

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ
КАФЕДРА ПРОГРАМУВАННЯ ТА МАТЕМАТИКИ

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

**на тему «Розробка методів та програмних засобів ідентифікації
людини по райдужній оболонці ока»**

Виконав: студент 2 курсу, групи ІСТ-20дм
спеціальності 126 „Інформаційні системи та
технології”

_____ Федоров Д.С.
(підпис)

Керівник,

доцент, д.т.н. _____ Лифар В.О.
(підпис)

Рецензент,

доцент, к.т.н. _____ Кряжич О.О.
(підпис)

СЄВЕРОДОНЕЦЬК
2021 року

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет інформаційних технологій та електроніки
Кафедра програмування та математики
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Спеціальність 126 „Інформаційні системи та технології”

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ПМ,
д.т.н., доцент
_____ Лифар В.О.
« ___ » _____ 2021 р.

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Федорову Д.С.

1. Тема роботи Розробка методів та програмних засобів ідентифікації людини по райдужній оболонці ока.

керівник роботи Лифар Володимир Олексійович

затверджені наказом вищого навчального закладу від 30.11.2021 року
№182/15.16

2. Строк подання студентом роботи 20 грудня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи

Об'єктом даної роботи є біометричні методи ідентифікації людини.

3.1 Літературні джерела:

1. Павельєва Е. А., Крылов А. С. Алгоритм сравнения изображений радужной оболочки глаза на основе ключевых точек // Информатика и её применения. — 2011. — Т. 5, № 1. — С. 68 - 72.

2. Біометрія як універсальний спосіб ідентифікації людини [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bablyukh.clan.su/publ/1-1-0-4>.

3. Дж. Даугман. High confidence visual recognition of persons by a test of statistical independence [Електроний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.cl.cam.ac.uk/~jgd1000/PAMI93.pdf>.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
 - 4.1 Вступ
 - 4.2 Аналіз предметної галузі (огляд літератури), з висвітленням наступних питань:
 - Огляд біометричних технологій.
 - Класифікація біометричних методів ідентифікації і аутентифікації особистості.
 - Особливості статичних і динамічних методів біометричного контролю.
 - 4.3 Основна частина, в якій висвітлити:
 - Інформаційну модель ідентифікації за райдужною оболонкою ока.
 - Програмну реалізацію програмного комплексу з можливістю збереження даних обчислених штрих-кодів і пошуку та ідентифікації особи.
 - 4.4 Висновки
 - 4.4 Перелік використаних джерел
5. Перелік графічного матеріалу немає
6. Дата видачі завдання 10 вересня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Одержання завдання на виконання роботи	10.09.21	
2	Укладання і погодження з керівником плану і етапів виконання роботи	20.09.21	
3	Узагальнення даних літературних джерел, укладання розділу «Аналіз предметної галузі»	25.09.21	
4	Аналіз шляхів виконання завдання. Вибір і погодження з керівником оптимального шляху	30.09.21	
3	Проектування інформаційної моделі задачі що реалізується.	15.10.21	
5	Укладання та тестування програмного продукту	30.10.21	
6	Укладання, оформлення та погодження пояснювальної записки з керівником	15.11.21	
7	Здача готової пояснювальної записки на кафедрі	15.12.21	
8	Укладання доповіді і презентації	20.12.21	

Студент

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ І ОЦІНЮВАННЯ
дипломної роботи студента гр. ІСТ-20дм Федорова Д.С.

Науковий керівник

Доцент, д.т.н. _____

Лифар В.О.

Оцінка наукового керівника: _____

Рецензент _____

ПІБ, місто роботи, посада

Оцінка рецензента: _____

Кінцева оцінка за результатами захисту:

Голова ЕК

підпис

Лифар В.О.

РЕФЕРАТ

Текст – 59, рис. – 23, табл. – 10, додатків – 2, літературних джерел – 15

У ході виконання даної дипломної роботи були проведені дослідження предметної області біометричної ідентифікації та аутентифікації особистості, заснованої на скануванні райдужної оболонки ока.

Метою роботи є використання біометричного методу для розробки програмного комплексу, що дозволяє проводити ідентифікацію особистості.

В інтегрованій середовищі розробки Embarcadero RAD Studio XE8 розроблений програмний комплекс аналізу і побудови спектрального штрих-коду (колірної гістограми) райдужної оболонки ока. Колірна гістограма використовується для розпізнавання зображення райдужної оболонки ока. Для організації роботи бази даних була застосована модель багатокomпонентних об'єктів пакету Microsoft Office. Функціонал табличного редактора був використаний для збереження даних обчислених штрих-кодів і для пошуку та ідентифікації людини серед наявних штрих-кодів.

Результати роботи, зокрема, розроблене програмне забезпечення може бути практично використане в багатьох галузях, пов'язаних із забезпеченням санкціонованого доступу до інформації і матеріальних об'єктів, наприклад, при автоматизації проходження паспортного контролю та митного огляду, включаючи моментальну ідентифікацію особи в аеропорту або на вокзалі.

Ключові слова: БІОМЕТРИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ. ІДЕНТИФІКАЦІЯ. РАЙДУЖНА ОБОЛОНКА. СПЕКТРАЛЬНИЙ ШТРИХ-КОД.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ БІОМЕТРИЧНИХ МЕТОДІВ	
ІДЕНТИФІКАЦІЇ.....	10
1.1 Огляд біометричних технологій.....	10
1.2 Фірми-представники біометричних систем.....	11
1.3 Класифікація біометричних методів ідентифікації і аутентифікації особистості.....	13
1.4. Особливості статичних методів біометричного контролю.....	14
1.4.1 Ідентифікація по малюнку капілярних ліній.....	14
1.4.2 Ідентифікація по райдужній оболонці очей.....	16
1.4.3 Ідентифікація за геометрією обличчя.....	17
1.4.4 Ідентифікація по венозному малюнку руки.....	20
1.4.5 Ідентифікація по капілярах сітчатки очей.....	21
1.5. Особливості динамічних методів біометричного контролю.....	22
1.5.1 Ідентифікація за почерком і динаміці підпису.....	22
1.5.2 Ідентифікація по голосу і особливостям мови.....	24
1.5.3 Ідентифікація по ритму роботи на клавіатурі.....	25
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ МЕТОДА І ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЗА РАЙДУЖНОЮ ОБОЛОНКОЮ ОКА.....	27
2.1 Обґрунтування доцільності вибору методу ідентифікації за райдужною оболонкою ока.....	27
2.2 Фізіологічні параметри ока для використання в цифрових системах.....	28
2.3 Дослідження методів кодування шаблону сітківки ока.....	30
2.4 Технологія розпізнавання сітківки.....	31
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕННЯ РАЙДУЖНОЇ ОБОЛОНКИ ОКА.....	33
3.1 Загальний алгоритм та етапи рішення задачі.....	33
3.2 Вибір середовища програмування і бази даних.....	35

3.3 Програмна реалізація алгоритму.....	36
3.4 Тестування розробленого програмного забезпечення.....	42
ВИСНОВКИ.....	46
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	47
ДОДАТОК А.....	49
ДОДАТОК Б.....	54

ВСТУП

Актуальність досліджень. У наш час паролі, персональні ідентифікаційні номери, електронні цифрові підписи і спеціальні ідентифікаційні картки стали життєвою необхідністю. Наприклад, щоб отримати готівку з банкомату, Вам знадобиться код PIN, щоб отримати доступ до поштової програмою або до певної категорії комп'ютерних даних, необхідний пароль. У світлі останніх подій, що відбуваються в світі, особливо у зв'язку зі зростанням активності міжнародного тероризму, питанням безпеки приділяють все більш пильну увагу. Таким чином, людина повинна зберігати в своїй пам'яті величезну кількість різних комбінацій цифр і букв. Щоб полегшити долю сучасної людини, компанії, що спеціалізуються на виробництві комп'ютерів, почали займатися розробкою біометричних технологій. Біометрія - це наука, що вивчає можливості використання різних характеристик людського тіла (будь то відбитки пальців або унікальні властивості людської зіниці або голосу) для ідентифікації кожної конкретної людини. Користуючись біометричними технологіями, людина ніколи не зможе забути необхідний йому пароль або код, оскільки його великий палець, голос або зіниця ока завжди перебувають з ним.

До недавнього часу вважалося, що самий надійний метод біометричної ідентифікації та аутентифікації особистості - це метод, заснований на сканування сітчатки ока. Він містить в собі кращі риси ідентифікації за райдужною оболонкою і по венах руки. Папілярний малюнок сітчатки очей утворюється кровоносними судинами на поверхні райдужки. З цих судин складаються складні візерунки, які володіють властивостями індивідуальності та неповторності (капілярний малюнок райдужки очей розрізняється навіть у близнюків), що дозволяє абсолютно надійно ідентифікувати особу. Сканери для сітчатки ока отримали велике поширення при організації доступу до надсекретних систем, оскільки гарантують один з найнижчих відсотків відмови у доступі зареєстрованих користувачів і майже нульовий відсоток помилок.

Отриманий малюнок сітчатки ока - це растр, який можна описати особливим чином, ґрунтуючись на будові капілярного візерунка. Виявивши структуру малюнка сітчатки ока її можна порівняти з іншими малюнками і виявити ті, які є аналогічними або ж сказати, що малюнки різні.

Об'єкт досліджень: біометричні методи ідентифікації людини.

Предмет досліджень: комп'ютерна модель біометричної технології, яка використовується для ідентифікації та аутентифікації особистості.

Мета дослідження: використання біометричного методу для розробки програмного комплексу, що дозволяє проводити ідентифікацію особистості.

Завдання дослідження:

- a) провести аналітичний огляд літератури по методам ідентифікації особистості і розглянути різні біометричні методи ідентифікації;
- b) виділити переваги і недоліки кожного з методів і порівняти біометричні дані з різних аспектів і створити інформаційну модель ідентифікації за райдужною оболонкою ока;
- c) розробити програмний комплекс, який проводить ідентифікацію та виявляє ознаки, які необхідні для виконання параметризації і формування штрих-коду райдужки;
- d) створити програмну можливість збереження обрахованого штрих-коду оболонки в базі даних табличного редактора Excel.

Методологічна й теоретична основа дослідження: методи біометричної ідентифікації та аутентифікації.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані результату роботи можуть бути використані в різних галузях, пов'язаних із забезпеченням безпеки доступу до інформації і матеріальних об'єктів, а також в задачах унікальної ідентифікації особистості, а розроблене програмне забезпечення здатне зберігати, порівнювати і знаходити схожі спектральні штрих-коди, а тому дає можливість ідентифікувати людину, якій належить аналізуєме зображення райдужки ока.

РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ БІОМЕТРИЧНИХ МЕТОДІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ

1.1. Огляд біометричних технологій

Біометричні технології засновані на біометрії, вимірі унікальних характеристик окремо взятої людини. Це можуть бути як унікальні ознаки, отримані ним з народження, наприклад: ДНК, відбитки пальців, райдужна оболонка ока; так і характеристики, набуті з часом або ж здатні змінюватися з віком або зовнішнім впливом. Наприклад: почерк, голос або хода.

Біометрична ідентифікація - це спосіб ідентифікації особи по окремим специфічним біометричним ознаками (ідентифікаторах), властивим конкретній людині.

Біометрична аутентифікація - це впізнання індивідуума на основі його фізіологічних характеристик і поведінки [1]. Аутентифікація проводиться за допомогою комп'ютерної технології без якого-небудь порушення особистої сфери людини. Зібрані таким чином в базі даних прикмети людини порівнюються з тими, які актуально реєструються системами безпеки.

Біометричні технології активно застосовуються в багатьох галузях пов'язаних із забезпеченням безпеки доступу до інформації і матеріальним об'єктам, а також в задачах унікальної ідентифікації особистості.

Застосування біометричних технологій різноманітні: доступ до робочих місць і мережних ресурсів, захист інформації, забезпечення санкціонованого доступу до певних ресурсів [2]. Ведення електронного бізнесу та електронних урядових справ можливо лише після дотримання певних процедур з ідентифікації особистості [7]. Біометричні технології використовуються в області безпеки банківських звернень, інвестування та інших фінансових переміщень, а також роздрібною торгівлі, охороні правопорядку, питаннях охорони здоров'я, а також у сфері соціальних послуг. Біометричні технології в недале-

кому майбутньому будуть відігравати головну роль у питаннях персональної ідентифікації в багатьох сферах. Застосовувані окремо чи використовувані спільно зі смарт-картами, ключами і підписами, біометрія скоро стане застосовуватися у всіх сферах економіки і приватного життя [12]. Області застосування біометричних технологій наведені у додатку А.

Крім основних секторів застосування в даний час починається активне використання біометрії і в деяких інших областях, таких як:

- а) гральний бізнес. Біометрія використовується по двох напрямках: перевірка всіх осіб, які перебувають у "чорних списках" (аналог масової ідентифікації по особам, використовуваної в аеропортах), а також як система ідентифікації і платіжний засіб постійних клієнтів [5, 10];
- б) ідентифікація в мобільних пристроях, таких як мобільні телефони, компактні ПК і т.д.;
- с) у транспортній галузі як платіжний засіб [8];
- д) електронні системи голосування (використовуються замість карток);
- е) медицина. Біометрія використовується для ідентифікації медичних працівників при отриманні доступу до закритих даних і для електронного підпису записів в історії хвороби.

1.2. Фірми-представники біометричних систем

Компанія Ekey biometric systems GmbH - заснована в 1999 році австрійська компанія з біометричних систем доступу за відбитками пальців, на сьогоднішній день є компанією №1 в цій області. Слоган: «ваш палець - это ключ».

Компанія BioLink - створена в 2000 році і за цей час перетворилася в провідного російського розробника, постачальника і провайдера рішень у сфері біометричної ідентифікації [2]. Компанія встигла здійснити не тільки в Росії, але і за кордоном ряд великомасштабних проектів (у тому числі щодо

створення системи реєстрації жителів Сан-Франциско, що отримують допомогу і соціальні пільги, а також системи реєстрації виборців у Нігерії).

Численні партнери компанії BioLink за кордоном об'єднані в Біометричний альянс - унікальне співдружність провідних постачальників передових рішень і систем на основі біометричної ідентифікації.

Ряд фірм США (Miros, Lau Technologies, Identification Technologies International) вже розробили системи ідентифікації людини за обличчям, діючи подібно поліцейському, який перевіряє права водія автомобіля і порівнює його обличчя з фотографією в пред'явленому документі.

За даними фірми Master Card (США), яка розробила оптичну біометричну систему ідентифікації за відбитками пальців, з часу встановлення в 1996 р. цієї системи в офісах фірми було перевірено 6700 відвідувачів. Фірма вважає, що ця система є найбільш зручною для власників кредитних карток.

В системі ідентифікації фірми San Bruno (США) використовується світлодіод з випромінюванням в ближній інфрачервоній області спектру для бічного освітлення пальців і отримання рельєфного дактилоскопічного малюнка.

Фірма Fingermatrix (США) розробила принтери для одного і десяти пальців, в яких оптична система розташовується під ванночкою зі спиртом і водою. Шар рідини захищає поверхню, на якій відтворюється зображення, від забруднення і підвищує світло пропускання.

Інша американська фірма Quatalmage розробила більш досконалий корелятор, в якому застосовано створений фірмою просторовий модулятор світла високої швидкодії (час відгуку 1 мкс) з роздільною здатністю 200 ліній/мм. Сформоване комп'ютером зображення направляється в два сегнетоелектричних просторових модулятора світла, опромінюється світлом лазерного діода з довжиною хвилі 830 нм. Лазерний промінь проходить через об'єктив перетворювача Фур'є. Швидкодіючий просторовий модулятор світла підсилює перетворене з Фур'є зображення. Другий лазерний промінь з довжи-

ною хвилі випромінювання 850 нм зчитує посилене зображення і переносить результати назад через об'єktiv перетворювача Фур'є на інтелектуальний чутливий елемент, здатний виявляти піки кореляції при порівнянні до 4000 відбитків пальців в 1 с.

Основні біометричні засоби захисту інформації, що надаються сьогодні російським ринком забезпечення безпеки, наведені в додатку Б, технічні характеристики деяких біометричних систем представлені в додатку В.

1.3. Класифікація біометричних методів ідентифікації і аутентифікації особистості

Класифікація біометричних методів ідентифікації і аутентифікації особистості представлена на рис.1.1, статистика використання біометричних методів ідентифікації [8] на рис 1.2 (коливання даних на 15-20 %).



Рис. 1.1. - Класифікація біометричних методів ідентифікації і аутентифікації особистості

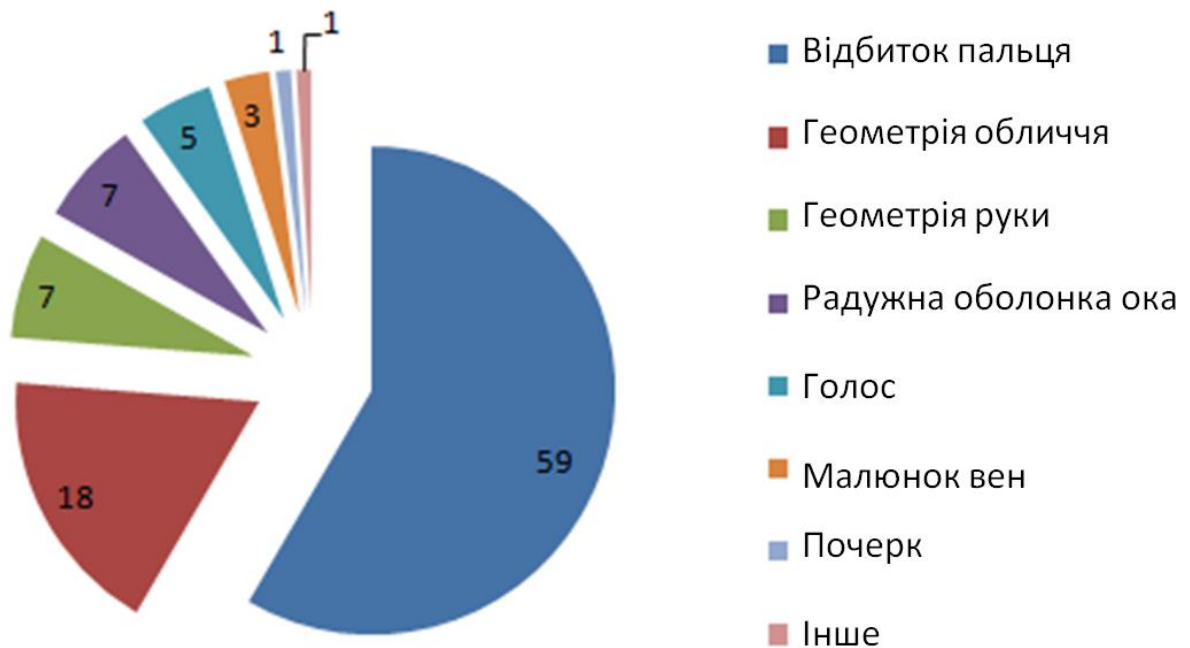


Рис. 1.2 - Статистика використання біометричних методів ідентифікації

Передбачається використовувати такі унікальні статичні методи, як ідентифікація по піднігтьового шару шкіри, за обсягом зазначених для сканування пальців, формі вуха, запаху тіла, і динамічні методи-ідентифікація по руху губ при відтворенні кодового слова, за динамікою повороту ключа в дверному замку і т. д.

1.4. Особливості статичних методів біометричного контролю

1.4.1. Ідентифікація по малюнку папілярних ліній

Дактилоскопія (розпізнавання відбитків пальців) - найбільш розроблений на сьогоднішній день біометричний метод ідентифікації особи. Каталізатором розвитку методу послужило його широке використання в криміналістиці ХХ століття.

Кожна людина має унікальний папілярний візерунок відбитків пальців (рис.1.2), завдяки чому і можлива ідентифікація. Зазвичай алгоритми викори-

стовують характерні точки на відбитках пальців: закінчення лінії візерунка, розгалуження лінії, поодинокі точки [9].



Рис. 1.3. - Папілярний візерунок відбитка пальця

Додатково залучається інформація про морфологічній структурі відбитка пальця: відносне положення замкнених ліній папілярного узору, арочних і спіральних ліній. Особливості папілярного узору перетворюються в унікальний код, який зберігає інформативність зображення відбитка. І саме «коди відбитків пальців» зберігаються в базі даних, використовуваної для пошуку і порівняння. Час переведення зображення відбитка пальця у код і його ідентифікація зазвичай не перевищують 1с, в залежності від розміру бази. Час, витрачений на піднесення руки, не враховується. В таблиці 1.1. наведені переваги та недоліки методу на основі відбитку пальця.

Таблиця 1.1.

Переваги та недоліки методу на основі відбитку пальця

переваги методу	недоліки методу
<ul style="list-style-type: none"> - висока достовірність - статичні показники методу вище показників способів ідентифікації по обличчю, голосу, розпису; - низька вартість пристроїв, скануючих зображення відбитка пальця; - досить проста процедура сканування відбитку. 	<ul style="list-style-type: none"> - папілярний візерунок відбитка пальця дуже легко пошкоджується дрібними подряпинами, порізами; - недостатня захищеність від підробки зображення відбитка, частково викликана широким поширенням методу

1.4.2. Ідентифікація по райдужній оболонці очей

Райдужна оболонка ока (рис.1.3) є унікальною характеристикою людини. Малюнок райдужної оболонки формується на восьмому місяці внутрішньоутробного розвитку, остаточно стабілізується у віці близько двох років і практично не змінюється протягом життя, окрім як в результаті сильних травм або різких патологій. Метод є одним з найбільш точних серед біометричних технологій [4].

Система ідентифікації особи за райдужною оболонкою ділиться на дві частини: пристрій захоплення зображення, його первинної обробки та передачі обчислювачеві; обчислювач, що виробляє порівняння зображення з зображеннями в базі даних, що передає команду про допуск виконавчому пристрою.

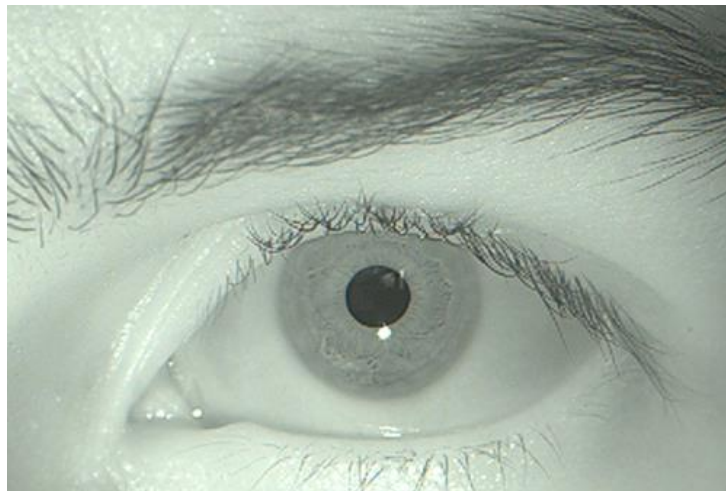


Рис. 1.4. - Райдужна оболонка ока

Час первинної обробки зображення в сучасних системах приблизно 300-500 мс, швидкість порівняння отриманого зображення з базою має рівень 50000-150000 порівнянь в секунду навіть на звичайному персональному комп'ютері. Така швидкість порівняння не накладає обмежень на застосування методу у великих організаціях при використанні в системах доступу. При використанні ж спеціалізованих обчислювачів і алгоритмів оптимізації пошуку стає навіть можливим ідентифікувати людину серед жителів цілої країни.

Таблиця 1.2.

Переваги та недоліки методу на основі райдужної оболонки ока

переваги методу	недоліки методу
<ul style="list-style-type: none"> - статистична надійність методу; - захоплення зображення райдужної оболонки можна проводити на відстані від декількох сантиметрів до декількох метрів, при цьому фізичний контакт людини з пристроєм не відбувається; - райдужна оболонка захищена від пошкоджень рогівкою; - велика кількість методів протидії підробкам 	<ul style="list-style-type: none"> - ціна системи для захоплення райдужної оболонки вище вартості сканера відбитка пальців і камери для захоплення 2D зображення обличчя.

1.4.3. Ідентифікація за геометрією обличчя

Існує безліч методів розпізнавання з геометрії обличчя. Всі вони засновані на тому, що риси обличчя і форма черепа кожної людини індивідуальні. Ця область біометрії багатьом здається привабливою, тому що ми пізнаємо один одного в першу чергу по обличчю [11, 12]. Дана область ділиться на два напрямки: 2D-розпізнавання і 3D-розпізнавання. У кожного з них є переваги і недоліки, проте багато що залежить ще і від області застосування і вимог, пред'явлених до конкретного алгоритму.

2D-розпізнавання обличчя - один із самих статистично неефективних методів біометрії. З'явився він досить давно і застосовувався, в основному, в криміналістиці, що і сприяло його розвитку. Згодом з'явилися комп'ютерні інтерпретації методу, в результаті чого він став більш надійним, але, безумовно, поступався і з кожним роком все більше поступається іншим біометричним методам ідентифікації особистості. В даний час через погані

статистичних показників він застосовується, в основному, в мультимодальній або, як її ще називають, перехресній біометрії.

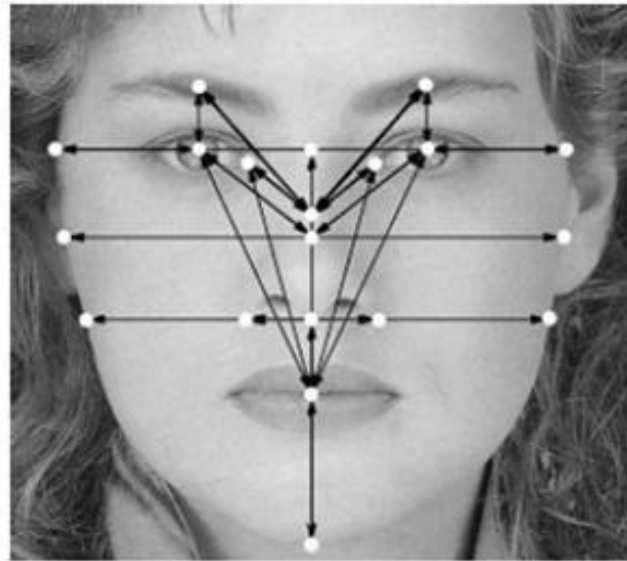


Рис. 1.5 - 2D-розпізнавання обличчя

Таблиця 1.3.

Переваги та недоліки методу на основі 2D-розпізнаванні обличчя

переваги методу	недоліки методу
<ul style="list-style-type: none"> - при 2D-розпізнаванні, на відміну від більшості біометричних методів, не потрібно дороге обладнання; - можливість розпізнавання на значних відстанях від камери. 	<ul style="list-style-type: none"> - низька статична достовірність; - пред'являються вимоги до висвітлення (наприклад, не вдається реєструвати обличчя входячих з вулиці людей в сонячний день); - для багатьох алгоритмів неприйнятність будь-яких зовнішніх перешкод, як, наприклад, окуляри, борода, деякі елементи зачіски; - обов'язково фронтальне зображення обличчя, з вельми невеликими відхиленнями; - багато алгоритми не враховують можливі зміни міміки обличчя, тобто вираз повинен бути нейтральним.

Реалізація даного методу представляє собою досить складне завдання. Незважаючи на це, в даний час існує безліч методів по 3D-розпізнаванню обличчя. Нижче розглядається один з найпоширеніших (рис.1.6).

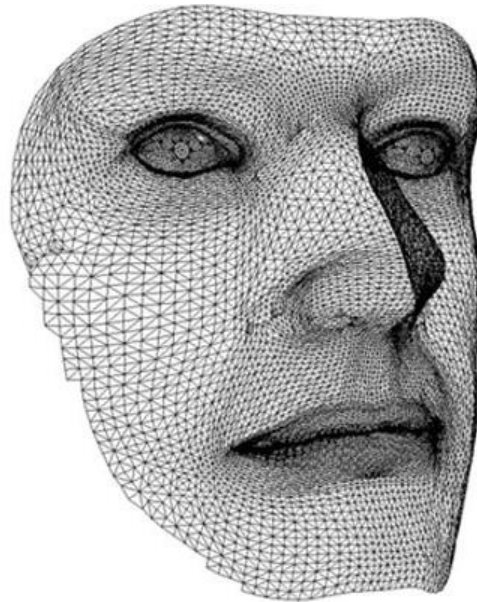


Рис. 1.6. - 3D- розпізнавання обличчя

Метод проектування шаблону полягає в тому, що на об'єкт (особу) проектується сітка [13]. Далі камера робить знімки з швидкістю десятки кадрів в секунду, і отримані зображення обробляються спеціальною програмою. Промінь, падаючий на викривлену поверхню, згинається - чим більше кривизна поверхні, тим сильніше вигин променя. Спочатку при цьому застосовувався джерело видимого світла, що подається через «жалюзі». Потім видиме світло було замінено інфрачервоним, яке володіє рядом переваг. Зазвичай на першому етапі обробки відкидаються зображення, на яких обличчя не видно взагалі або присутні сторонні предмети, що заважають ідентифікації. За отриманими знімками відновлюється 3D-модель обличчя, на якій виділяються і видаляються непотрібні перешкоди (зачіска, борода, вуса й окуляри). Потім проводиться аналіз моделі - виділяються антропометричні особливості, які в

підсумку й записуються в унікальний код, заносючи в базу даних. Час захоплення і обробки зображення становить 1-2 с для кращих моделей.

Таблиця 1.4.

Переваги та недоліки методу на основі 3D-розпізнаванні обличчя

переваги методу	недоліки методу
<ul style="list-style-type: none"> - відсутність необхідності контактувати зі пристроєм, який сканує; - низька чутливість до зовнішніх факторів, як на самій людині (поява окулярів, бороди, зміна зачіски), так і в його оточенні (освітленість, поворот голови); - високий рівень надійності, порівнянний з методом ідентифікації за відбитками пальців 	<ul style="list-style-type: none"> - велика вартість обладнання; - зміна міміки обличчя і перешкоди на вулиці погіршують статистичну надійність методу; - метод ще не досить добре розроблений, особливо порівняно з давно застосовується дактилоскопії, що ускладнює його широке застосування

1.4.4. Ідентифікація по венозному малюнку руки

Це нова технологія в сфері біометрії. Інфрачервона камера робить знімки зовнішньої або внутрішньої сторони руки. Малюнок вен формується завдяки тому, що гемоглобін крові поглинає інфрачервоне випромінювання. В результаті ступінь віддзеркалення зменшується і вени видно на камері у вигляді чорних ліній. Спеціальна програма на основі отриманих даних створює цифрову згортку. Не потрібен контакт людини зі скануючим пристроєм.



Рис. 1.7. - Венозний малюнок руки

Малюнок вен на долоні не змінюється з дворічного віку. Технологія порівняння по надійності з розпізнаванням по райдужній оболонці ока, але має ряд недоліків, зазначених нижче (таб. 1.5).

Таблиця 1.5.

Переваги та недоліки методу на основі венозного малюнка руки

переваги методу	недоліки методу
<ul style="list-style-type: none"> - відсутність необхідності контактувати зі скануючим пристроєм; - висока достовірність; - статистичні показники методу порівнянні з показниками райдужної оболонки 	<ul style="list-style-type: none"> - неприпустима засвітка сканера сонячними променями і променями галогенових ламп; - деякі вікові захворювання, наприклад артрит, сильно погіршують FAR та FRR; - метод менш вивчений в порівнянні з іншими методами біометрії

1.4.5. Ідентифікація по капілярах сітчатки очей

До останнього часу вважалося, що найнадійніший метод біометричної ідентифікації і аутентифікації особистості - це метод, заснований на скануванні райдужки ока. Він містить у собі кращі риси ідентифікації по райдужній оболонці і по венах руки. Сканер зчитує малюнок капілярів на поверхні сітківки ока. Сітківка має нерухому структуру, незмінну в часі, крім як в результаті очної хвороби, наприклад, катаракти. Сканування райдужки відбувається з використанням інфрачервоного світла низької інтенсивності, направленою через зіницю до кровоносних судин на задній стінці ока. Сканери райдужки ока набули широкого поширення в системах контролю доступу на особливо секретні об'єкти, так як у них один з найнижчих відсотків відмови в доступі зареєстрованих користувачів і практично не буває помилкового дозволу. На жаль, цілий ряд труднощів виникає при використанні цього методу біометрії. Сканером тут є вельми складна оптична система, а людина повинна

значний час не рухатися, поки система наводиться, що викликає неприємні відчуття.

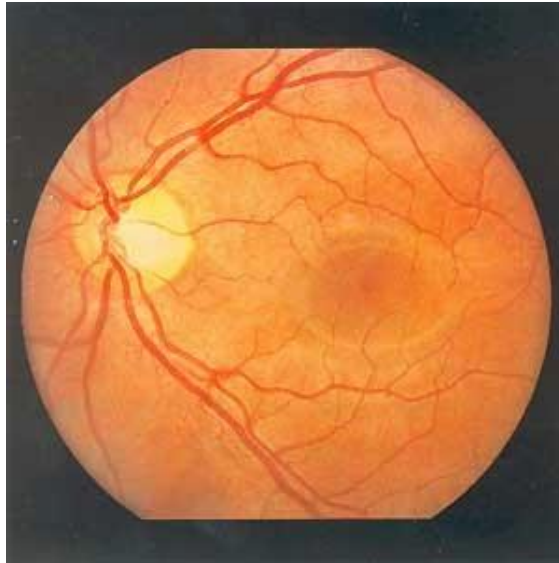


Рис. 1.8. - Капілярний малюнок сітчатки ока

Таблиця 1.6.

Переваги та недоліки методу на основі сітчатки ока

Переваги методу	Недоліки методу
<ul style="list-style-type: none"> - високий рівень статистичної надійності; - через низьку поширеність систем мала ймовірність розробки засобу їх «обману»; - безконтактний метод зняття даних 	<ul style="list-style-type: none"> - складна при використанні система з довгим часом обробки; - висока вартість системи; - відсутність широкого ринку пропозиції і, як наслідок, не достатня інтенсивність розвитку методу

1.5. Особливості динамічних методів біометричного контролю

1.5.1. Ідентифікація за почерком і динаміці підпису

Основою ідентифікації особистості по почерку і динаміці написання контрольних фраз (підписи) є унікальність і стабільність динаміки цього

процесу для кожної людини, характеристики якої можуть бути виміряні, переведені в цифровий вигляд і піддані комп'ютерній обробці [11]. Таким чином, при ідентифікації для порівняння вибирається не продукт письма, а сам процес.

Підпис - такий же унікальний атрибут людини, як і його фізіологічні характеристики. Одна з перспективних технологій аутентифікації заснована на унікальності біометричних характеристик руху людської руки під час письма. Зазвичай виділяють два способи обробки даних про підписи: просте порівняння із зразком і динамічну верифікацію. Перший вельми ненадійний, тому що заснований на звичайному порівнянні введеного підпису з зберігаючими в базі даних графічними зразками. Через те, що підпис не може бути завжди однаковим, цей метод дає великий відсоток помилок. Спосіб динамічної верифікації вимагає набагато більш складних обчислень і дозволяє в реальному часі фіксувати параметри процесу підпису, такі, як швидкість руху руки на різних ділянках, сила тиску і тривалість різних етапів підпису. Це дає гарантії того, що підпис не зможе підробити навіть досвідчений графолог, оскільки ніхто не в змозі в точності скопіювати поведінку руки власника підпису. Користувач, використовуючи стандартний дигитайзер і ручку, імітує свою звичайну підпис, а система зчитує параметри руху і звіряє їх з тими, що були заздалегідь введені в базу даних. При збігу образу підпису з еталоном система прикріплює до документу інформацію, що включає ім'я користувача, адресу його електронної пошти, посаду, поточний час і дату, параметри підпису, що містять кілька десятків характеристик динаміки руху (напрямок, швидкість, прискорення) та інші. Ці дані шифруються, потім для них обчислюється контрольна сума, і далі все це шифрується ще раз, утворюючи так звану біометричну мітку. Для налаштування системи знову зареєстрований користувач від п'яти до десяти разів виконує процедуру підписання документа, що дозволяє отримати усереднені показники і довірчий інтервал.

Ідентифікацію по підпису не можна використовувати всюди, зокрема, цей метод не підходить для обмеження доступу в приміщення або для доступу в комп'ютерні мережі. Однак у деяких областях, наприклад в банківській сфері, а також усюди, де відбувається оформлення важливих документів, перевірка правильності підпису може стати найбільш ефективним, а головне, необтяжливим і непомітним способом. До цих пір фінансове співтовариство не поспішало приймати автоматизовані методи ідентифікації підпису для кредитних карток і перевірки заяви, тому що підписи все ще занадто легко підробити. Це перешкоджає впровадженню ідентифікації особи за підписом у високотехнологічні системи безпеки.

Основна перевага підпису в порівнянні з використанням, наприклад, дактилоскопії в тому, що це поширений і загально визнаний спосіб підтвердження своєї особи (наприклад, при отриманні банківських вкладів). Цей спосіб не викликає «технологічного дискомфорту», як буває у випадку зняття відбитків пальців, що асоціюється з діяльністю правоохоронних органів. У той же час підробка динаміки підпису - справа дуже важко здійснювана (на відміну, від відтворення малюнка підпису). Причому завдяки розпису не на папері, а на сенсорній панелі, значно ускладнюється копіювання зловмисником її накреслення.

1.5.2. Ідентифікація по голосу і особливостям мови

Біометричний підхід, пов'язаний з ідентифікацією голосу, зручний у застосуванні. Однак основним і визначальним недоліком цього підходу є низька точність ідентифікації.

Причинами впровадження цих систем є повсюдне поширення телефонних мереж і практика вбудовування мікрофонів в комп'ютери та периферійні пристрої. В якості недоліків таких систем можна назвати фактори, що впливають на результати розпізнавання: перешкоди в мікрофонах, вплив навко-

лишнього оточення на результати розпізнавання (шум), помилки при вимовлені та ін.

Боротьба проти використання магнітофонних записів порольних фраз, вирішується генерацією системою псевдовипадкових паролів, які повторюються слідом за нею користувачем. Вибір параметрів мовного сигналу здатних щонайкраще описати індивідуальність голосу є, мабуть, найважливішим етапом при побудові систем автоматичної аутентифікації по голосу. Такі параметри сигналу, звані ознаками індивідуальності, крім ефективності подання інформації про особливості голосу диктора, повинні володіти рядом інших властивостей. По-перше, вони повинні бути легко вимірювані і мало залежати від заважаючих чинників навколишнього середовища (шумів і перешкод). По-друге, вони повинні бути стабільними в часі. По-третє, не повинні піддаватися імітації.

Завдання підвищення надійності розпізнавання може бути вирішена за рахунок залучення граматичної та семантичної інформації в системах розпізнавання мови. Для вирішення цього завдання розроблена модель вхідного мови, що враховує особливості їх граматичного і семантичного поведінки (28 основних граматичних класів, близько 300 граматичних розрядів слів), її комп'ютерне втілення - лінгвістична база знань (ЛБЗ) і лінгвістичний процесор (ЛП).

Сьогодні ідентифікація по голосу використовується для управління доступом в приміщення середнього ступеня секретності, наприклад, лабораторії виробничих компаній.

1.5.3. Ідентифікація по ритму роботи на клавіатурі

Сучасні дослідження показують, що клавіатурний почерк користувача володіє деякою стабільністю, що дозволяє досить однозначно ідентифікувати користувача.

В якості вихідних даних використовують тимчасові інтервали між натисканням клавіш на клавіатурі і час їх утримання. При цьому тимчасові інтервали між натисканням клавіш характеризують темп роботи, а час утримання клавіш характеризує стиль роботи з клавіатурою - різкий удар або плавне натискання.

У задачі ідентифікації користувача по клавіатурного почерку важливим етапом є обробка первинних даних. В результаті цієї обробки вхідний потік даних розділяється на ряд ознак, що характеризують ті чи інші якості ідентифікованої особистості. Надалі ці ознаки, піддаючись статистичній обробці, дозволяють отримати ряд еталонних характеристик користувача.

Ідентифікація користувача по клавіатурному почерку здійснюється в два етапи: навчання і ідентифікація.

На етапі навчання користувач вводить деяке число раз пропоновані йому тестові фрази. При цьому розраховуються і запам'ятовуються еталонні характеристики даного користувача. На етапі ідентифікації розраховані оцінки порівнюються з еталонними, на підставі чого робиться висновок про збіг або розбіжності параметрів клавіатурного почерку.

Однак існує ряд обмежень по застосуванню даного способу на практиці. Застосування способу ідентифікації по клавіатурного почерку доцільно тільки по відношенню до користувачів з достатньо тривалим досвідом роботи з комп'ютером і сформованим почерком роботи на клавіатурі, тобто до програмістів, секретарям і т. д. В іншому випадку ймовірність неправильного впізнання «легального» користувача істотно зростає і робить непридатним даний спосіб ідентифікації на практиці

РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ МЕТОДА І ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЗА РАЙДУЖНОЮ ОБОЛОНКОЮ ОКА

2.1. Обґрунтування доцільності вибору методу ідентифікації за райдужною оболонкою ока

У першому розділі були розглянуті різні біометричні методи ідентифікації, виділені переваги і недоліки кожного з них. Табл. 2.1 і 2.2 представляє порівняння біометричних даних з різних аспектів.

Таблиця 2.1

Порівняння різних біометричних технологій

Біометрія	Універсальність	Унікальність	Стабільність (незмінність)
Обличчя	висока	низька	середня
Відбиток пальців	середня	висока	висока
Геометрія руки	середня	середня	середня
Райдужка	висока	висока	висока
Сітківка	висока	висока	середня
Підпис	низька	низька	низька
Голос	середня	низька	низька

Таблиця 2.2

Порівняння різних біометричних технологій

Біометрія	Ефективність	Прийнятність	Стійкість до обману
Обличчя	низька	висока	низька
Відбиток пальців	висока	середня	висока
Геометрія руки	середня	середня	середня
Райдужка	висока	низька	висока
Сітківка	висока	низька	висока
Підпис	низька	висока	низька
Голос	низька	висока	низька

Як бачимо з таблиць 2.1 і 2.2, єдиність, універсальність, ефективність, стійкість до обману райдужки та сітківки ока високі, що робить їх досить перспективними для біометричного розпізнавання. Але прийнятність для користувачів обох цих біометричних даних є низькою. Так додаткові біометричні дослідження райдужної оболонки ока та сітківки повинні зробити ці методи більш прийнятними для користувачів.

Таке дослідження покликане забезпечити гарне розуміння природних здібностей людського ока; як ідентифікація особи на основі сітківки ока здійснюється в обчислювальних системах; які існують проблеми і що ще можна зробити, щоб поліпшити цей метод.

2.2. Фізіологічні параметри ока для використання в цифрових системах

Людське око являє собою складну систему, головною метою якої є найбільш точне сприйняття, первинна обробка та передача інформації, що міститься в електромагнітному випромінювання видимого світла. Рисунок 2.1 показує основні компоненти людського ока.

Світлові промені попадають від навколишніх предметів в око через роговицю. Роговиця в оптичному сенсі - це сильна збираюча лінза, яка фокусує розходяться у різні сторони світлові промені. Переломившись на передній і задній поверхні рогівки, світлові промені проходять безперешкодно через прозору рідину, що заповнює передню камеру, аж до райдужної оболонки. Зіниця, круглий отвір в радужці, дозволяє центрально розміщеним променям продовжити свою подорож всередину очей. Промені, які опинилися більш периферійно, затримуються пігментним шаром райдужної оболонки. Таким чином, зіниця не тільки регулює величину світлового потоку на сітківку, що важливо для пристосування до різних рівнів освітленості, але і відсіває бічні, випадкові, що викликають спотворення промені. Далі світ переломлюється кришталиком. Кришталик теж лінза, як і рогівка.

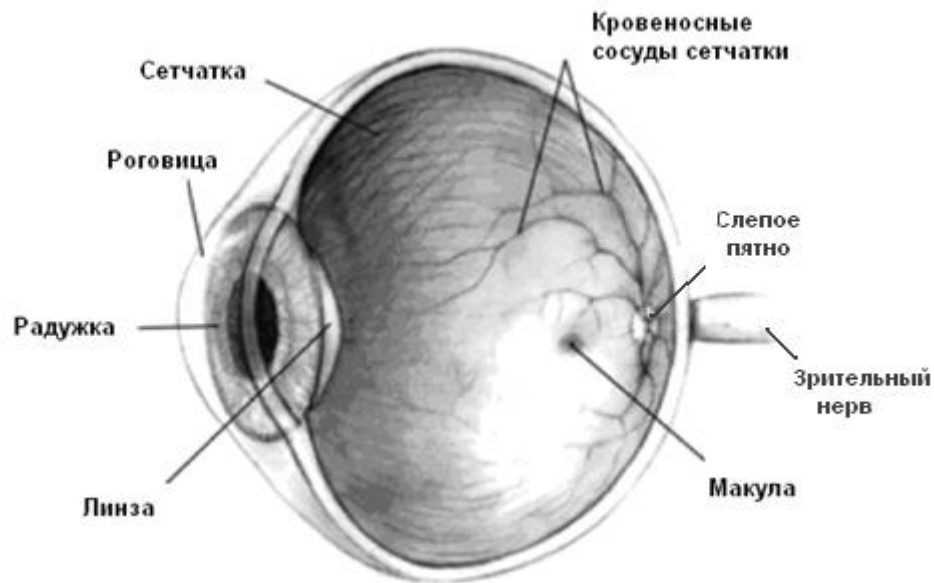


Рис. 2.1 - Основні компоненти людського ока

Промені світла, сфокусовані оптичною системою очей, потрапляють в кінцевому підсумку на сітківку. Сітківка служить свого роду шароподібним екраном, на який проектується навколишній світ.

Сітківку можна описати як шар складних кровоносних судин і нервових клітин на задній стінці очі. Сітківка ока складається з мільйонів фоторецепторів, функцією яких є зібрати промені світла, надіслані до них, і перетворювати в електричні імпульси, які пройдуть через зоровий нерв у мозок. Потім мозок перетворює ці імпульси в зображення.

Розрізняють два типи фоторецепторів, звані палички і колби. Існує близько 125 мільйонів паличок, які допомагають побачити світло в низької інтенсивності і ввести свій внесок у периферійний зір; близько 6 мільйонів колб, які допомагають побачити різні кольори. Рисунок 2.1 показує ці два типи фоторецепторів, існуючих в очах.

Макула (жовта пляма) - це центральна частина сітківки; місце найбільшою гостроти зору в сітківці ока. В клітинах жовтої плями міститься жовтий пігмент (звідси назва). В макулі є тільки, що відповідають за детальне кольорове зір.

Сліпе місце (оптичний диск) - наявна у кожному оці здорової людини область на сітківці, яка не чутлива до світла. Нервові волокна від рецепторів до сліпого місця йдуть поверх сітківки і збираються в зоровий нерв, який проходить крізь сітківку на іншу її бік і тому в цьому місці відсутні світлові рецептори.

2.3. Дослідження методів кодування шаблону сітківки ока

Офтальмологи першими відзначили відмінні риси сітківки ока і зазначили різницю шаблонів між лівим і правим очима однієї людини.

Два відомих дослідження підтвердили унікальність візерунка кровоносних судин сітківки. У 1935 році Саймон і Голдштейн довели унікальність дерева кровоносних судин очного дна для кожного індивідуума. Пізніше вийшла публікація, в якій пропонувалося використовувати фотографії зразків сітківки як засіб ідентифікації людей.

Друге дослідження провів доктор П. Тауер в 1950-х роках. Він виявив, що навіть у однойцевих близнят, візерунки кровоносних судин на сітківці ока є унікальними. За винятком деяких типів дегенеративних захворювань ока або випадків серйозної травми голови, малюнок розподілу кровоносних судин досить стійкий протягом всього життя людини.

Першим великим постачальником пристроїв сканування сітківки була компанія під назвою EyeDentify, створена в 1976 році.

Перший тип пристроїв, що використовується для отримання зображення сітківки ока, був створений для лікарів-офтальмологів. Перший справжній зразок сітківки був отриманий сканувальним обладнанням, розробленим в 1981 році, в якому використовувався інфрачервоний світло для підсвічування очного дна.

В даний час у сканерів сітківки ока (рис. 2.2) один з найнижчих відсотків відмови у доступі зареєстрованих користувачів і практично не буває по-

милкових дозволів доступу, хоча вікові зміни сітківки теж здатні вплинути на результат.

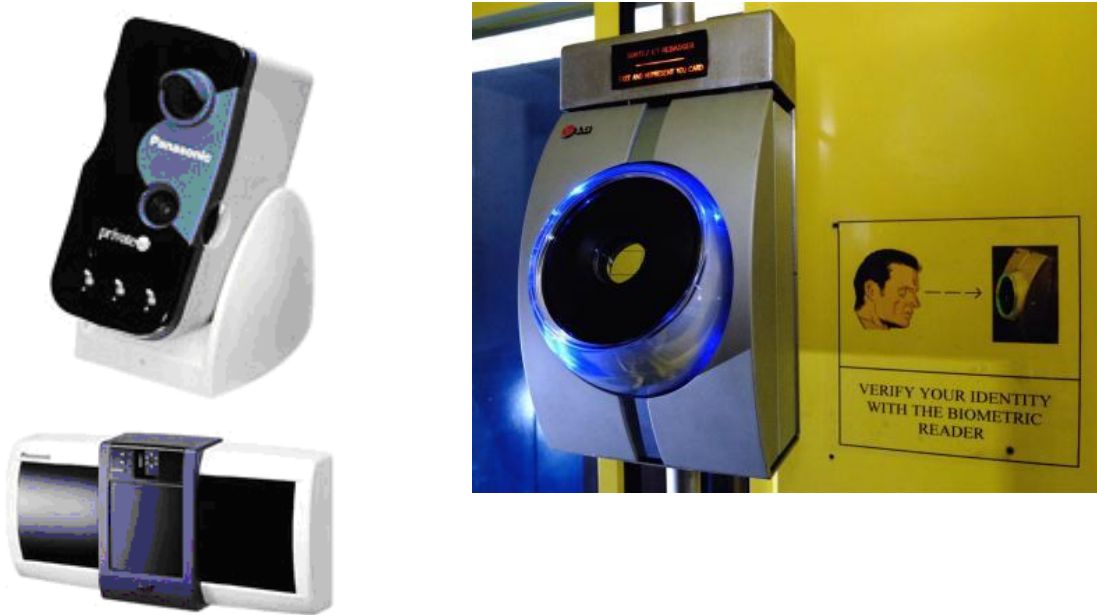


Рис. 2.2 - Сканери сітківки ока

Офтальмологи Леонард Флом та Арін Сафір отримали патент у 1987 році для опису методів та апаратури для розпізнавання по райдужній оболонці ока. Доктор Джон Daugman Кембриджського університету пізніше розробив алгоритми, математичні методи, а також методи кодування шаблону райдужної оболонки і порівнював їх ефективним чином.

2.4. Технологія розпізнавання сітківки

Ідентифікація за сітківці ока, як і будь-якої біометричної системі проходить чотири стадії:

- а) запис - фізичний або поведінковий зразок запам'ятовується системою;
- б) виділення - унікальна інформація виноситься з зразка і складається біометричний зразок;
- с) порівняння - збережений зразок порівнюється з представленим;

d) збіг/розбіжність - система вирішує, чи збігаються біометричні зразки, і виносить рішення.

Принцип реєстрації очного дна складний. Для цього користувач повинен наблизити очі до пристрою, що реєструє, на відстань не більше ніж 1-1,5 см. При скануванні користувач бачить обертове зелене світло, яке здійснює повний круг (360градусів) і захоплює зображення кровоносних судин сітківки ока через зіницю. Після зображення переводиться в «цифровий варіант». Надалі формується певний шаблон, в який входять тільки характерні особливості, властиві певному індивіду. Саме такі шаблони і зберігаються в базі даних (рис. 2.3).

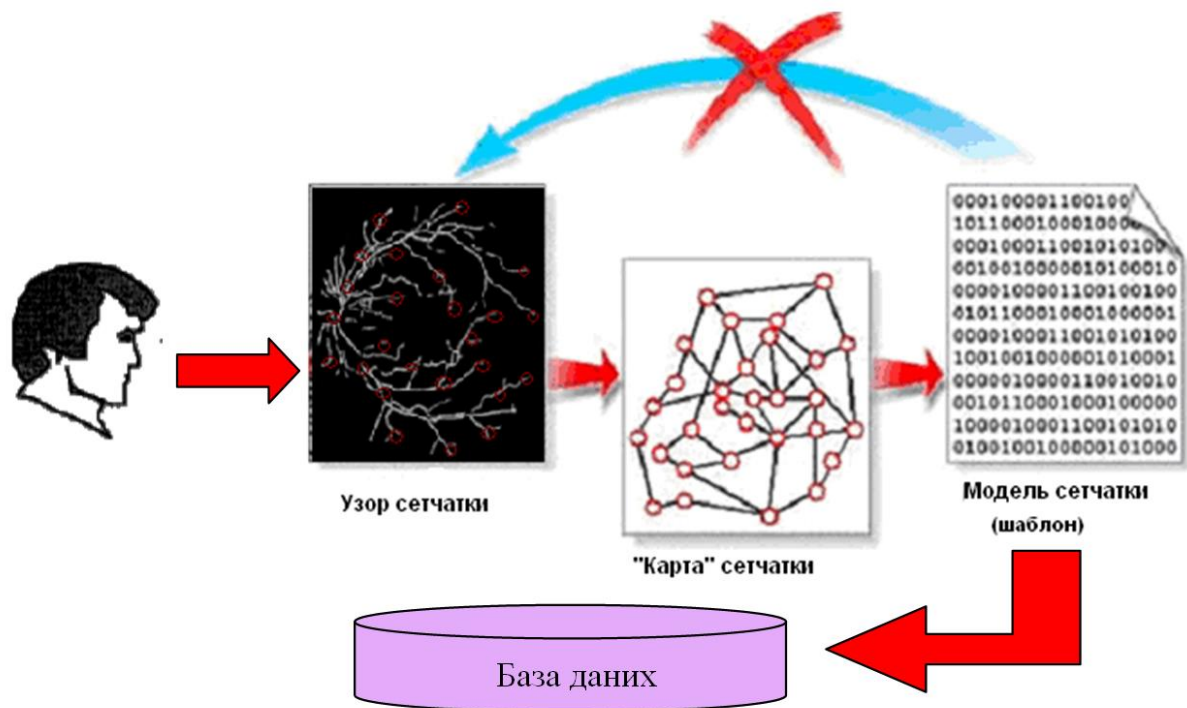


Рис. 2.3 – Схема основних етапів розпізнавання сітківки

Далі починається процес ідентифікації: скануються необхідні параметри з носія (претендента на пропуск системою), також формує цифровий шаблон з найбільш характерних особливостей, а потім порівнює з базою даних. Далі - в залежності від ступеня відповідності двох шаблонів виносить програмний вердикт: пропустити особу чи ні.

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕННЯ РАЙДУЖНОЇ ОБОЛОНКИ ОКА

3.1 Загальний алгоритм та етапи рішення задачі

Більшість працюючих в даний час систем та технологій ідентифікації по райдужній оболонці ока засновані на принципах, запропонованих Дж. Даугманом [14]. Процес розпізнавання особистості за допомогою райдужної оболонки ока можна умовно поділити на три основні етапи: отримання цифрового зображення, сегментація та параметризація.

У розробленому програмному комплексі для ідентифікації людини за райдужною оболонкою, колірна структура поверхні райдужної оболонки виділяється з зображення ока для створення унікальної для кожного ока матриці спектрального штрих-коду (колірної гистограми). Такий спектральний штрих-код створюється для замкненої області біо-геометричних параметрів, що дозволяє перейти від абсолютних параметрів до відносних і тим самим позбутися впливу на штрих-код поворотів і відносного зсуву зображення.

Процес отримання матриці штрих - коду (гістограми кольорів), що відповідає структурі поверхні райдужної оболонки, представлений схематично на рис. 3.1. Послідовність виконаних при цьому етапів і одержаних результатів перетворення вихідних даних визначена пунктами 1-5.

Етап 1 пов'язаний з виділенням області обличчя на деякій сцені, етап 2 виконує локалізацію ока на обличчі, етап 3 локалізує зіницю області на оці. На четвертому етапі цього процесу на райдужну оболонку ока (нормованого за масштабом) накладається фіксована маска полярної системи координат.

$$\begin{aligned}x_p &= \rho \cos \varphi + x_o; \\y_p &= \rho \sin \varphi + y_o;\end{aligned}\tag{3.1}$$

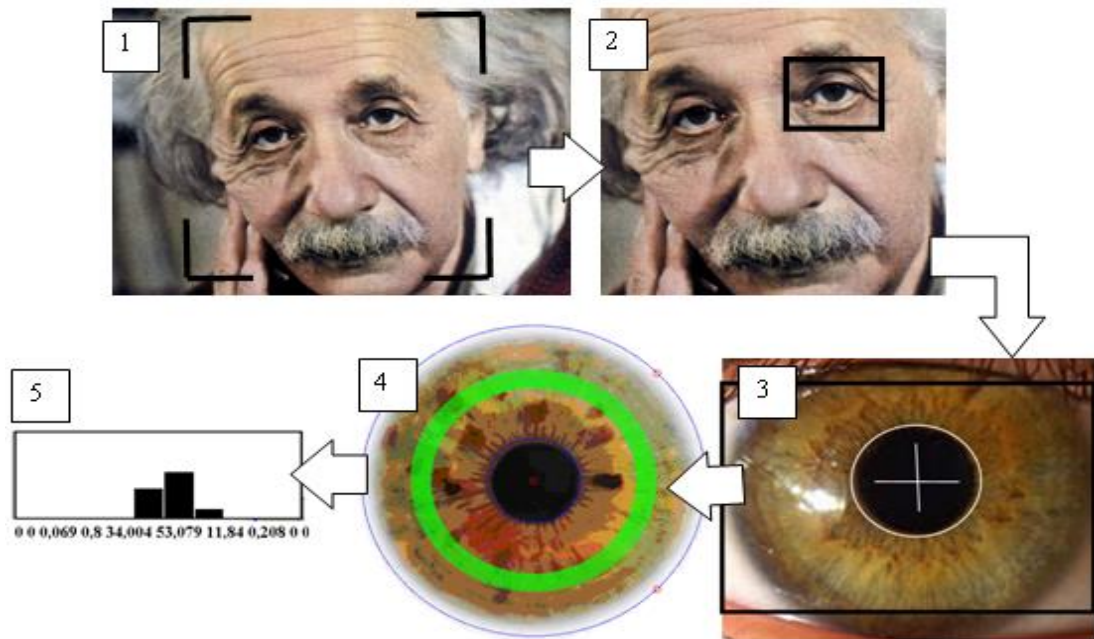


Рис. 3.1 - Етапи розпізнавання радужки ока

Використовуючи систему (3.1), перетворюємо координати полярної системи в декартову і отримуємо значення кольорів пікселів в області виділеного зображення ока. Визначається тільки та частина ока, яка безпосередньо стосується райдужної оболонки.

Значення кожного пікселя райдужної оболонки в крапці, яка відповідає координатам маски (на рис. 3.2 зелений сектор), порівнюється з заданим масивом кольорних діапазонів і, залежно від результату порівняння, значення записується в певний елемент матриці штрих-кодів. Ця цифрова матриця (кольорова гістограма) отримана на 5 етапі процесу ідентифікації (рис. 3.1).

Для знаходження на 4-му етапі координат центра зіниці і радіусів зіниці і райдужної оболонки програма повинна знаходити координати 3-х точок на контурі райдужної оболонки, що представляють вершини прямокутного трикутника ABC (рис. 3.2).

Центр зіниці лежить посередині гіпотенузи AC, тому координати обчислюються з рівняння 3.2:

$$x_o = \frac{x_a + x_c}{2}; \quad y_o = \frac{y_a + y_c}{2} \quad (3.2)$$

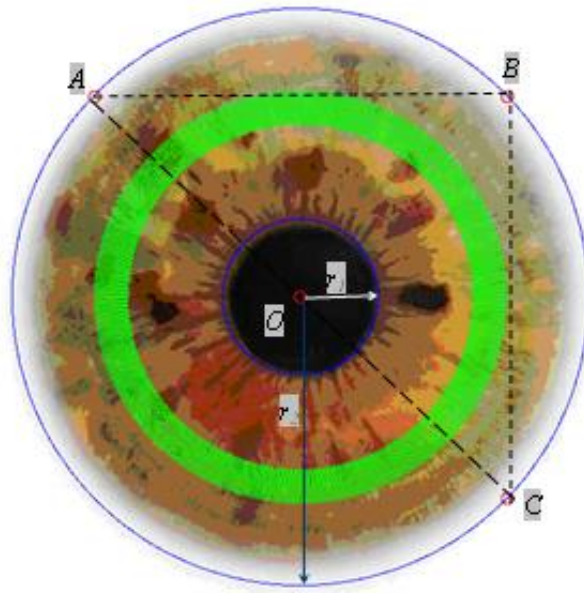


Рис. 3.2 – Програмний пошук координат центра зіниці і радіусів зіниці і райдужної оболонки

Збереження біо-геометричних даних людини відбувається шляхом збереження в базі даних системи обчисленого штрих-коду, представленого матрицею розміром 40 байт.

На етапі ідентифікації чергової людини програмний комплекс робить порівняння кожної нової матриці штрих - коду з збереженими матрицями в базі даних з заданими ступенями точності.

3.2 Вибір середовища програмування і бази даних

Бурхливий розвиток обчислювальної техніки, потреба в ефективних засобах розробки програмного забезпечення привели до появи систем програмування, орієнтованих на так звану "швидку розробку", серед яких можна виділити Embarcadero RAD Studio XE8. В основі систем швидкої розробки (RAD-систем, Rapid Application Development - середа швидкої розробки додатків) лежить технологія візуального проектування і подієвого програмування, суть якої полягає в тому, що середовище розробки бере на себе більшу частину рутинної роботи, залишаючи програмісту роботу по конструюванню

діалогових вікон і функцій обробки подій. Продуктивність програміста при використанні RAD-систем – досить велика.

Embarcadero RAD Studio XE8 - це середовище швидкої розробки, призначене для того, щоб розробити програмне забезпечення в максимально стилі терміни і забезпечити хороший рефакторинг (читабельність, модифікованість, зручність і оптимізацію) коду програми. Створений код добре структурується, добра модульність і видимість коду - все це сприяє швидкості розробки, а також дозволяє проводити її в командному режимі більш ефективно.

Для організації роботи бази даних застосовується модель багатокomпонентних об'єктів пакету Microsoft Office (Component Object Model). Excel сом-об'єкт представляє собою бінарний код, який виконує необхідні функції і має програмний інтерфейс. Excel сом -об'єкт містить методи, які доступні зовнішньому додатку завдяки сом–інтерфейсу, що дозволяє користуватися сом-об'єктом. Весь функціонал, який використовує користувач за допомогою миші, клавіатури і панелі інструментів цього табличного редактора, може бути виконаний автоматично, засобами контролера автоматизації, роль якого виконує розроблений програмний комплекс ідентифікації. Функціонал табличного редактора буде використаний для збереження даних обчислених штрих-кодів і для пошуку та ідентифікації особи серед наявних штрих-кодів.

3.3 Програмна реалізація алгоритму

Для вирішення всіх поставлених завдань для ідентифікації людини за райдужною оболонкою був створений програмний комплекс на мові високого рівня в середовищі розробки Embarcadero RAD Studio XE8.

Графічний інтерфейс програми представлено на рис 3.3, де

1-кнопка відкриття діалогу вибору файлу;

2-кнопка активації процедури пошуку біо-геометричних параметрів;

3-кнопка обчислення спектрального штрих коду;

4-панель відображення графічного штрих-коду;

5-панель відображення сітківки ока;

6-панель колірного коду пікселя;

7-зміна початкового рівня;

8-панель параметрів растрового файлу;

9- компоненти для діалогу з базою даних.

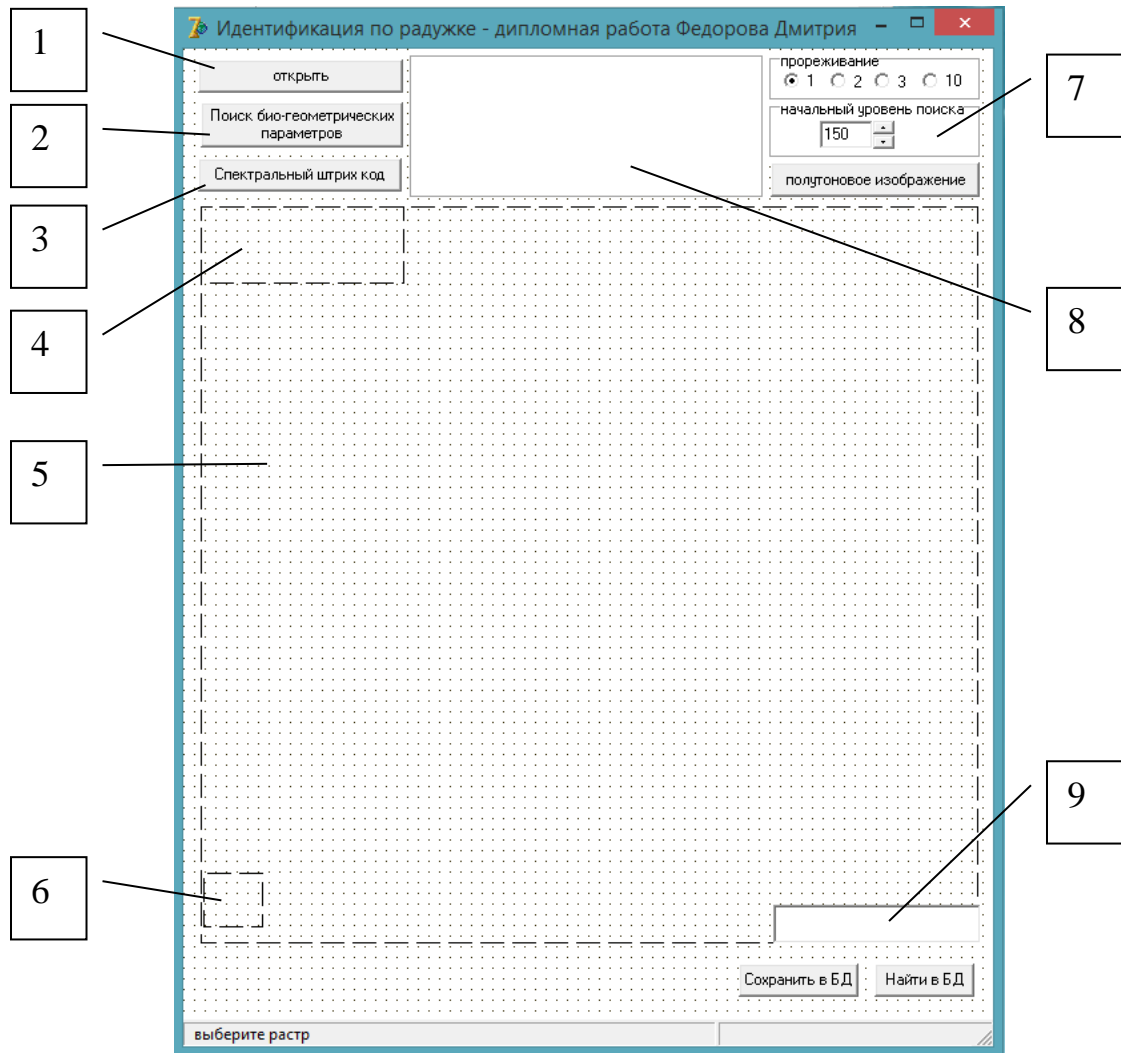


Рис. 3.3 - Графічний інтерфейс програми

Для організації роботи програми був створений клас `TobjBitMap`, який наділений всіма властивостями і методами для отримання, обробки і збереження результатів роботи програми. Властивості класу `TobjBitMap` представлені в табл.3.1. Методи класу `TobjBitMap` наведені в табл.3.2.

Таблиця 3.1

Властивості класу TobjBitMap

rRadushka, rZrachek	Радіуси райдужної оболонки і зіниці ока
file_name_Source	Ім'я поточного файлу із зображенням очі для аналізу
ArRGBMap	Растрові зображення в просторі RGB
ArYCrCbMap	Растрові зображення в просторі YCrCb
ArAbs	Динамічний масив абсолютних параметрів
ArOtn	Динамічний масив відносних параметрів

Таблиця 3.2

Методи класу TobjBitMap

Create(file_name:string; mode:integer)	Конструктор класу
Destroy	Деструктор класу
LoadMatrix()	Процедура створення растрової матриці
Paint(Canvas:TCanvas;h,w,per:integer)	Процедура графічного виводу бітової карти
RgbToYCbCr()	Процедура конвертації з RGB в YCbCr
FindCenter(Canvas : TCanvas; yLevel : integer; sektor : boolean)	Процедура пошук всіх біогеометричних параметрів
Color (col:TRGB):TColor	Функція конвертації TRGB в TColor
PaintCircle(Canvas:TCanvas; Centr:TPoint; radius : integer; length : byte; col : TColor; step : real)	Процедура промальовування кола у полярній системі координат центра в декартовій системі
Calc(radius : integer; length : byte; step : real)	Процедура прорахунку колірних діапазонів
ShtrixKod(Canvas : TCanvas; h, w : integer)	Процедура виводу графічного штрих коду
Save(fileName, FIO : string) : boolean	Функція збереження інформації в базі даних
Find(fileName : string) : string	Функція пошуку райдужної оболонки в базі даних

Розроблений програмний комплекс працює за 4-ма етапами:

Етап 1 (отримання зображення). На початку роботи програмного комплексу відкривається діалог вибору растрового зображення файлу (рис. 3.4). Конструктор головного класу - TObjBitMap.Create() створює екземпляр класу, на бітовому рівні виконується зчитування даних растрового файлу (ObjBitMap.LoadMatrix), перевірка його типу й виведення всіх параметрів файлу (тип, розмір, ширина, висота, кількість біт на піксель).

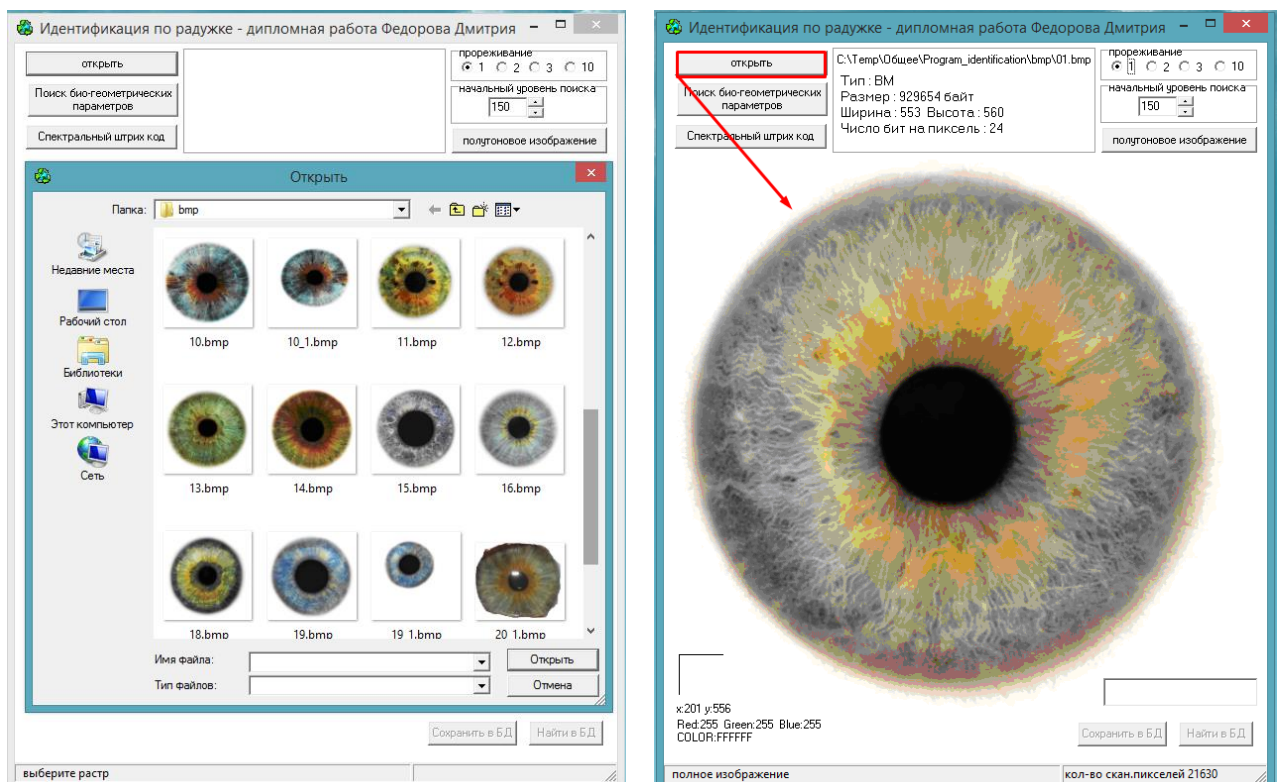


Рис. 3.4 – Діалог вибору растрового зображення з зчитуванням його даних

Етап 2 (сегментація). Після отримання зображення райдужної оболонки необхідно провести ідентифікацію та виявити ознаки, які необхідні для формування штрих-коду. Для цього необхідно розглядати круговий край зображення, щоб визначити зовнішню чітку грань між райдужкою та склерою (біла тканина очей) з подальшим уточненням внутрішньої межі райдужною оболонкою та зіницею.

За допомогою процедури ObjBitMap.FindCenter(), програма виконує пошук біо-геометричних параметрів ока, робить зображення контуру райду-

жної оболонки і зіниці, розраховує область аналізу (рис. 3.5). Інформація про інтенсивність зображення перетворюється на бінарну карту. Програма вибирає контрольну область для створення екземпляра контуру значень параметрів.

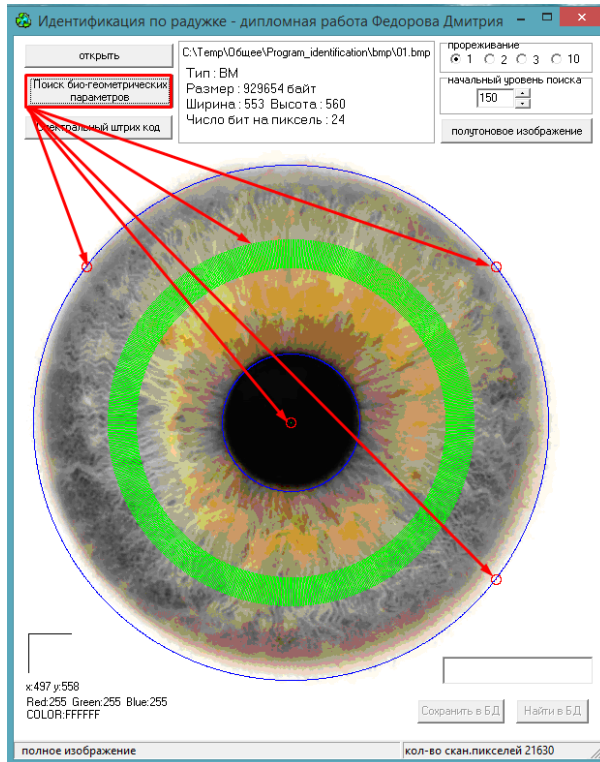


Рис. 3.5 - Пошук біо-геометричних параметрів ока

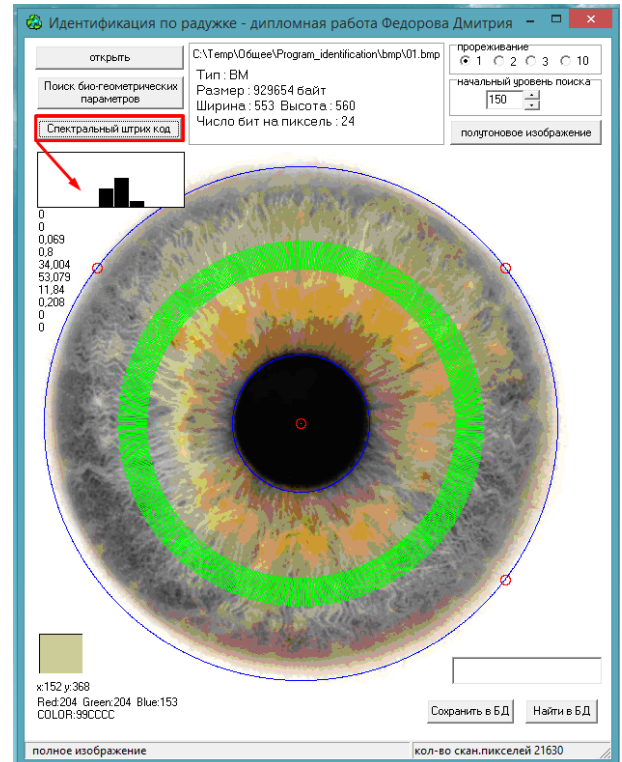


Рис. 3.6 – Розрахунок штрих-код у числовому і графічному виді

Етап 3 (параметризація). Метод `ObjBitMap.Calc()` виконує прорахунок колірних діапазонів (десять рівнів), після чого обчислюється штрих-код у числовій і графічній формах (рис. 3.6).

Етап 4. Функція `ObjBitMap.Find()` здійснює пошук райдужної оболонки в базі даних (рис. 3.7) або, якщо оболонка відсутня в базі, за допомогою функції `ObjBitMap.Save()` можливо зберегти оброблений штрих-код оболонки в базі даних табличного редактору Excel.

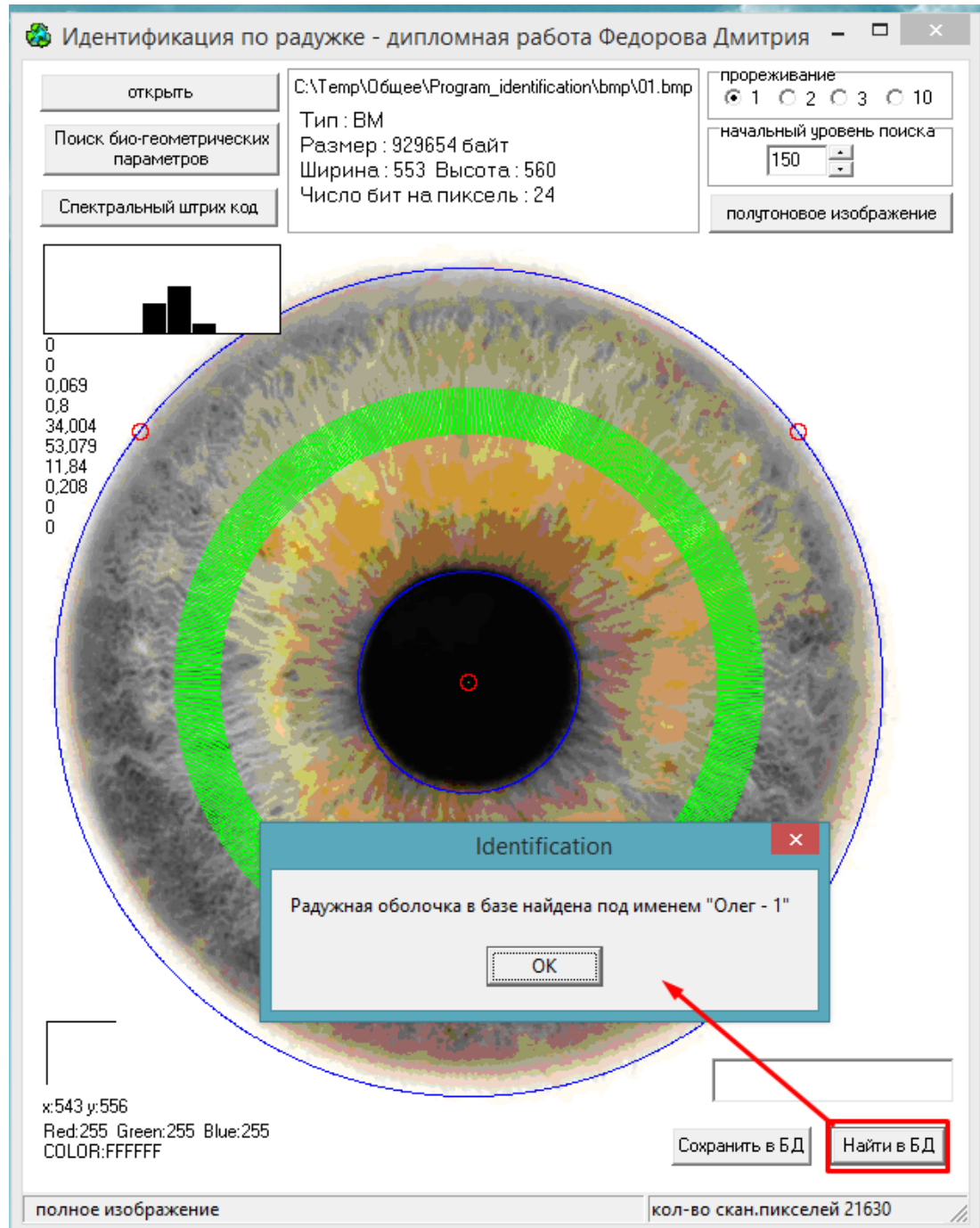


Рис. 3.7 – Пошук райдуужної оболонки в базі даних

Для організації роботи з базою даних був використаний механізм компонентної моделі об'єктів COM і механізм зв'язування і впровадження OLE об'єктів. В якості сервера автоматизації був обраний Microsoft Excel, для якого контролером автоматизації став розроблений програмний комплекс. Такий підхід дозволяє працювати з базою даних на будь-якому комп'ютері з встановленим пакетом Microsoft Office.

Повітер	ФІО	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Директория файла с радужной оболочкой
1	Олег - 1	0,000	0,000	0,069	0,800	34,004	53,079	11,840	0,208	0,000	0,000	C:\Temp\Общее\Program_identification\bmp\01.bmp
2	Саша - 7	0,000	0,000	0,939	0,106	20,014	25,210	29,256	20,208	4,152	0,116	C:\Temp\Общее\Program_identification\bmp\07.bmp
3	Егор - 6	19,704	0,000	61,817	0,000	17,490	0,337	0,652	0,000	0,000	0,000	C:\Temp\Общее\Program_identification\bmp\06.bmp
5	Дмитрий - 2	0,000	0,097	0,282	4,355	3,047	35,053	0,374	55,613	0,000	1,179	C:\Temp\Общее\Program_identification\bmp\02.bmp
6	Степан - 3	10,818	1,6	58,128	2,857	21,687	3,518	1,281	0,106	0,005	0	C:\Temp\Общее\Program_identification\bmp\03.bmp
7	Андрей - 4	0,379	0,000	6,870	0,213	19,191	51,780	20,379	1,188	0,000	0,000	C:\Temp\Общее\Program_identification\bmp\04.bmp
8	Ира - 5	6,126	0,046	86,916	0,000	6,782	0,125	0,005	0,000	0,000	0,000	C:\Temp\Общее\Program_identification\bmp\05.bmp
9	Елена - 9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,129	0,000	18,562	5,576	43,393	C:\Temp\Общее\Program_identification\bmp\09.bmp
10	Александр - 10	0,250	1,683	11,835	19,334	22,487	25,113	10,310	8,017	0,971	0,000	C:\Temp\Общее\Program_identification\bmp\10.bmp
11	Евгений - 11	9,750	0,254	58,641	0,032	25,770	2,409	3,144	0,000	0,000	0,000	C:\Temp\Общее\Program_identification\bmp\11.bmp
12	Василий - 12	3,477	0,000	62,455	0,000	32,141	1,928	0,000	0,000	0,000	0,000	C:\Temp\Общее\Program_identification\bmp\12.bmp
13	Марина - 13	0,014	0,018	33,403	3,532	57,610	3,523	1,900	0,000	0,000	0,000	C:\Temp\Общее\Program_identification\bmp\13.bmp
14	Алена - 14	24,184	0,148	75,257	0,000	0,411	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	C:\Temp\Общее\Program_identification\bmp\14.bmp
15	Игорь - 15	0,000	0,009	2,917	15,885	18,387	30,388	23,689	8,151	0,569	0,005	C:\Temp\Общее\Program_identification\bmp\15.bmp
16	Владимир - 16	0,000	0,000	0,032	0,707	7,896	44,933	41,184	5,238	0,009	0,000	C:\Temp\Общее\Program_identification\bmp\16.bmp
17	Дмитрий - 18	0,005	0,083	36,736	2,131	37,822	16,306	6,297	0,620	0,000	0,000	C:\Temp\Общее\Program_identification\bmp\18.bmp
18	Григорий - 19	0	0	0,009	5,072	8,405	54,166	11,618	18,396	2,09	0,245	C:\Temp\Общее\Program_identification\bmp\19.bmp
19	Ольга - 9	1,318	3,375	4,332	14,129	3,860	46,246	5,192	21,294	0,190	0,065	C:\Temp\Общее\Program_identification\bmp\09.bmp
20	Евгений - 20	0,009	4,679	27,411	48,770	16,773	1,156	0,277	0,139	0,028	0,005	C:\Temp\Общее\Program_identification\bmp\20_1.bmp

Рис. 3.8 – База даних штрих-кодів

Збережена база штрих-кодів представлена на рис. 3.8. Повний початковий код програмного комплексу наведений у додатку Б.

3.4 Тестування розробленого програмного забезпечення

Основною метою програми є розпізнавання особи за райдужною оболонкою ока на основі порівняння штрих-кодів зображення райдужки. Контрольний приклад містить групу тестових зображень райдужки, при цьому райдужка однієї і тієї ж людини представлена в двох примірниках, для порівняння їх між собою.

Порівняння райдувної оболонки проходить у три етапи наступним чином:

1. Перший етап пов'язаний зі створення просторової відповідності між двома зображеннями райдувної оболонки, які повинні бути зіставлені.
2. Другий етап пов'язаний з визначенням збігу між двома зображеннями райдувної оболонки.
3. Третій етап пов'язаний із прийняттям рішення.

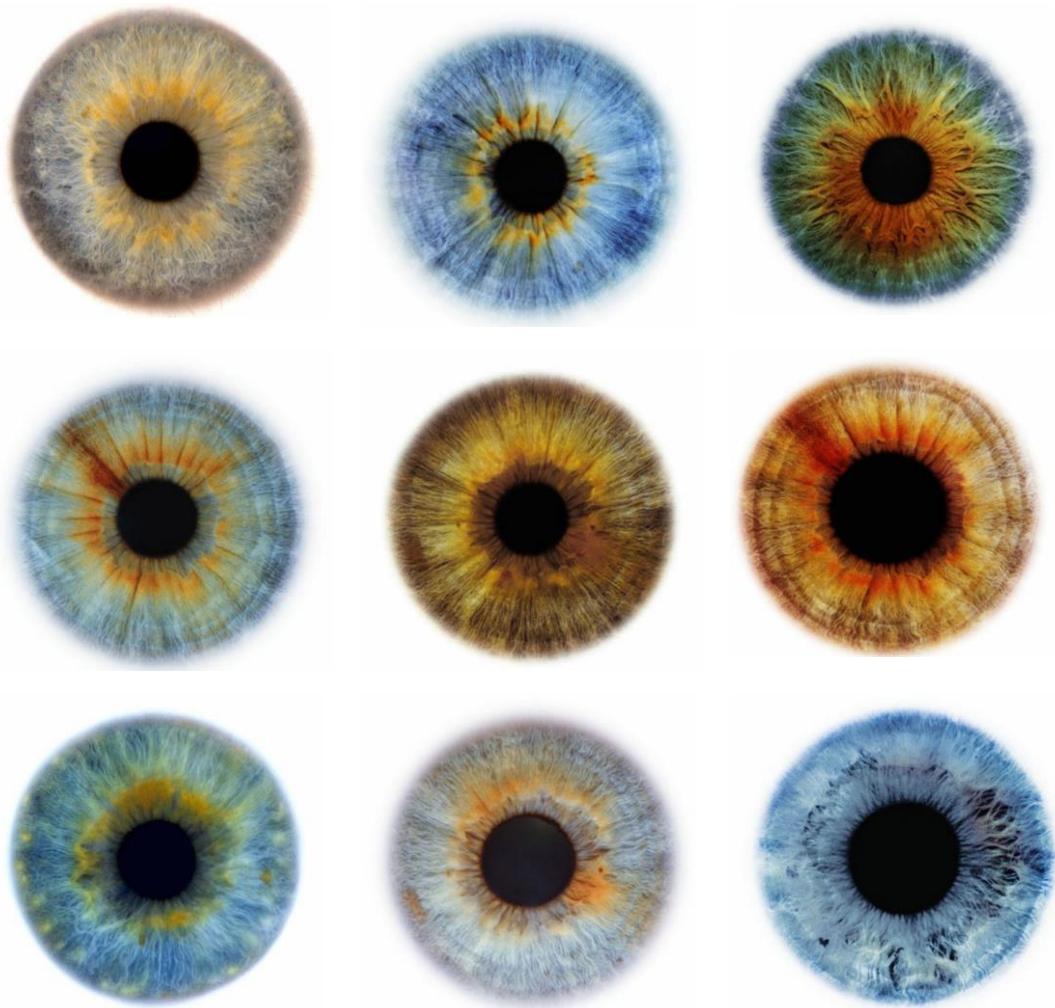


Рис. 3.9 – Зображення райдужки ока різних людей

Вхідною інформацією є бітовий растр райдужки. Розширення бітового файлу за замовчуванням *.bmp. Формат bmp (BitMaP - бітова карта) містить необроблені растрові дані, що дозволяє не вносити похибок при збереженні зображення райдужки. Для прикладу використовувалося 20 зображень райдужки ока різних людей. На рис. 3.9 наведено декілька з цих зображень.

Для випробування програмного забезпечення системи та аналізу отриманих даних були обрані тестові образи з групи зображень (рис. 3.9). На рис. 3.10 - 3.12 представлені результати роботи програмного комплексу: зображення райдужки однакових людей, без деформації та з деформацією фотографії ока з обчисленням спектральних штрих-кодів. У результаті параметризації райдужної оболонки з нормалізованого зображення виділялася контрольна область аналізу.

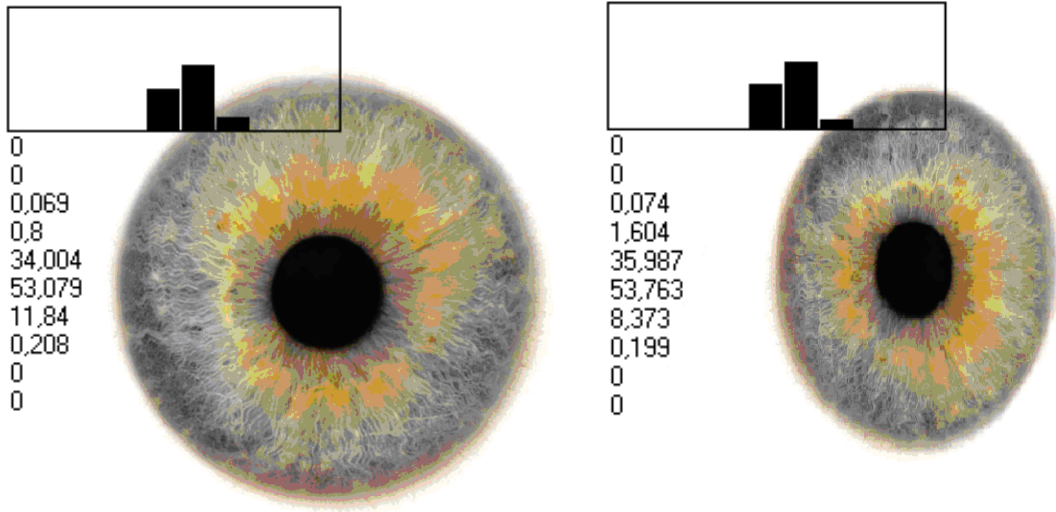


Рис. 3.10 - Спектральний штрих-код зображення райдужки ока Олега (без деформації та з деформацією)

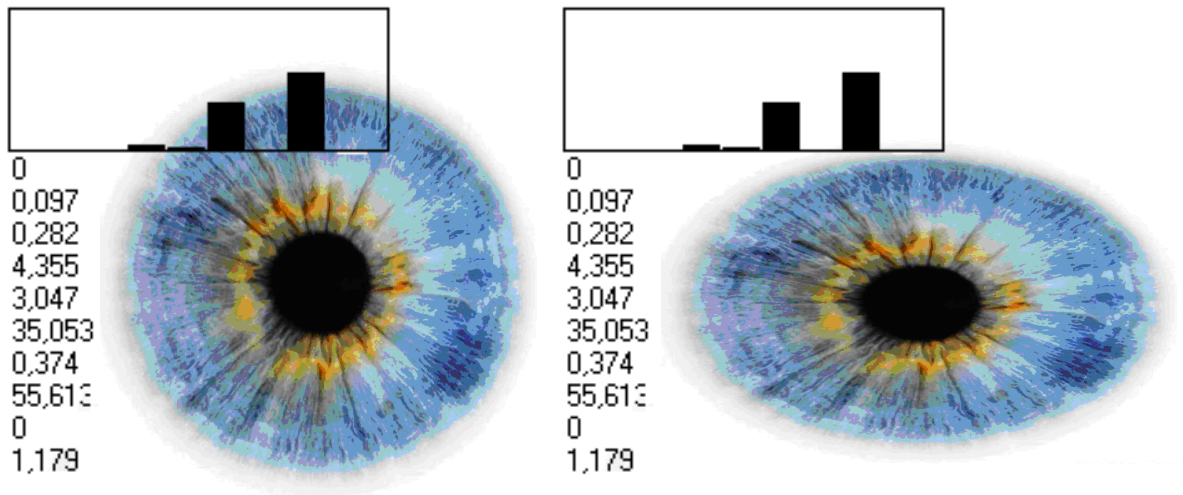


Рис. 3.11 - Спектральний штрих-код зображення райдужки ока Дмитра (без деформації та зменшене і перевернуте)

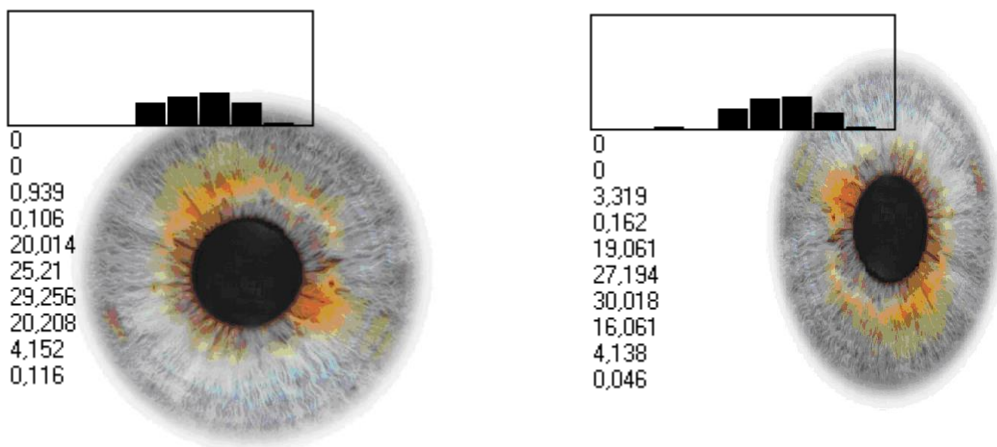


Рис. 3.12 - Спектральний штрих-код зображення райдужки ока Олександра (без деформації та сплющене)

Підсумкова довжина спектрального штрих-коду залежить від кількості обраних рівнів, в яких знаходиться базова інформація, та кількості бітів, необхідних для кодування. У результаті були отримані штрих-коди райдужної оболонки, які звіряються з іншими шаблонами у процесі ідентифікації і аутентифікації. Мірою, за допомогою якої визначається ступінь відмінності двох райдужних оболонок, є відстань Хеммінга [15].

Спектральні штрих-коди зображення райдужки ока рис. 3.10 - 3.12 близькі між собою з допустимою похибкою: для цілих чисел ± 1 ; для дробових чисел $\pm 0,5$, так як вони є параметризацією зразків райдужки ока без деформації та з деформацією однієї і тієї ж людини – Олега (рис. 3.10), Дмитра (рис. 3.11), Олександра (рис. 3.12).

Тестування показало, що розроблене програмне забезпечення здатне порівнювати і знаходити схожі зразки, а тому дає можливість ідентифікувати людину, якій належить аналізуєме зображення райдужки ока.

Подібний комплекс може використовуватися в багатьох галузях, пов'язаних із забезпеченням санкціонованого доступу до інформації і матеріальних об'єктів, а також в задачах унікальної ідентифікації особистості, наприклад, при автоматизації проходження паспортного контролю та митного огляду, включаючи моментальну ідентифікацію особи в аеропорту або на вокзалі.

ВИСНОВКИ

1. У ході виконання дипломної роботи проведено аналітичний огляд і розглянуті різні біометричні методи ідентифікації особи. На принципах, запропонованих Дж. Даугманом була розроблена інформаційна модель ідентифікації за райдужною оболонкою ока.
2. В інтегрованій середовищі розробки Embarcadero RAD Studio XE8 розроблений програмний комплекс побудови спектрального штрих-коду (колірної гістограми) райдужної оболонки ока. Такий спектральний штрих-код створений для замкненої області біо-геометричних параметрів, що дозволяє перейти від абсолютних параметрів до відносних і тим самим позбутися впливу на штрих-код поворотів і відносного зсуву зображення. Колірна гістограма використовується для розпізнавання зображення райдужної оболонки ока.
3. Для організації роботи бази даних була застосована модель багатоконпонентних об'єктів пакету Microsoft Office. Функціонал табличного редактора був використаний для збереження даних обчислених штрих-кодів і для пошуку та ідентифікації людини серед наявних штрих-кодів.
4. Отримані результати роботи й розроблене програмне забезпечення здатне порівнювати і знаходити схожі зразки спектральних штрих-кодів райдужної оболонки ока, а тому може бути практично використане в різних інформаційних системах при ідентифікації особистості, якій належить аналізує зображення райдужки ока. Подібний комплекс може використовуватися при автоматизації проходження паспортного контролю та митного огляду, включаючи моментальну ідентифікацію особи в аеропорту або на вокзалі, а також в багатьох галузях, пов'язаних із забезпеченням санкціонованого доступу до інформації і матеріальних об'єктів.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. BioAPI Consortium (Биометрический консорциум) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bioapi.org>.
2. BioLink: защита информации, учет рабочего времени и контроль доступа средствами идентификации, сканерами отпечатков пальцев, голоса и лица, СКД, СКУД [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.biolink.ru>.
3. Bioscrypt – enterprise access control [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.11id.com/enterpriseaccess.
4. Павельева Е. А., Крылов А. С. Алгоритм сравнения изображений радужной оболочки глаза на основе ключевых точек // Информатика и её применения. — 2011. — Т. 5, № 1. — С. 68 - 72.
5. Precise Biometrics – World-leading provider of Match-on-Card, biometrics for smart cards [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.precisebiometrics.com>.
6. Neurotechnology – Fingerprint, face and eye iris identification software, AI and mobile robotics research [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.neurotechnology.com>.
7. DigitalPersona Fingerprint Identity Solutions for Identity Protection, Security and Compliance [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.digitalpersona.com>.
8. Identix – Protecting and Securing Personal Identities and Assets [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.11id.com/pages/17>.
9. Автоматизированная дактилоскопическая информационно-поисковая система АДИС ПАПИЛОН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.papillon.ru/rus/16/?PHPSESSID=8813bf02f4ee087c82abbad19a82451>
10. Система учета рабочего времени и контроля доступа по отпечаткам пальцев BioTime [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.biotime.ru>.

11. Next Generation Identification (NGI) – Новое поколение идентификации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fbi.gov/hq/cjis/ngi.htm>.
12. Біометрія як універсальний спосіб ідентифікації людини [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bablyukh.clan.su/publ/1-1-0-4>.
13. Різник О. «Біокон» – система біометричної ідентифікації користувача комп'ютерної мережі /О. Різник, Д. Дзюба, А. Чернодуб // Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика: зб.доп. наук.-прак. конф. з міжнар. участю. «СППР 2009». – Київ, 2009. – С. 189 – 193.
14. Дж. Даугман. High confidence visual recognition of persons by a test of statistical independence [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.cl.cam.ac.uk/~jgd1000/PAMI93.pdf>.
15. Расстояние Хэмминга [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Расстояние_Хэмминга.

Додаток А

Таблиця А.1 - Области застосування біометричних технологій

№ п/п	Області застосування	Основні характеристики
1.	Комп'ютерна безпека	У цій галузі біометрія використовується для заміни (іноді для посилення) стандартної процедури входу в різні програми пароля, смарт-карти, таблетки touch-memory і т.д. Найпоширенішим рішенням на базі біометричних технологій є ідентифікація (або верифікація) за біометричними характеристиками в корпоративній мережі або на вході на робочу станцію (персональний комп'ютер, ноутбук і т.д.).
2.	Торгівля	Основні напрямки: - у магазинах, ресторанах та кафе біометричні ідентифікатори використовуються або безпосередньо як засіб ідентифікації покупця та подальшого зняття грошей з його рахунку, або для підтвердження права покупця на будь-які знижки та інші пільги; - у торгових автоматах та банкоматах як засіб ідентифікації людини замість магнітних карток або на додаток до них; - в електронній комерції біометричні ідентифікатори використовуються як засоби віддаленої ідентифікації через Інтернет, що значно надійніше за паролі, а в поєднанні із засобами криптографії дає електронним транзакціям дуже високий рівень захисту.
3.	Системи СКУД	У системах контролю та управління доступом (СКУД) з мережевою архітектурою, коли в будівлі є кілька входів, обладнаних біометричними замками, шаблони біометричних характеристик усіх співробітників зберігаються централізовано, разом з інформацією про те, кому і куди (і, можливо, коли) дозволено вхід. У СКУД реалізуються такі технології розпізнавання: відбиток пальця, обличчя, форма руки, райдужна оболонка ока, голос.
4.	Системи АДІС	Основним призначенням систем цивільної ідентифікації та автоматизованих дактилоскопічних інформаційних систем (АДІС) є управління правами, які надано державою громадянам та іноземцям. Права громадянства, голосування, місця проживання чи роботи для іноземців, право отримувати соціальне забезпечення тощо. визнаються та підтверджуються за допомогою документів та різноманітних карт. В даний час такі системи набули дуже широкого поширення через те, що деякі країни почали використовувати їх для перевірки особистості тих, хто в'їжджає.
5.	Комплексні системи	До систем даного типу відносяться рішення, що поєднують у собі системи перших трьох класів. Співробітник компанії реєструється в адміністратора системи лише один раз, і далі йому автоматично призначаються всі необхідні привілеї як на вхід у приміщення, так і на роботу в корпоративній мережі та з її ресурсами.

Таблиця А.2 - Сучасні біометричні засоби захисту інформації

Найменування	Виробник	Біоознака	Примітка
SACcat	SAC Technologies	Малюнок шкіри пальця	Приставка до комп'ютера
TouchLock, TouchSafe, TouchNet	Identix	Малюнок шкіри пальця	СКУД об'єкту
Eye Dentification System 7,5	Eyedentify	Малюнок сітківки ока	СКУД об'єкту (моноблок)
Ibex 10	Eyedentify	Малюнок сітківки ока	СКУД об'єкта (порт, камера)
eriprint 2000	Biometric Identification	Малюнок шкіри пальця	СКУД універсал
ID3D-R Handkey	Recognition Systems	Малюнок долоні руки	СКУД універсал
HandKey	Escape	Малюнок долоні руки	СКУД універсал
ICAM 2001	Eyedentify	Малюнок сітківки ока	СКУД універсал
Secure Touch	Biometric Access Corp.	Малюнок шкіри пальця	Приставка до комп'ютера
BioMouse	American Biometric Corp	Малюнок шкіри пальця	Приставка до комп'ютера
Fingerprint Identification Unit	Sony	Малюнок шкіри пальця	Приставка до комп'ютера
Secure Keyboard Scanner	National Registry Inc.	Малюнок шкіри пальця	Приставка до комп'ютера
Рубіж	НВФ «Кристал»	Динаміка підпису, спектр голосу	Приставка до комп'ютера
Дакточіп Delsy	Елсіс, НВП Електрон (Росія), Опак (Білорусія), P&P (Німеччина)	Малюнок шкіри пальця	Приставка до комп'ютера
BioLink U-Match Mouse, Миша SFM-2000A	BioLink Technologies	Малюнок шкіри пальця	Стандартна миша з вбудованим сканером відбитка пальця
Біометрична сис-	ВАТ «Чернігівський	Біологічно активні то-	Окремий блок

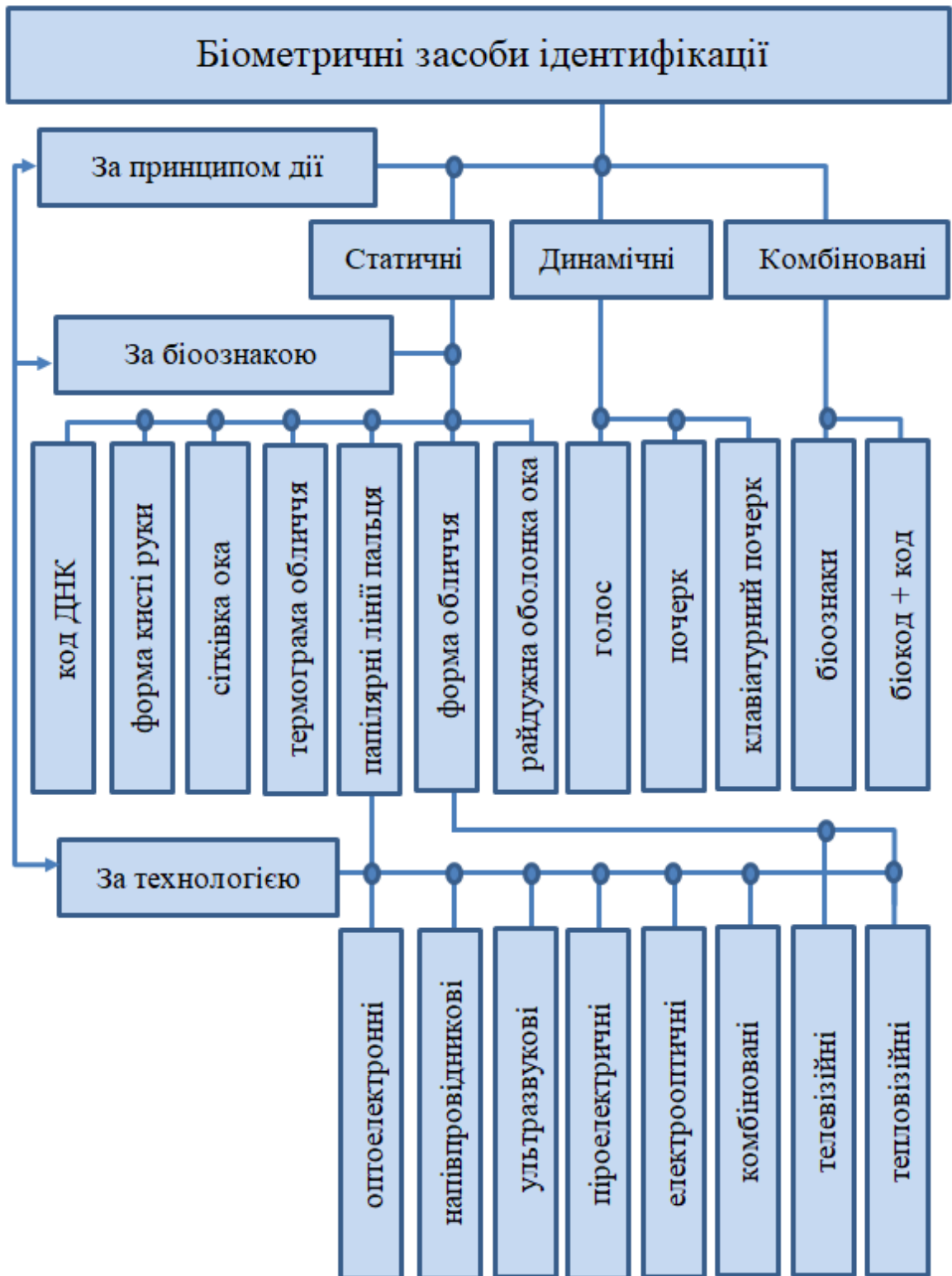
тема захисту комп'ютерної інформації Дакто	завод радіоприладів»	чки та папілярні лінії шкіри	
Біометрична система контролю Iris Access 3000	LG Electronics, Inc	Малюнок райдужної оболонки ока	Інтеграція зі зчитувачем карт

Таблиця А.3 - Технічні характеристики деяких біометричних систем

Модель	Принцип дії	Ймовірність помилкового затримання,	Ймовірність помилкового допуску, %	Час ідентифікації, з
Eye Dently	Параметри ока	0,001	0,4	1,5-4
Iriscan	Параметри зіниці	0,00078	0,00068	2
Identix	Відбиток пальця	0,0001	1,0	0,5
Startek BioMet	Відбиток пальця	0,0001	1,0	1
Partners Recognition	Геометрія руки	0,1	0,1	1
Systems	Геометрія руки	0,1	0,1	1
«Кордон»	Відбиток пальця	0,0001	1,0	1
DS-100	Відбиток пальця	0,001	-	1-3
TouchSafe Personal(8)	Відбиток пальця	2	0,001	1
Eyedentify ICAM 2001 (Eyedentify)	Параметри сітківки ока	0,4	0,0001	1,5-4
Iriscan (Iriscan)	Параметри райдужної оболонки ока		0,00078	2
FingerScan (Identix)	Відбиток пальця	1,0	0,0001	0,5
TouchSafe (Identix)	Відбиток пальця	2,0	0,001	1
TouchNet	Відбиток пальця	1,0	0,001	3

(Identix)				
Startek	Відбиток пальця	1,0	0,0001	1
1D3D-R NDKEY(Recognition Systems)	Геометрія руки	0,1	0,1	1
U.areU.(Digital Persona)	Відбиток пальця	3,0	0,01	1
Fill (Sony, I/O Software)	Відбиток пальця	0,1	1,0	0,3
BioMause (ABC)	Відбиток пальця	-	0,2	1
Кордон (Росія)	Відбиток пальця	1,0	0,0001	1
DS-100 (Росія)	Відбиток пальця	-	0,001	1... 3
BioMet	Геометрія руки	0,1	0,1	1
Veriprint 2100	Відбиток пальця	0,001	0,01	1
(Biometric ID)				

Таблиця А.4 - Класифікація сучасних біометричних засобів ідентифікації



Додаток Б

// ЦЕНТРАЛЬНИЙ КЛАС - БІТОВА КАРТА ЗОБРАЖЕННЯ РАЙДУЖКИ ОКА

TObjBitMap=class(TObject)

private

IndFile : THandle;

BufferC: pchar;

Buffer: array [0..3] of byte;

pbfType: string;

pbfSize : LongWord;

pbfOffBits : LongWord;

pbiWidth: LongWord;

pbiHeight: LongWord;

pbiBitCount: LongWord;

pBlank: byte;

Centr: TPoint;

public

Freq: TFreq;

Hmcu, Vmcu: byte;

Count_MCU_H, Count_MCU_V : longWord;

h_New, v_New: LongWord;

countPixel: integer;

diap: integer;

rRadushka, rZrachek: integer;

file_name_Source: string;

ArRGBMap : array of array of TRGB; *// бітова карта зображення у просторі RGB*

ArYCrCbMap: array of array of TYCrCb; *// бітова карта зображення у просторі YCrCb*

// динамічні 2-мірні масиви каналів BM проріджені відповідно до коеф.дискретизації

ArY, ArCb, ArCr: array of array of Integer;

ArAbs: array of integer; *// динамічний масив абсолютних параметрів*

ArOtn: array of real; *// динамічний масив відносних параметрів*

constructor Create(file_name:string; mode:integer); *// конструктор класу*

destructor Destroy; *// деструктор класу*

procedure Set_bfType(value:string="");

function Get_bfType:string;

property bfType:string read Get_bfType;

procedure Set_bfSize(value:integer=0);

function Get_bfSize:integer;

property bfSize:integer read Get_bfSize;

procedure Set_biWidth(value:integer=0);

function Get_biWidth:integer;

property biWidth:integer read Get_biWidth;

procedure Set_biHeight(value:integer=0);

function Get_biHeight:integer;

property biHeight:integer read Get_biHeight;

```

procedure Set_biBitCount(value:integer=0);
function Get_biBitCount:integer;
property biBitCount:integer read Get_biBitCount;
procedure Set_bfOffBits(value:integer=0);
function Get_bfOffBits:integer;
property bfOffBits:integer read Get_bfOffBits;
procedure Set_pBlank;

/--очищення буфера
procedure NulBuf;
procedure SizeMCU();
/--Створення растрової матриці
procedure LoadMatrix;
/-- промальовування бітової карти
procedure Paint(Canvas:TCanvas;h,w,per:integer);
procedure Paint_BW(Canvas:TCanvas;h,w:integer);
/--переклад з RGB в YCbCr
procedure RgbToYCbCr();
/--пошук всіх біогеометричних параметрів
procedure FindCenter(Canvas: TCanvas; yLevel: integer; sektor: boolean);
/--конвертація TRGB в TColor
функція Color(col:TRGB):TColor;
/--промальовування кола в полярній системі за координатами центру в декартовій си-
стемі
procedure PaintCircle(Canvas:TCanvas; Centr:TPoint; radius: integer; length: byte; col: TColor;
step: real);
/--прорахунок колірних діапазонів
procedure Calc(radius: integer; length: byte; step: real);
/--промальовування графічного штрих коду
procedure ShtrixKod (Canvas: TCanvas; h, w: integer);
/--Збереження інформації в базі даних
function Save(fileName, FIO: string): boolean;
/--пошук райдужної оболонки в базі даних
function Find(fileName: string): string;
end;

// ЗБЕРІГАННЯ ІНФОРМАЦІЇ У БАЗІ ДАНИХ
function TObjBitMap.Save(fileName, FIO : string) : boolean;
var   i, j: integer;
      num: string;
      sign: byte;
begin
    E := CreateOleObject (Excel);
    E.WorkBooks.Open(ExtractFilePath(fileName)+'baza.xls');
    E.Visible := False;
    i:=2;
    repeat
      inc(i); sign:=1;
      num := E.Sheets.Item[1].Cells[i,1].value;
      for j:=0 to diap-1 do begin
        if ArOtn[j]<1 then begin

```



```

if abs(E.Sheets.Item[1].Cells[i,j+3].value-ArOtn[j])>E1 then
begin
    sign:=0;
    break;
end;
end
else
    if abs(E.Sheets.Item[1].Cells[i,j+3].value-ArOtn[j])>E2 then begin
        sign:=0;
        break;
    end
end;
if sign=1 then begin
    ShowMessage('Райдужна оболонка в базі вже існує під
ім'ям'+E.Sheets.Item[1].Cells[i,2].value+'');
    E.ActiveWorkBook.Save;
    E.ActiveWorkBook.Close;
    E.Quit;
    E:=UnAssigned;
    result:=false;
    exit;
end;
until (num = "");

// Зберігаємо дані в базі
E.Sheets.Item[1].Cells[i,1].value:=IntToStr(i-2);
E.Sheets.Item[1].Cells[i,2].value:=FIO;
E.Sheets.Item[1].Cells[i,13].value:=file_name_Source;
for j:=0 to diap-1 do begin
E.Sheets.Item[1].Cells[i,j+3].value:=ArOtn[j];
end;

E.ActiveWorkBook.Save;
E.ActiveWorkBook.Close;
E.Quit;
E:=UnAssigned;
result:=true;
end;

// ПОШУК РАДУЖНОЇ ОБЛОЧКИ У БАЗІ ДАНИХ
function TObjBitMap.Find(fileName : string) : string;
var    i, j: integer;
        num: string;
        sign: byte;
begin
    E = CreateOleObject (Excel);
    E.WorkBooks.Open(ExtractFilePath(fileName)+'baza.xls');
    E.Visible = False;

    i:=2; result:="";

```

```

repeat
inc(i); sign:=1;
num := E.Sheets.Item[1].Cells[i,1].value;
for j:=0 to diap-1 do begin
    if ArOtn[j]<1 then begin
        if abs(E.Sheets.Item[1].Cells[i,j+3].value-ArOtn[j])>E1 then begin
            sign:=0;
            break;
        end;
    end
    else
    if abs(E.Sheets.Item[1].Cells[i,j+3].value-ArOtn[j])>E2 then begin
        sign:=0;
        break;
    end
end;
if sign=1 then begin
    result := E.Sheets.Item[1].Cells[i,2].value;
    ShowMessage('Райдужна оболонка в основі знайдена під ім'ям "+result+"');
    break;
end;
until (num = "");

E.ActiveWorkBook.Save;
E.ActiveWorkBook.Close;
E.Quit;
E:=UnAssigned;
end;

// ВИСНОВОК БИТОВОЇ КАРТИ НА КАНВУ ФОРМИ
procedure TObjBitMap.Paint(Canvas:TCanvas;h,w,per:integer);
var    i,j,ii,jj:integer;
begin
    ii:=Min(h,biHeight);
    jj:= Min (w, biWidth);
    for i:=0 to ii-1 do begin
        for j:=0 to jj do begin
            if (j mod per=0)then Canvas.Pixels[j,i]:=ArRGBMap[i,j].R OR
                ArRGBMap[i,j].G shl 8 OR
                ArRGBMap[i,j].B shl 16;
        end;
    end;
end;

// ОБЧИСЛЕННЯ ГРАФІЧНОГО ШТРИХ КОДУ
procedure TObjBitMap.ShtrixKod(Canvas: TCanvas; h, w: integer);
var    i, wS: integer;
        rect: TRect;
begin
    Canvas.pen.Color:=0; // малюємо канву Image
    Canvas.Brush.Color:=$FFFFFF;

```

```

Canvas.Rectangle(0,0,w,h);
Canvas.Brush.Color:=0;
wS:=w div diap;
rect.Left:=0;
rect.Bottom:=h;
for i:=0 to diap do begin
    rect.Right:=rect.Left+wS;
    rect.Top:=round(hh*ArOtn[i]/100);
    Canvas.Rectangle(rect);
    rect.Left:=round(rect.Left+wS*1.05);
end;
end;

procedure TObjBitMap.Calc(radius: integer; length: byte; step: real);
var    x, y, r, n, i, len: integer;
        fi, h: real;
        col: TColor;
begin
    diap: = 10;
    len:=$FFFFFF div diap;
    SetLength(ArAbs,diap);
    SetLength(ArOtn,diap);
    for i:=0 to diap-1 до ArAbs[i]:=0;
    for r:=radius to radius+length-1 do begin
        fi:=0;
        while fi<=360 do begin
            fi:=fi+step;
            x:=round(r*cos(fi*pi/180))+Centr.X;
            y:=round(r*sin(fi*pi/180))+Centr.Y;
            col := Color(ArRGBMap[y,x]);
            n:=col div len;
            ArAbs[n]:=ArAbs[n]+1;
        end;
    end;
    for i:=0 to diap-1 до ArOtn[i]:=roundTo(ArAbs[i]/countPixel*100,-3);
end;

```

*// ОБЧИСЛЕННЯ ОКРУЖНОСТІ У ПОЛЯРНІЙ СИСТЕМІ ЗА КООРДИНАТАМИ
// ЦЕНТРУ В ДЕКАРТОВІЙ СИСТЕМІ*

```

procedure TObjBitMap.PaintCircle(Canvas:TCanvas; Centr:TPoint;
radius: integer; length: byte; col: TColor; step: real);
var    x , y, y1, y2, r : integer;
        fi: real;
begin
    Canvas.Pixels[Centr.X,Centr.y]:= col;
    countPixel: = 0;
    for r:=radius to radius+length-1 do begin
        fi:=0;
        while fi<=360 do begin
            fi:=fi+step;
            x:=round(r*cos(fi*pi/180))+Centr.X;

```

```

y:=round(r*sin(fi*pi/180))+Centr.Y;
Canvas.Pixels [x, y]: = col;
inc(countPixel);
end end; end;

```

// ПОШУК БІОГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

```

procedure TObjBitMap.FindCenter(Canvas:TCanvas; yLevel: integer; sektor: boolean);

```

```

var   j, col_sek: integer;
      A, B, C, D: TPoint;
      const colFon = $FAFAFA;
      colZrachek = $303030;
      sm = 5;

```

```

begin

```

```

  // Пошук точки A

```

```

  j:=0;

```

```

  while Color(ArRGBMap[yLevel,j])>colFon do inc(j);

```

```

  AX: = j + sm; AY:=yLevel;

```

```

  // Пошук точки B

```

```

  while Color(ArRGBMap[yLevel,j])<colFon do inc(j);

```

```

  BX: = j-sm; BY:=yLevel;

```

```

  // Пошук точки C

```

```

  j:=yLevel;

```

```

  while Color(ArRGBMap[j,BX])<colFon do inc(j);

```

```

  CX: = BX; CY: = j-sm;

```

```

  // Розраховуємо координати центру

```

```

  Centr.X:=(C.X+AX)div 2;

```

```

  Centr.Y:=(C.Y+AY)div 2;

```

```

  // Пошук точки D

```

```

  j:=Centr.X;

```

```

  while Color(ArRGBMap[Centr.Y,j])<=colZrachek do inc(j);

```

```

  DX: = j; DY:=Centr.Y;

```

```

  rRadushka:=round(sqrt(sqrt(CX-AX)+sqrt(CY-AY))/2); // Радіус райдужки

```

```

  rZrachek:=round(sqrt(sqrt(DX-Centr.X)+sqrt(DY-Centr.Y))); // Радіус зіниці

```

```

  PaintCircle(Canvas, A, 5, 1, $FF, 1/5); // Малюємо контур точки A

```

```

  PaintCircle(Canvas, B, 5, 1, $FF, 1/5); // Малюємо контур точки B

```

```

  PaintCircle(Canvas, C, 5, 1, $FF, 1/5); // малюємо контур точки C

```

```

  PaintCircle(Canvas, Centr, 5, 1, $FF, 1/5); // малюємо контур центру

```

```

  PaintCircle(Canvas, Centr, rRadushka, 1, $FF0000, 1/5); // малюємо контур райдужної оболонки

```

```

  PaintCircle(Canvas, Centr, rZrachek, 1, $FF0000, 1/5); // малюємо контур зіниці

```

```

  if sektor then col_sek:=30

```

```

  else col_sek:=1;

```

```

  PaintCircle(Canvas, Centr, round(rRadushka*0.6), col_sek, $FF00, 1/2); // область (сектор) аналізу

```

```

end;

```