робота. Таким чином, сформульована проблема і тема науково-дослідницької роботи повинні знаходитись у логічній єдності між собою.

## 6.2 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи

Розрахунок усіх витрат організації-виконавця НДР, пов'язаних з виконанням теми, дає можливість встановити її собівартість або кошторисну вартість. Кошторис розробляє виконавець робіт на основі календарного плану проведення досліджень і затверджує замовник або орган, що забезпечує фінансування робіт. Як правило, кошторис складається до початку виконання робіт і тому називається плановим.

Встановлення величини витрат на проведення робіт по темі в розрізі типових статей кошторисної вартості (калькуляції собівартості) НДР наводяться нижче.

6.2.1 Витрати на оплату праці. Витрати за цією статтею включають заробітну плату безпосередніх виконавців теми, а заробітна плата адміністративно-управлінського персоналу, працівників дослідних виробництв включаються в кошторисну вартість теми через статтю «Накладні витрати». Крім цього, слід враховувати, що для тем, які фінансуються за рахунок держбюджету прибуток не планується і тому в дану статтю витрат

включається тільки основна заробітна плата (без премій та інших виплат, що здійснюються із прибутку). Витрати на оплату праці розраховують на основі даних про трудомісткість окремих робіт по темі (табл. 1.1) та посадових окладів безпосередніх їх виконавців.

Загальна трудомісткість робіт, що виконуються безпосередньо студентом (інженером - дослідником), визначається навчальним планом відповідного напрямку підготовки.

Таблиця 6.1

## Трудомісткість робіт по темі НДР

Найменування робіт по темі дослідження	Трудомісткість за виконавцями, людино-днів					
	Провідний науковий співробітник	Старший науковий співробітник	Молодший науковий співробітник	Інженер	Лаборант	Студент
1. Уточнення та конкретизація завдань по темі дослідження	2	2	1	—	—	2
2. Аналіз науково-технічних публікацій з теми	1	2	3	—	—	7
3. Розроблення математичної моделі сигналу	3	3	4	—	—	5
4. Розроблення Компонентного методу опрацювання сигналу	3	3	4	—	—	5
5. Експериментальні дослідження сигналу	2	2	2	2	2	2
6. Формування звіту по НДР	5	7	7	7	7	7
Разом за виконавцями теми	16	20	21	9	9	28

Подальші розрахунки витрат на оплату праці проводиться за алгоритмом, зрозумілим із табл. 6.2.

Середньоденна заробітна плата за категоріями виконавців розраховується шляхом ділення їх посадового місячного окладу на 21,2 (де 21,2 – усереднене число робочих днів за місяць).

Таблиця 6.2

## Розрахунок витрат на оплату праці

Посада виконавців теми	Планова трудомісткість, люд-днів	Заробітна плата, грн		
		Посадовий місячний оклад	Середньоденна зарплата	Усього за виконавцями
1.Провідний науковий співробітник	15	4289,70	202,34	3035,10
2.Старший науковий співробітник	18	3334,80	157,30	2831,40
3. Молодший науковий співробітник	19	1802	85	1615
4. Інженер	8	1683	79,39	635,12
5. Лаборант	8	1302	61,42	491,36
6. Студент	28	1302	61,42	1719,76
Разом оплата праці з теми				10327,74

6.2.2 Відрахування на соціальні заходи. До цієї статті витрат належать виплати у вигляді єдиного соціального внеску, які здійснює організація – виконавець теми в пенсійний фонд в розмірі 37,26%, що становить 3848,12 грн. від загальних витрат на оплату праці.

Базою вказаного нарахування слугують загальні витрати на оплату праці по темі (табл.6.2).

6.2.3 Обладнання, необхідне для проведення досліджень. В даній статті враховують вартість усіх видів матеріалів, необхідних для проведення НДР, з вирахуванням вартості зворотних відходів.

Тематика дослідницьких робіт, які виконуються на факультеті контрольно-вимірювальних та радіокомп'ютерних систем, передбачає використання, перш за все, комп'ютерної діагностичної системи, комп'ютерів

для опрацювання кардіосигналів сигналів та формування матеріалів звітності, оргтехніки та інші.

Розрахунки зведено за формою у табл.6.3

Таблиця 6.3

Розрахунки витрат на обладнання

Найменування обладнання	Одиниця виміру	Кількість	Ринкова ціна за одиницю, грн	Сума,грн.
1. ПК (системний блок, монітор, клавіатура, мишка, кабель живлення)	шт	1	8200	8200
2. Принтер лазерний	шт	1	1800	1800
3. Кабель для підключення до ПК	шт	1	200	200
Загальні витрати на матеріали				10200

6.2.4 Енергоносії для проведення досліджень. На підприємстві електроенергія використовується для освітлення, живлення медобладнання, комп'ютерної техніки та оргтехніки.

$$Z_{cm} = \sum_{i=1}^n P_i \cdot k_i \cdot t_i \cdot C_i, \quad (6.1)$$

де  $P_i$  – витрата  $i$ -го виду матеріального ресурсу, натуральні одиниці;

$C_i$  - ціна за одиницю  $i$ -го виду матеріального ресурсу, грн;

$k_i$  – коефіцієнт використання потужності  $i$ -го виду матеріального ресурсу;

$t_i$  – час роботи  $i$ -го виду матеріального ресурсу;

$i$  - вид матеріального ресурсу;

$n$  - кількість видів матеріальних ресурсів.

Якщо для проведення НДР використовується електрообладнання, то необхідно розрахувати витрати на електроенергію за формою (6.1), наведеною в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4

## Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Паспортна потужність, Вт	Коефіцієнт використання потужності	Час роботи обладнання для розробку АІС, год	Ціна електроенергії, Грн/ (кВт/год)	Сума, грн.
ПК (системний блок, монітор, клавіатура, мишка, кабель живлення)	250	0,15	100	1,72	6562,5
Принтер лазерний	700	0,25	3	1,72	918,75
Лампи розжарювання (освітлення)	150	0,85	10	1,72	2231,25
РАЗОМ витрати на електроенергію					9730,88

6.2.5 Витрати на службові відрядження. Дані витрати складаються із фактичних витрат на службові відрядження штатних працівників, зайнятих виконанням НДР: витрат на проїзд до місця відрядження і назад; витрат на проживання у готелі; добових витрат, які розраховуються на кожний день перебування у відрядженні, враховуючи час перебування в дорозі, та деякі інші.

Під час виконання НДР здійснюються ряд відряджень, які пов'язані із доповідями на конференціях, які наведено у таблиці 6.5.

Таблиця 6.5

## Приблизні витрати на службові відрядження

Тип відрядження	Кількість	Приблизна вартість відрядження
Конференція	5	1000
Здача звітів НДР	1	200
Впровадження результатів НДР	3	300
Всього	—	1500

6.2.6. Розроблення планової калькуляції кошторисної вартості теми. Планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі складається на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних (табл.6.6).

Таблиця 6.6

## Планова калькуляція кошторисної вартості НДР

Найменування статей витрат	Сума, грн	Обґрунтування
1	2	3
1.Витрати на оплату праці	10327,74	Відповідно до розрахунків
2.Відрахування на соціальні заходи	3848,12	Відповідно до діючих загальнодержавних нормативів
3.Обладнання для проведення досліджень	10200	Відповідно до розрахунків
4.Енергоносії для проведення досліджень	9730,88	Відповідно до розрахунків
5.Витрати на службові відрядження	1500	Відповідно до розрахунків
6.Інші невраховані прямі витрати по темі	3560,67	10% від суми прямих розрахованих витрат по темі
7.Кошторисна вартість теми	39167,41	Сума попередніх статей

Кінцевим результатом науково-дослідницьких робіт є досягнення наукового, науково-технічного, економічного, соціального, екологічного та інших видів ефектів.

Науковий ефект від виконання теми передбачає приріст наукових знань у певній сфері науки, а науково-технічний ефект характеризує можливість використання цих наукових знань в інших наукових напрямках та при розробці принципово нових технічних рішень. Економічний ефект відображає потенціал НДР в досягненні кращого співвідношення результатів виробництва до витрат і має прогностичний характер. Соціальний ефект заводить до збільшення числа робочих місць, поліпшення умов праці та побуту, скорочення тривалості робочого тижня, розвитку охорони здоров'я, науки, культури, освіти. Екологічний ефект полягає в поліпшенні стану

навколишнього середовища, зменшенні електромагнітного та іонізуючого випромінювання тощо.

### 6.3 Науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи

Економічна оцінка фундаментальних і пошукових НДР у вартісному вимірі, як правило, неможливо, бо ймовірність доведення результатів таких досліджень до конкретного практичного застосування невелике. Для таких досліджень рекомендується визначати науковий та науково-технічний ефект, який враховує результати наукових досліджень та їх значущість для прискорення науково-технічного прогресу та розвитку національної економіки.

Науковий та науково-технічний ефект рекомендується оцінювати коефіцієнтом науково-технічної ефективності ( $E_{нт}$ ) за допомогою формули:

$$E_{нт} = \frac{\sum B_i \cdot B_{ij}}{\sum B_i \cdot B_{ij}^{\max}}, \quad (6.2)$$

де  $B_i$  – нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів науково-технічної ефективності (табл. 6.7);

$B_{ij}$  – середнє значення балу, який виставляється експертами  $i$ -му фактору;

$B_{ij}^{\max}$  – максимально можливе значення балу (табл. 6.8);

$i$  – порядковий номер фактору;

$j$  – відповідна характеристика  $i$ -го фактора.

Нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів науково-технічної ефективності наведені в табл. 6.7.

Таблиця 6.7

Нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів  
науково-технічної ефективності

Фактори ( $i$ )	Коефіцієнти вагомості ( $B_i$ )
1.Новизна очікуваних або одержаних результатів	0,25
2.Глибина наукового опрацювання	0,16
3.Ступінь ймовірності успіху	0,09
4.Перспективність використання результатів	0,25
5.Масштаб можливої реалізації результатів	0,15
6.Завершеність одержаних результатів	0,10
Разом	1,00

Характеристика факторів науково-технічної ефективності НДР наведена в табл. 6.8.

Таблиця 6.8

Характеристика факторів науково-технічної ефективності НДР

Фактор наукової та науково-технічної ефективності	Характеристика фактора	Оцінка фактора	
		Якісна	Бальна $A_{ij}^{\max}$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1.Новизна одержаних або передбачуваних результатів	Одержані принципово нові результати, раніше невідомі в науці, розроблена нова теорія, відкрита нова закономірність	Висока	10
	Встановлені деякі часткові закономірності, методи, способи, які дозволяють створити принципово нові види техніки	Середня	7
	Позитивне вирішення поставлених задач на підставі простих узагальнень, аналіз зв'язків між факторами, розповсюдження відомих наукових принципів на об'єкти	Недостатня	3
	Опис окремих елементарних фактів, передача та поширення отриманих раніше результатів, реферативні огляди	Тривіальна	1



Продовження таблиці 6.8

1	2	3	4
2.Глибина наукового опрацювання	Проведена значна кількість експериментів по нетрадиційним методикам, виконані складні теоретичні розрахунки, підтверджені експериментальними даними	Істотна	10
	Проведена обмежена кількість розрахунків по відомим методикам, виконані теоретичні розрахунки невисокої складності, частково перевірені експериментальними даними	Середня	6
	Проведена недостатня кількість експериментів, виконані прості теоретичні розрахунки без експериментальної перевірки	Несуттєва	1
3.Стіпень ймовірності успіху	Висока ймовірність повного вирішення поставлених задач НДР	Значна	10
	Середня ймовірність вирішення більшості експериментальних або теоретичних задач	Помірна	6
	Низька ймовірність вирішення поставлених задач, отримання позитивних результатів сумнівне	Незначна	1
4.Масштаб використання результатів	Результати можуть бути використані в багатьох наукових напрямках, мають значення для розвитку суміжних наук	Широкий	10
	Результати можуть бути використані в конкретному науковому напрямку при розробці нових технічних рішень, спрямованих на суттєве підвищення продуктивності суспільної праці	Достатньо широкий	8
	Результати будуть використані при проведенні наступних НДР, при розробці нових технічних рішень в конкретній галузі	Достатній	5
5.Ступінь реалізації результатів	Строк впровадження, роки: До 2	Висока	10
	До 4	Середня	7
	До 6	Достатня	4
	Більше 6	Недостатня	2
6.Завершення одержаних результатів	Авторське свідоцтво, стаття в фаховому виданні, методика, інструкція, класифікатор, стандарти, нормативи.	Висока	10
	Технічне завдання на прикладну НДР	Середня	8
	Рекомендації, розгорнутий аналіз, пропозиції	Достатня	6
	Огляд, інформаційне повідомлення	Недостатня	3

Кількісна оцінка факторів науково-технічної ефективності НДР здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне. Отримані результати зводять за формою табл. 6.9.

Таблиця 6.9

### Результати розрахунків науково-технічної ефективності НДР

Фактори науково-технічної ефективності	Характеристика фактора	Розрахунок $B_{ij}$			$B_{ij}^{\max}$
		Експертні оцінки		$B_{ij}$	
		1	2		
1.Новизна очікуваних або одержаних результатів	Встановлені деякі часткові закономірності, методи, способи, які дозволяють створити принципово нові види техніки	3	3	3	10
2.Глибина наукового опрацювання	Проведена обмежена кількість розрахунків по відомим методикам, виконані теоретичні розрахунки невисокої складності, частково перевірені експериментальними даними	6	6	6	10
3.Ступінь ймовірності успіху	Середня ймовірність вирішення більшості експериментальних або теоретичних задач	6	6	6	10
4.Перспективність використання результатів	Результати можуть бути використані в багатьох наукових напрямках, мають значення для розвитку суміжних наук	10	10	10	10
5.Масштаб можливої реалізації результатів	До 2 років	10	10	10	10
6.Завершеність одержаних результатів	Рекомендації, розгорнутий аналіз, пропозиції	6	6	6	10

Розраховане за формулою 6.2 значення  $E_{nm}$  буде відображати рівень наукової та науково-технічної ефективності конкретної теми фундаментального чи пошукового дослідження:

$$E_{nm} = \frac{0.25 \cdot 3 + 0.16 \cdot 6 + 0.09 \cdot 6 + 10 \cdot 0.25 + 10 \cdot 0.15 + 6 \cdot 0.1}{1 \cdot 10} = 0,685 .$$

Загальну оцінку магістерської НДР можна здійснити, користуючись даними табл. 6.10.

Таблиця 6.10

Загальна оцінка наукової та науково-технічної ефективності  
фундаментальних та пошукових НДР

Загальна оцінка наукової та науково-технічної ефективності		Можливі рекомендації по результатам виконання НДР
Розраховане значення $E_{nt}$	Загальна якісна оцінка ефективності	
0,91-1,00	Відмінно	Оформлення авторського свідоцтва, публікація у фаховому виданні, продовження досліджень по даній тематиці
0,76-0,90	Дуже добре	
<b>0,61-0,75</b>	<b>Добре</b>	<b>Рекомендації можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів</b>
0,36-0,60	Достатня	Переглянути технічне завдання у разі продовження досліджень по даній темі
Менш 0,35	Незадовільна	Здійснити всебічний аналіз отриманих результатів по темі

#### 6.4 Висновки до розділу 6

У розділі на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 39167,41 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюється експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 від максимального числа 1, а рекомендації по результатам виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

## РОЗДІЛ 7

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

#### 7.1 Охорона праці

При виконанні досліджень використовується біометричний зчитувач ZKTeco MA300 для біометричної аутентифікації людини за відбитками пальців для подальшого їх опрацювання, при роботі з яким потрібно дотримуватися таких правил техніки безпеки і охорони праці при експлуатації приладу.

1. Перед початком експлуатації уважно вивчіть паспорт зчитувача.
2. Приміщення де буде експлуатуватися зчитувач повинно мати свою розетку.
3. Ремонт зчитувача і заміну окремих елементів схеми необхідно проводити, від'єднавши від мережі.
4. Регулювання і настройку параметрів зчитувача при ремонті і профілактиці повинні проводити спеціально підготовлені робітники.

#### Порядок установки

1. При отриманні зчитувача в експлуатацію перевірте комплектність згідно паспорта.
2. Протріть м'якою фетровою салфеткою зовнішні частини зчитувача і огляньте його на відсутність видимих пошкоджень.
3. Перевірте зчитувач на функціонування.
4. При знаходженні дефектів чи неполадок зверніться за рекомендаціями з паспорта зчитувача.

#### Перевірка технічного стану

1. Періодична перевірка проводиться з метою забезпечення роботоздатності зчитувача впродовж терміну експлуатації.

2. Візуальний огляд стану зчитувача повинен проходити один раз в місяць. При цьому перевіряється:

- кріплення органів управління, чіткість фіксації,
- стан лакофарбових і гальванічних покриттів,
- надійність контактних зв'язків,
- відсутність відколів і тріщин на деталях з пластмаси чи кераміки,

3. Внутрішня і зовнішня очистка повинна проводитися один раз в три місяці.

Скупчення пилу може викликати перегрів і пошкодження елементів. Пил на зовні можна усунути м'якою ганчіркою чи щіткою.

Отже, при виконанні магістерської роботи необхідно дотримуватись правил охорони праці при роботі з зчитувачем ZKTeco MA300 для біометричної аутентифікації людини за відбитками пальців.

## 7.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

7.2.1 Стійкість роботи цехів по виготовленню електронної медичної апаратури. Заходи захисту виробничого персоналу

Підвищення стійкого функціонування цехів по виготовленню електронної медичної апаратури і систем життєзабезпечення в НС завжди було одним з головних напрямків діяльності людей. В процесі розвитку цивілізації, науково-технічного прогресу з одного боку поліпшуються умови життя людей, але зростає ймовірність виникнення НС.

Зростає ризик у житті людей, ризик виникнення техногенних і природних катастроф.

Усі потенційно-небезпечні виробництва так чи інакше пов'язані з усіма видами діяльності людини і їх неможливо виключити зі сфери виробництва.

На потенційно-небезпечних об'єктах при певних умовах виникають техногенні аварії і катастрофи, з яких найбільш типовими є вибухи, пожежі, затоплення, радіаційне забруднення, хімічне і біологічне зараження та інше.

Якщо завчасно не провести заходи щодо підвищення сталої роботи об'єктів господарської діяльності і захисту населення, то при виникненні НС може призвести до різкого спаду промислового виробництва, порушенню енергетичних систем, величезним людським і матеріальним збиткам.

Сучасне промислове підприємство являє собою комплекс, що складається з працівників і службовців, будівель і споруд, в яких розміщені виробничі цехи з технологічним обладнанням, системи енерго-, водопостачання, а також інженерних і транспортних комунікацій, запасів сировини, палива, матеріалів, системи виробничих і кооперативних зв'язків, системи управління виробництвом.

Кожен з цих елементів впливає на сталість роботи ОГД, на випуск продукції.

При розробці заходів по підвищенню стійкості роботи промислового об'єкту необхідно враховувати усі його елементи.

Необхідно проводити аналіз уразливості як об'єкта в цілому, так і його елементів.

### ***Сутність поняття стійкості роботи об'єктів господарської діяльності.***

Під стійкістю роботи ОГД розуміють його спроможність в умовах НС випускати продукцію в запланованому обсязі та номенклатурі, а при отриманні середнього ступеню руйнувань або порушенні зв'язків з кооперацією та поставок відновлювати виробництво у мінімально стислі терміни.

Під стійкістю ОГД розуміють спроможність усього інженерно-технічного комплексу підприємства, тобто будівель, споруд, верстатного та технологічного устаткування, транспортних і технічних комунікацій, протистояти руйнівній дії НС.

На стійкість роботи ОГД в умовах НС впливають наступні чинники:

- надійність захисту робітників та службовців;
- спроможність інженерно-технічного комплексу об'єкта протистояти у визначеному ступені уражуючим чинникам стихійного лиха, аварій, катастроф та сучасних видів зброї;
- захищеність об'єкта від вторинних уражуючих чинників (пожеж, вибухів, зараження ОР та СДОР);
- надійність забезпечення об'єкта всім необхідним для виробництва;
- стійкість та безперервність управління виробництвом та цивільною обороною;
- підготовленість об'єкта до ведення рятувальних робіт.

***Шляхи і способи підвищення стійкості роботи промислових об'єктів.***

Вищезазначені чинники є основними загальними для усіх ОГД.

Шляхи підвищення стійкості роботи в умовах НС:

- забезпечення надійного захисту робітників та службовців від уражуючих чинників застосування сучасної зброї, аварій, катастроф і стихійного лиха;
- захист основних виробничих складових від уражуючих чинників, в тому числі і від вторинних, які виникають в умовах НС;
- стійке забезпечення всім необхідним для випуску запланованої продукції;
- підготовка до відновлення порушеного виробництва;
- підвищення надійності та оперативності управління виробництвом та ЦО.

Захист робітників та службовців досягається 4 основними способами:

- укриття людей в захисних спорудах;
- проведення евакозаходів;
- радіаційно-хімічний захист;
- медичний і біологічний захист.

Надійно захистити виробничий персонал об'єкта можливо лише при комплексному використанні всіх основних способів захисту. Захист виробничих фондів полягає у підвищення стійкості будівель, споруд і конструкцій об'єкта до уражуючих чинників та захисті технологічного обладнання, верстатів, систем і комунікацій та інших засобів, що формують основу виробничого процесу.

Підвищення протипожежної стійкості:

- максимальне скорочення запасів паливо- та вибухонебезпечних речовин;

- проведення протипожежних заходів;

- підготовка сил і засобів пожежогасіння.

Підготовка до прискореного відновлення порушеного виробництва:

- розробка необхідної технічної та технологічної документації;

- створення запасів матеріальних засобів для встановлення робіт;

- розробка розрахунків сил і засобів для відновлювальних робіт;

- визначення вірогідної черговості робіт по відновленню виробництва з урахуванням наявних ресурсів.

Крім того, на стійкість роботи ОГД буде впливати наявність підготовленої робочої сили.

Підвищення надійності та оперативності управління виробництва:

- створення на об'єкті стійкої системи зв'язку;

- висока підготовка керівного складу;

- своєчасне прийняття вірних рішень та постановка завдань підлеглим у відповідності до обстановки, що склалася.

Підвищення стійкості роботи ОГД досягається завчасним проведенням комплексу інженерно-технічних, технологічних та організаційних заходів, які спрямовані на максимальне зниження дії уражуючих чинників і створення умов для ліквідації наслідків НС.



Інженерно-технічні заходи – це комплекс робіт, що забезпечують підвищення стійкості виробничих будівель і споруд, обладнання, комунально-енергетичних систем.

Технологічні заходи забезпечують підвищення стійкості роботи об'єкта шляхом зміни технологічного процесу, що сприяє спрощенню виробництва продукції та усуває можливість виникнення вторинних уражуючих чинників.

Організаційні заходи – передбачають розробку і планування дій керівного, командно-начальницького складу штабу, служб і формування ЦО при захисті робітників і службовців, проведенні рятувальних та інших невідкладних робіт, відновлення виробництва.

#### ***Організація і проведення досліджень з оцінки стійкості об'єкта.***

Дослідження стійкості роботи ОГД – це всебічне вивчення обстановки, яка може скластися під час НС та визначення її впливу на виробничу діяльність підприємства. Мета дослідження полягає в тому, щоб вивчити слабкі місця в роботі об'єкта та виробити найбільш ефективні пропозиції, спрямовані на підвищення його стійкості.

Дослідження стійкості роботи ОГД проводяться силами інженерно-технічного персоналу із залученням спеціалістів науково-дослідних та проектних організацій. Організатором та керівником досліджень є керівник підприємства.

Увесь процес планування і проведення досліджень поділяється на три етапи:

- I етап – підготовчий;
- II етап – оцінка стійкості роботи ОГД;
- III етап – розроблення заходів, які підвищують стійкість роботи ОГД.

На першому етапі розробляються керівні документи, які визначають склад учасників досліджень та організовується їх підготовка.

Основними документами для організації досліджень стійкості роботи ОГД є:

- наказ керівника підприємства щодо проведення досліджень;

- календарний план основних заходів з підготовки до проведення досліджень;
- план проведення досліджень.

На другому етапі проводиться безпосереднє дослідження стійкості роботи об'єкта. В ході досліджень визначаються умови захисту робітників та службовців від уражуючих чинників, проводиться оцінка уразливості виробничого комплексу від різних уражуючих чинників, оцінюється характер можливих пошкоджень, вивчається стійкість роботи системи забезпечення та кооперативних зв'язків з іншими об'єктами, визначаються вразливі місця в системі управління виробництвом.

На третьому етапі – підбиваються підсумки проведених досліджень. Групи спеціалістів за підсумками досліджень готують підсумки і пропозиції по захисту робітників та службовців і підвищення стійкості елементів виробництва, які досліджуються.

Група комплексних досліджень на основі доповідей інших груп складає загальний план, в якому визначаються:

- можливості щодо захисту робітників і службовців в НС;
- загальна оцінка стійкості об'єкта, найбільш слабкі (вразливі) ділянки виробництва, практичні заходи, терміни та обсяги робіт, які виникають у повсякденній роботі та при загрозі виникнення НС;
- порядок та приблизні терміни проведення відновлювальних робіт при різних ступенях руйнування.

У зв'язку з тим, що заходи щодо підвищення стійкості роботи ОГД виконуються завчасно, з оголошенням загрози виникнення НС та в умовах НС, відповідні плануючі документи, для зручності користування ними, складаються на кожен можливу ситуацію.

1. Перспективний план заходів щодо підвищення стійкості роботи ОГД, які проводяться завчасно.

2. План-графік проведення заходів з підвищення стійкості роботи ОГД при загрозі виникнення НС.

3. Графік безаварійної зупинки підприємства.

Правильність проведення розрахунків перевіряється на спеціальних навчаннях.

### 7.2.2 Надзвичайні екологічні ситуації та екологічний ризик

Особливу роль у житті людини відіграють надзвичайні ситуації, що виникають під час стихійних лих або техногенних катастроф. Разом із соціальними та економічними збитками надзвичайні ситуації завдають також екологічної шкоди, що відображається в руйнуванні й деградації природних систем, забрудненні повітря, водойм і ґрунтів. У результаті виникають надзвичайні екологічні ситуації. Надзвичайні екологічні ситуації — ті ситуації, що виникають унаслідок раптових природних лих або техногенних аварій і супроводжуються великими збитками. Характерними особливостями цих ситуацій є велика гострота прояву, значні відхилення показників навколишнього середовища від норми (перевищення граничнодопустимих концентрацій (ГДК) забруднювальних речовин у сотні, тисячі й навіть десятки тисяч разів); ураганні швидкості вітру; затоплення селітебних територій (населених пунктів); виникнення катастрофічних селевих потоків та ін.

Звичайно, такі відхилення тривають недовго — години, дні, десятки днів, іноді більше. Потім ступінь гостроти екологічного стану зменшується, хоча може залишатися досить високим. Отже, поняття надзвичайна екологічна ситуація та катастрофічна екологічна ситуація розрізняються тим, що перша триває порівняно недовго, але настає раптово та характеризується виключно високими відхиленнями стану навколишнього середовища від норми, а друга — досить тривала (як правило, роки), але має меншу гостроту прояву.

Надзвичайна ситуація за певних обставин може перетворитися на катастрофічну. Наприклад, ситуація у Чорнобильській зоні. Протягом майже

місяця радіаційна обстановка в Чорнобилі була надзвичайною. Після спорудження саркофага викиди радіоактивних елементів різко зменшилися, але забруднення до того часу охопило великі території. Таке високе радіаційне забруднення продовжується вже понад два десятиріччя. За оцінкою спеціалістів, екологічна ситуація в Чорнобильській зоні є катастрофічною.

Таким чином, надзвичайні екологічні ситуації відображаються у порушенні нормального функціонування природних і природно-антропогенних систем, пов'язаних із раптовими природними або техногенними впливами (стихійні лиха, катастрофи, аварії), що супроводжуються соціальними, економічними та екологічними збитками і потребують для ліквідації особливих управлінських рішень. Збитки виявляються у загибелі та пораненні людей, погіршенні їх здоров'я, руйнуванні матеріальних об'єктів, структури природних і природно-антропогенних систем, втраті їх природно-ресурсного і екологічного потенціалу. Довготривала надзвичайна ситуація зумовлює формування зони екологічної катастрофи або екологічного лиха.

Надзвичайні екологічні ситуації виникають унаслідок дії трьох основних груп факторів:

- свідомого руйнування природного середовища, походження техніки, погіршення становища економічних об'єктів під час війн і диверсійних актів;
- руйнівних катастроф, які виникають у зв'язку з некомпетентними та помилковими технічними рішеннями (наприклад, Чорнобильська аварія);
- природних стихійних явищ. Той факт, що різко збільшилися їх частота та інтенсивність в останні десятиріччя, спеціалісти пов'язують з антропогенною стимуляцією, що спричинює посилення відхилень природних процесів від нормального рівня коливань.

Економічні збитки, завдані у зв'язку з несприятливими і небезпечними природними процесами та явищами, значно збільшилися. За деякими оцінками, вони зростають швидше, ніж показники світового валового

продукту, тобто може бути досягнута межа просторового і технологічного розвитку виробництва за його здатністю компенсувати збитки, які збільшуються, від несприятливих і небезпечних явищ. Первинні процеси, що виникають у природному середовищі внаслідок цих факторів, посилюватимуться або послаблюватимуться залежно від природної обстановки (стійкість ландшафтів, погодні умови, фаза коливань екосистеми тощо) і соціально-економічних умов (психологічна готовність і неготовність населення до ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, технічна оснащеність спеціальних служб, економічні можливості та ін.). Таким чином, надзвичайні екологічні ситуації в більшості випадків мають комплексну природу.

Заходи щодо запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям або подолання їх наслідків можна згрупувати у три класи:

- організаційні, серед яких розрізняють планувальні та оперативні;
- інженерно-технічні;
- технологічні.

Отже, заходи, спрямовані на запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям та подолання, їх можна поділити на два типи: заходи, спрямовані на зниження піддатливості об'єктів небезпечним впливам, і заходи, спрямовані на зниження чутливості об'єктів до небезпечних впливів. У першому випадку здійснюють заходи з метою зовнішнього захисту об'єктів, виключення тих чи інших територій з використання у виробничих цілях тощо. Зниження чутливості об'єктів до небезпечних впливів досягається, насамперед, за рахунок досконаліших технологій, шляхом регулювання технологічних режимів у зв'язку з природними циклами, створення системи дублювання об'єктів, інформаційних систем і систем швидкого реагування.

Основні функції щодо запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям та подолання їх на державному рівні виконують міністерства з надзвичайних ситуацій.

**Ризик** — це об'єктивне поняття, він пов'язаний практично з будь-якою діяльністю людини. Уміння усвідомлювати ступінь ризику дає змогу людині оцінити власні можливості й вибрати напрями поведінки при цьому. Під сутністю терміна ризик розуміють імовірність, по-перше, будь-якої небезпечної події; по-друге, негативних наслідків від неї та обсягу очікуваних збитків. Одні ризики конкретні, інші — не мають такого визначення. Існують професійні ризики (наприклад, безпека професійних захворювань) і такі, яких зазнає все населення (екологічний, економічний, геологічний, політичний ризики).

Предметом нашого дослідження є екологічний ризик, чіткого визначення якого досі немає. М.Ф. Реймерс вважає, що це ймовірність наслідків будь-яких (специфічних або випадкових, поступових або катастрофічних) антропогенних змін природних об'єктів і факторів<sup>\*22</sup>. З екологічним ризиком пов'язані поняття екологічної безпеки і небезпеки. Ці альтернативні категорії стосуються населення як реципієнта дії навколишнього середовища за його відповідно несприятливого чи сприятливого статусу.

Екологічний ризик пов'язаний із такими групами факторів: 1) техногенними; 2) природними; 3) військовими; 4) соціально-економічними; 5) політичними; 6) тероризмом.

Техногенний екологічний ризик виникає у зв'язку з аваріями на ЛЕС, аваріями танкерів, на небезпечних хімічних виробництвах, під час руйнування гребель водосховищ тощо. Причинами аварій є інтенсивність технологічних процесів та зв'язків, висока концентрація виробництва, ресурсомісткість і багатовідходність технологій, погана оснащеність очисними й утилізаційними пристроями.

Природний екологічний ризик пов'язаний із ймовірністю вияву багатьох несприятливих природних явищ, таких як землетруси, вулканізм, селі, повені, цунамі та ін. Потрібно враховувати особливості геологічної будови

(властивості гірських порід, наявність або відсутність розламів тощо), рельєфу (наприклад, посилення ризику забруднення в улоговинах), ландшафтів (ступінь їх стійкості до техногенних навантажень). Варто також зважати на сусідство цінних та унікальних природних об'єктів, територій особливого режиму охорони. Екологічний ризик збільшується за високої густоти населення, а також залежить від характеру сприйняття населенням подій, що відбуваються. Відомо, що катастрофічні наслідки аварій і стихійних природних явищ різко зростають у результаті психологічної неготовності населення до таких подій.

Особливу групу факторів виникнення екологічного ризику становлять воєнні дії, які зумовлюють різноманітні зміни навколишнього середовища та безпосередньо впливають на людину й інші суб'єкти. Екологічний ризик пов'язаний також із соціально-економічними факторами. Йдеться про ймовірність виникнення несприятливих екологічних ситуацій у разі прийняття рішень про будівництво тих чи інших небезпечних об'єктів у зв'язку з соціальною й економічною потребами такого будівництва. До цієї категорії належить будівництво багатьох АЕС, створення небезпечних хімічних виробництв, транспортних систем. У деяких випадках аналогічні рішення пов'язані з політичними факторами.

## РОЗДІЛ 8 ЕКОЛОГІЯ

### 8.1. Актуальність охорони навколишнього середовища та екології

Видатні вчені минулого передбачали наслідки бездумного використання людиною природи. Вони попереджали, що рід людський може загинути, винищуючи рослинний і тваринний світ, отруюючи ґрунт, воду, повітря. Зокрема, більше чотирьохсот років тому великий італієць Леонардо да Вінчі, говорячи про наслідки вторгнення людини в природу, відзначав, що прийде час, коли нічого не залишиться уцілілим і недоторканим ні над землею, ні під землею. До кінця XX ст. на нашій планеті виникла найгостріша криза у відносинах між людиною, суспільством і природою.

Щорічно в атмосферу викидаються мільйони тонн як газоподібних, так і твердих речовин, а також різноманітних хімічних сполук. Масштаби відповідних забруднювачів антропо-техногенного походження обумовлюють посилення тенденції деградаційних змін історично сформованих екосистем, традиційних природно-кліматичних режимів.

Потепління по різному позначиться в різних регіонах планети: температура узимку буде підвищуватися більше в Північній півкулі, чим у Південній. Такі зрушення приведуть до танення льодовиків, підйому рівня Світового океану приблизно до 2 м, зміні вологості атмосфери. Підсиляться зливи в тропіках; разом з тим збільшаться зони посушливого клімату.

Людина активно втручається у кругообіг води, в її природну циркуляцію. Наприклад, в результаті спорудження великих гідротехнічних комплексів використовується близько 10 % світових природних водоскидів. На порушенні світових гідрологічних режимів істотно позначається невтримне знищення лісів. Зникнення лісових масивів зв'язане з наслідками діяльності людини як у безпосередній так і непрямій формах.



Кислотні дощі, активно переміщаючись в біосфері, сприяють знищенню лісових масивів, що втрачають первинну продуктивність. Випадання заражених опадів веде до випадання листя і хвої, їх пожовтіння, і в кінцевому результаті - до вимирання та ослаблення дерев, створює сприятливі умови для поширення шкідливих комах. Деградація лісових масивів, у якій би країні вони не знаходилися, зменшує їх оздоровляюче значення, погіршує стан ґрунтів.

## 8.2. Характеристика промислових хімічних речовин

Потенційно токсичні хімічні речовини, що використовуються на підприємствах, називаються промисловими отрутами. Потрапляючи в організм працюючих у відносно невеликих кількостях, промислові отрути викликають різні порушення, внаслідок чого виникають патологічні процеси в організмі.

Головним шляхом надходження промислових отрут в організм є дихальні шляхи, хоча отруєння може виникати внаслідок надходження отрути в організм і через органи травлення або через шкіру. Через дихальні шляхи потрапляють пари, газо- і пилоподібні речовини, через шкіру переважно рідкі речовини. Через шлунково-кишкові шляхи потрапляють речовини під час ковтання або при внесенні їх в рот забрудненими руками.

Токсичні властивості речовини значною мірою залежать від її хімічної структури. Так, токсичність галоїдних органічних сполук збільшується за мірою заміщення галоїдами атомів водню. Велике значення має й дисперсність хімічних речовин, що потрапляють в організм — чим вища дисперсність, тим речовина токсичніша. З цієї ж причини найбільш небезпечні промислові отрути, що знаходяться у вигляді пару, газу, диму. Суттєве значення для виявлення токсичної дії має концентрація речовини в повітрі або доза речовини, що потрапляє в організм через шкіру та шлунково-кишковий тракт.

Важливе значення з точки зору токсичності хімічних речовин має розчинність їх в рідинах та соках організму, причому розчинність у них може відрізнятися від розчинності у воді. Чим вища розчинність речовини в організмі, тим її токсичність вища. Особливе значення має розчинність промислових отрут у жирах, бо це дає їм можливість швидко проникати в нервові клітини.

Отруєння на виробництві можуть виникнути або раптово, або через певний час після того, як працюючий почав контактувати з хімічними речовинами. Хронічні отруєння настають повільно внаслідок тривалого впливу токсичної речовини. Не всі промислові отрути викликають гострі отруєння, так само, як не всі отрути викликають хронічні отруєння.

Найбільш радикальним заходом профілактики професійних отруєнь є усунення промислових отрут. На жаль, подібні ефективні заходи не завжди і не в усіх випадках можна запровадити. У зв'язку з цим необхідні технічні вдосконалення.

Перехід на вакуумні процеси виключає потрапляння хімічних речовин в повітря виробничих приміщень. Безпосередній спосіб виробництва включає виділення токсичних речовин, що має місце в періодично діючій апаратурі при її наповненні та спорожненні. Необхідна герметизація виробничого устаткування та апаратури в цілому або окремих агрегатів у поєднанні із заходами механізації виробничих операцій, тобто заходами що запобігають безпосередньому контакту працюючих з токсичними речовинами.

Велике значення для профілактики отруєнь має попередня сатарно-токсикологічна експертиза виробничих речовин, що впроваджуються у виробництво, обґрунтування та законодавча регламентація припустимих рівнів їх вмісту - гранично допустимих концентрацій (ГДК) у повітрі виробничих приміщень.

Для своєчасного виявлення та запобігання випадкам хронічних профотруєнь проводяться обов'язкові попередні (при вступі на роботу) та

періодичні медичні огляди робітників, які працюють у шкідливих умовах. Строки цих оглядів встановлені залежно від токсичних властивостей сполук, з якими контактують працюючі, - 1 раз на 3, 6, 12 та 24 місяці.

### 8.3 Методи очистки повітря

В даний час очищення забрудненого повітря від шкідливих твердих, рідких і газоподібних домішок є основним способом охорони повітряного басейну від забруднення, застосовуваним у всіх випадках, коли використання активних методів поки неможливе або економічно недоцільне. Задача промислової очистки повітря полягає у видаленні або нейтралізації шкідливих речовин з викидів від стаціонарних джерел.

Першим етапом очищення викидів в атмосферу є вловлювання аерозолей і газоподібних домішок із забрудненого повітря і газів, що викидаються. Установа для вловлювання шкідливих речовин, що утримуються в повітрі, складається в основному з наступних елементів: вловлюючого пристрою, що може включати один або групу приймачів; мережі трубопроводів; вентилятора, що відсмоктує запилене або загазоване повітря по трубопроводах до пиле- або газоочисної установки.

Для ефективного вловлювання пилу і газів необхідно виконувати дві основні умови: по-перше, пилегазоприймач варто розташовувати якнайближче до місця виділення пилу або газу; по-друге, він повинен перекривати всю зону пилегазовиділення.

Найкращим рішенням задачі вловлювання пилу і газів є повне укриття джерела їхнього виділення кожухом, з'єднаним з аспіраційним трубопроводом і який забезпечить практично повну герметичність. Цим гарантується висока ефективність вловлювання пилу і газів при роботі системи з мінімальною витратою повітря.

Очищення викидів в атмосферу складається з двох принципово різних процесів: очищення від аерозолей, задачею якого є вилучення зважених твердих і рідких домішок - пилу, диму, крапельок тумана або бризів, і хімічного очищення газів, що здійснює витяг або знешкодження тих або інших газо- і пароподібних домішок.

Численні способи очищення промислових газів від механічних домішок засновані на застосуванні двох груп методів: механічних і фізичних. До механічних методів очищення відносяться гравітаційна й інерційна сепарація, мокре очищення (промивання) газів, фільтрація через різні пористі матеріали. До числа фізичних методів відносяться осадження в електричному полі й акустичній коагуляції.

Розглянемо докладніше методи обезпилення газів і основні типи застосовуваних пиловловлювачів.

Основний недолік сухих апаратів інерційної сепарації - неможливість очищення газів від дрібнодисперсного пилу - може подолатися у міру удосконалювання їхніх конструкцій. Досить перспективними в цьому відношенні є нові, ще не цілком освоєні апарати - вихрові пиловловлювачі, що забезпечують ефективне уловлювання часток розміром усього в кілька мікрометрів.

Мокре очищення (промивання) газів здійснюється в результаті контакту забрудненого газу з рідиною, звичайно водою, і представляє собою різновид інерційного осадження. Зважені в газі частки пилу змочуються рідиною, важчають і випадають з газового потоку та виводяться з апарату у виді шламу. Таким чином, у мокрих пиловловлювачах рідина, що промиває, використовується одночасно як для інтенсифікації осадження пилових часток, так і для видалення осаду за межі газового потоку. При мокрому очищенні газу відбувається також його охолодження.

За принципом дії мокрі пиловловлювачі підрозділяються на зрошувальні пристрої, барботажні і пінні апарати, пиловловлювачі ударно-інерційного типу, мокрі відцентрові пиловловлювачі, скрубери Вентури.

Процес фільтрації газів з метою очищення від твердих або рідких суспензій, що утримуються в них, полягає в пропусненні газів через те або інше тверде пористе середовище. Процес здійснюється за допомогою різного роду фільтрів контактної дії, у яких відбувається осадження часток у результаті дії інерційних і гравітаційних сил, теплового руху газових молекул і деяких інших фізичних явищ. Для поліпшення очищення газу деякі фільтруючі матеріали змочують оліями або водою. Високу ефективність очищення забезпечує шар з часток, що вловлюються, названий шаром автофільтрації. Однак утворення занадто товстого шару автофільтрації приводить до дуже високих гідравлічних опорів, а отже, і до великих енергетичних витрат. Тому потрібне періодичне примусове видалення частини накопиченого шару (регенерація фільтра), що забезпечує збереження високої ефективності осадження часток.

Хімічне очищення технологічних і димових газів від газоподібних компонентів, що утримуються в них, (сірчистого ангідриду, сірководню, хлору, хлористого водню й ін.) здійснюються методами адсорбції, абсорбції і хемосорбції (хімічної абсорбції).

Адсорбція являє собою процес поглинання газів або парів поверхнею твердих тіл (адсорбентів) і застосовується при незначному вмісті паро- і газоподібних компонентів у газі, що очищається. Адсорбенти використовуються у виді зерен розміром 2-8 мм або в пилоподібному стані. Забруднений газ пропускається через шар адсорбенту.

При абсорбції відбувається конвективна дифузія паро- і газоподібних компонентів газу, що очищається, у рідкі поглиначі (абсорбенти). Абсорбцію застосовують в основному для очищення вентиляційного повітря, що відсмоктується від травильних і гальванічних ванн, а також при очищенні технологічних газів. Процес абсорбції може здійснюватися з перервами або

безупинно. У першому випадку абсорбція протікає до повного насичення розчинника газоподібним компонентом; у другому газ, що очищається, знаходиться в постійному контакті зі свіжою промивною рідиною.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті виконання дослідження отримано наступні результати.

Встановлено, що серед методів біометричної аутентифікації особи найперспективнішим в плані точності та вартості реалізації є метод аутентифікації за відбитками пальців.

Встановлено, що на саму точність аутентифікації можуть впливати зовнішні та внутрішні фактори, зокрема це стан поверхні шкіри на кінчиках пальців, травми, опіки, різного роду пошкодження, забруднення тощо, а також неможливість забезпечення однакової сили притиснення пальців до поверхні сканерів відбитків, неоднакова орієнтація положення пальців на поверхні сканера тощо.

Для задачі аутентифікації особи на рисунку відбитка пальця виділяють типи ознак, які є індивідуальними і придатні для ідентифікації особи. Сьогодні, використовують два основні типи ознак, а саме локальні та глобальні.

Проаналізовано методи опрацювання зображень рисунків відбитків пальців, зокрема методи фільтрації, що ґрунтуються на застосуванні лінійних фільтрів, згладжуючих фільтрів, контрастопідвищуючих фільтрів, різницевих фільтрів та нелінійних фільтрів, зокрема порогових та медіанних.

Показано перспективи застосування до фільтрації зображень рисунків відбитків пальців фільтрів Габора.

Проаналізовано можливості, що їх може дати застосування перетворення та фільтрів Габора до обробки зображень рисунків відбитків пальців. Встановлено, що такий тип фільтрів залежить від частоти і напрямку квазіперіодичної структури зображення. Тому на початкових етапах фільтрації необхідною є побудова частотного та орієнтаційного полів для поточного зображення.

Запропоновано алгоритм опрацювання зображень рисунків відбитків пальців, який включає в себе процедури нормалізації зображень, зміни просторової орієнтації, бінаризації та фільтрації із застосуванням фільтрів Габоора. Для кожної процедури розроблено тексти програм для середовища Matlab із застосуванням стандартних інтегрованих в це середовище функцій.

В результаті опрацювання встановлено, що отримані після опрацювання розробленим алгоритмом зображення мають кращу якість, а виділення та ідентифікацію локальних та глобальних ознак можна проводити з підвищеною точністю. При цьому підвищується роздільна здатність рисунків та підвищення ефективності самого методу аутентифікації особи за рисунками відбитків пальців.



## Бібліографія

1. Ричард Э. Смит. Аутентификация: от паролей до открытых ключей = Authentication: From Passwords to Public Keys First Edition. — М.: Вильямс, 2002. — С. 432.
2. под. редакцией А.А. Шелупанова, С.Л. Груздева, Ю.С. Нахаева. Аутентификация. Теория и практика обеспечения доступа к информационным ресурсам. = Authentication. Theory and practice of ensuring access to information resources.. — М.: Горячая линия – Телеком, 2009. — С. 552.
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Аутентификация>
4. ISO / IEC 9594-8-98
5. Біометричні технології в ХХІ столітті та їх використання правоохоронними органами: посібник / В. П. Захаров, В. І. Рудешко; Львів. держ. ун-т внутр. справ. — 2-ге вид., допов. — Львів: ЛьвДУВС, 2015. — 491 с.
6. Голубев Г. А., Габриелян Б. А. Современное состояние и перспективы развития биометрических технологий // Нейрокомпьютеры. Разработка. Применение. № 10, 2004, – С. 39 – 46.
7. Бідюк П. Сучасні методи біометричної ідентифікації / П. Бідюк, В. Бондарчук // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні, 1(18) вип., 2009. – С. 137-146.
8. [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%B4%D0%B1%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BA\\_%D0%BF%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%86%D1%8F](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%B4%D0%B1%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BA_%D0%BF%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%86%D1%8F)
9. [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%84%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F\\_%D0%B7%D0%B0\\_%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%B4%D1%83%D0%B6%D0%BD%D0%BE%D1%8E\\_%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%84%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%B7%D0%B0_%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%B4%D1%83%D0%B6%D0%BD%D0%BE%D1%8E_%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D)

0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%BA%D0%BE%D1%8E\_%D0%BE%D0%BA%D0%B0

10. Алексеев В.Н., Астахов Ю.С., Басинский С.Н. Глава 2. Анатомия органа зрения // Офтальмология: Учебник для студ. мед. вузов / Е.А.Егоров. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. — С. 12 - 29. — 240 с.

11. <https://sites.google.com/site/biometriy/dinamiceskie-metody/identifikacia-no-golosu-i-osobennostam-reci>

11. Daugman, J.G. (1993). High confidence visual recognition of persons by a test of statistical independence. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 15 (11). с. 1148–1161.

12. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D1%8F>

13. Дактилоскопия и дактилоскопическая экспертиза: практическое пособие / И. А. Анищенко [и др.]; под ред. И. А. Анищенко. – М., 2011. – 200 с.

14. Пономарев, В. В. Экспертное исследование папиллярных узоров при их фрагментарном отображении в следах: учебно-методическое пособие / Пономарев В.В. – М., 2014. – 81 с.

15. <https://studfile.net/preview/2873879/>

16. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений – 3-е издание, исправленное и дополненное. – М.: Техносфера, 2012. – 1104 с.

17. [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80\\_%D0%93%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80_%D0%93%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0)

18. Сойфер В.А. Методы компьютерной обработки изображений. – Физматлит, 2003. – С. 459.

19. Преобразование Габора и непрерывное вейвлетное преобразование для модельных импульсных сигналов / Д.А. Андреев, С.В.

Божокин, И.Д. Веневцев, К.Т. Жунусов. – Журнал технической физики, 2014, том 84, вып. 10. – С. 10-15.

20. Лоза В.Н. Повышение информативных свойств спектрального представления сигналов сложной формы с помощью кратковременного преобразования Габора / Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – Київ, 2014 – С. 54-57.

# ДОДАТКИ

## КОД ФУНКЦІЇ ПОБУДОВИ ПОЛЯ НАПРЯМКІВ

```
function [orient] = orient_grad (img)
[mod, dir] = imgradient (img);
for a = (1: size (mod,1))
for b = (1: size (mod,2))
if (dir (a,b) >=0)
line_dir (b) = dir (a,b) - 90;
else
line_dir (b) = dir (a,b) +90;
end
end
if a==1
dir_new = line_dir;
else
dir_new = cat (1, dir_new, line_dir);
end
end
win_size = 9;
for a = (fix (win_size/2) +1: win_size: size (dir_new,1) - fix (win_size/2))
for b = (fix (win_size/2) +1: win_size: size (dir_new,2) - fix (win_size/2))
count_plus = 0;
count_min = 0;
for c = (1: win_size)
for d = (1: win_size)
if dir_new (a- (fix (win_size/2) +1) +c, b- (fix (win_size/2) +1) +d) >=0
count_plus = count_plus + 1;
else
```

```

count_min = count_min + 1;
end
end
end
aver = 0;
for c = (1: win_size)
for d = (1: win_size)
if count_plus>count_min % if pluses more, then.
if dir_new (a- (fix (win_size/2) +1) +c, b- (fix (win_size/2) +1) +d) >=0
aver = aver+ double (dir_new (a- (fix (win_size/2) +1) +c, b- (fix (win_size/2) +1)
+d));
end
else %else
if dir_new (a- (fix (win_size/2) +1) +c, b- (fix (win_size/2) +1) +d) <0
aver = aver + double (dir_new (a- (fix (win_size/2) +1) +c, b- (fix (win_size/2) +1)
+d));
end
end
end
end
% count averege angle
if count_plus>count_min
aver = aver/count_plus;
else
aver = aver/count_min;
end
% save value in matrix
orient_line (fix (b/win_size) +1) = aver;
end

```

```
if a==fix (win_size/2) +1
orient = orient_line;
else
orient =cat (1, orient, orient_line);
end
end
end
```

## Код функції візуалізації поля напрямків

```
function [output_img] = show_orient (img)
img = img*pi/180;
for x= (1: size (img,1) /5)
img_line = show (img,x);
if (x==1)
output_img = img_line;
else
output_img = cat (1, output_img, img_line);
end
end
imtool (output_img)
end
function [img_out] = show (img, x)
line = zeros (15,15);
for a = (3: 13)
line (8,a) = 255;
end
a = (x-1) *5+3;
for b = (3: 5: size (img,2) - 2)
sum = 0
for c = (1: 5)
for d = (1: 5)
sum = sum + img (a-3+c, b-3+d);
end
end
sum = sum/25;
```



```
orient = imrotate (line, sum*180/pi, 'crop');
orient = imadjust (orient, [0 1], [1 0]);
if (b==3)
for c = (1: 15)
for d = (1: 15)
img_out (c, (b-3) *3+d) = orient (c, d);
end
end
else
img_out = cat (2, img_out, orient);
end
end
end
```

Текст програми, яка реалізує генерацію фільтра Габора.

```
function gb=gabor_fn (theta)
bw = 2;
gamma = 1;
psi = 1;
lambda = 6;
theta = (theta+90) *pi/180;
sigma = lambda/pi*sqrt (log (2) /2) * (2^bw+1) / (2^bw-1);
sigma_x = sigma;
sigma_y = sigma/gamma;
sz = 9;
if mod (sz,2) ==0, sz=sz+1; end
[x y] =meshgrid (-fix (sz/2): fix (sz/2),fix (sz/2): - 1: fix (-sz/2));
x_theta=x*cos (theta) +y*sin (theta);
y_theta=-x*sin (theta) +y*cos (theta);
gb=exp (-0.5* (x_theta. ^2/sigma_x^2+y_theta. ^2/sigma_y^2)). *cos
(2*pi/lambda*x_theta+psi);
end
```

Текст програми, який реалізує накладення фільтра Габора на  
зображення

```
function [img] = gabor_filter (img, orient)
img_m = zeros (19, size (img,1),size (img,2));
for c = 0: 10: 180
gab = gabor_fn (c);
img_m ( (c) /10+1,:,:) = imfilter (img, gab);
end
for a = 1: size (img, 1)
for b = 1: size (img,2)
if (orient (a,b) >=175)
orient (a,b) = 1;
end
end
end
for a = 1: size (img, 1)
for b = 1: size (img,2)
img (a,b) = img_m (round (orient (a,b) /10) +1,a,b);
end
end
end
```

УДК 621.391

**А. Вапляк, П. Пронів, В. Дозорський**

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДУ БІОМЕТРИЧНОЇ АВТЕНТИФІКАЦІЇ ЛЮДИНИ ЗА ВІДБИТКАМИ ПАЛЬЦІВ**

Враховуючи рівень розвитку науково-технічного прогресу, всесторонню інтеграцію в діяльність кожної людини технічних засобів накопичення, зберігання та обміну даними, важливим є завдання забезпечення необхідного рівня захисту інформації, що полягає у застосуванні методів і засобів для забезпечення цілісності, конфіденційності та обмеження доступності інформації з метою унеможливлення завдання шкоди власникам такої інформації. Важливим, при цьому, є забезпечення контролю доступу до певних даних, що полягає у наданні доступу для авторизованих користувачів та обмеження доступу для інших користувачів, що унеможливить загрози несанкціонованого доступу, витоку або розголошення конфіденційної інформації. В свою чергу, такий контроль може застосовуватись і для обмеження доступу до складських, технологічних, архівних приміщень на виробництві тощо. Процедура розпізнавання користувача автоматизованою технічною системою контролю доступу полягає в його ідентифікації на основі аналізу його особистого ідентифікатора, автентифікації та наступної авторизації. Практично в усіх випадках процедура автентифікації користувача включає в себе процедуру ідентифікації. Тому важливим є забезпечення необхідної надійності результатів автентифікації користувачів в системах контролю доступу.

Одним із методів автентифікації з підвищеною надійністю є біометрична автентифікація, яка полягає в оцінюванні певних індивідуальних антропометричних параметрів людини – користувача, та включає в себе способи автентифікації особи за голосом, відбитками пальців, геометрією руки, візерунком райдужної оболонки ока, сітківки ока, голосом тощо. При цьому, найбільш простим в плані технічної реалізації є метод голосової автентифікації, однак і надійність результатів такої автентифікації є найнижчою. Найбільш надійним є метод автентифікації за райдужною оболонкою та сітківкою ока. Однак цей метод відрізняється особливою складністю та вартістю технічної реалізації. Оптимальним сьогодні вважається метод автентифікації, який ґрунтується на аналізі рисунка відбитків пальців особи. Такий спосіб широко використовується в криміналістиці (дактилоскопія), при проходженні митного контролю тощо.

Попри високу надійність методу (біологічна повторюваність рисунка відбитків пальців не перевищує  $10^{-5}\%$ ) існує значна кількість факторів, які впливають на результат автентифікації, зокрема якість рисунка на поверхні пальців (пошкодження шкіри, механічне стирання рисунка, бруд тощо), чутливість сканерів та засобів опрацювання відсканованих рисунків відбитків пальців тощо. Незадовільна якість рисунка на поверхні сканованого пальця може бути компенсована шляхом використання рисунків інших пальців тієї ж або іншої руки. Актуальним залишається завдання удосконалення методів опрацювання відсканованих зразків для підвищення ефективності методу автентифікації особи за рисунком відбитків пальців.

### **Література.**

1. Біометричні технології в ХХІ столітті та їх використання правоохоронними органами: посібник / В. П. Захаров, В. І. Рудешко; Львів. держ. ун-т внутр. справ. — 2-ге вид., допов. — Львів: ЛьвДУВС, 2015. — 491 с.