

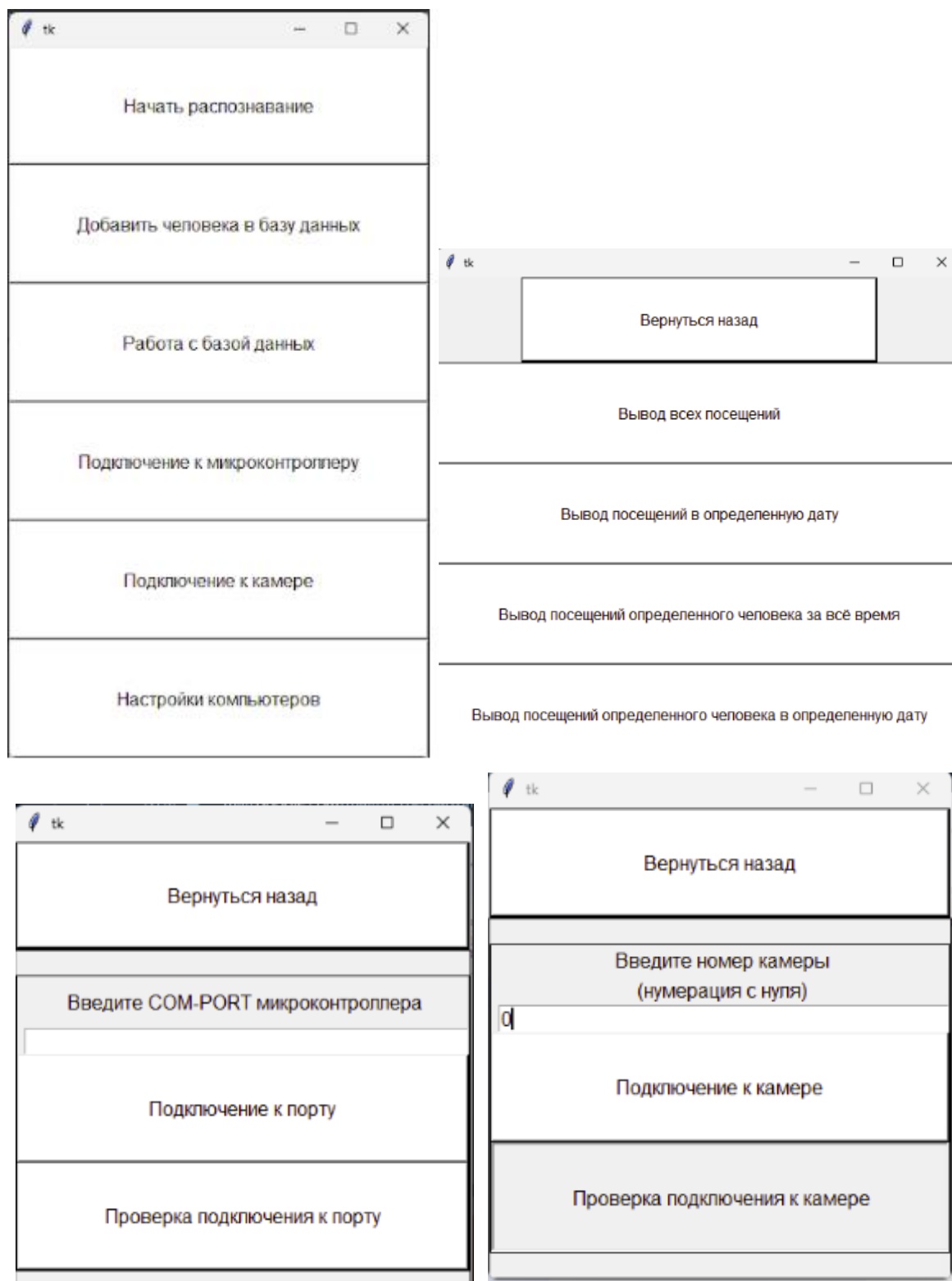
## **ПРОПУСКНАЯ СИСТЕМА «FACEID» НА БАЗЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

Для обеспечения удобства пользователей, повышения общей пропускной способности автоматизированной проверки личности при использовании инновационных систем управления доступом – точность и надёжность должны сочетаться с высокой скоростью и производительностью обработки данных.

Использование оптимальных алгоритмов и аппаратной инфраструктуры является ключевым фактором при создании надежного и эффективного решения авторизации субъекта по антропометрическим параметрам лица. Данный аспект учтён в разработанной пропускной системе FaceID, которая позволяет автоматически идентифицировать и верифицировать человека по уникальным особенностям человеческого лица (faceprint) [1]. Основной принцип работы заключается в распознавание облика личности в обзоре веб-камеры и последующей сверкой при помощи нейронной сети с прототипами, находящимися в базе данных. Если проверяемый субъект имеется в списке с разрешённым доступом, то отправляется сигнал на микроконтроллер, который в свою очередь открывает турникет либо любой другой пропускной элемент.

Для программной части описываемой системы контроля доступа использован язык программирования Python, который отличается от других языков высокого уровня своей простотой и читабельностью синтаксиса [2]. Python широко применяется для обработки данных, машинного обучения и автоматизации решения различных задач в виде приложений, благодаря богатому набору библиотек, которые содержат широкий спектр инструментов для работы с файлами, базами данных и др. Выбор Python обоснован его способностью ускорить процесс разработки и обеспечить высокую производительность и надёжность программного обеспечения [3].

Для удобного взаимодействия администратора системы с программной компонентой автором разработан пользовательский интерфейс с использованием компонентов библиотеки Tkinter [4]. Данная библиотека предоставляет набор элементов, таких как кнопки, метки, текстовые поля и другие виджеты, которые предназначены для отображения функциональной информации в удобном виде. Таким образом, при запуске системы FaceID организован интерактивный выбор предоставленных возможностей: инициировать распознавание лиц, добавить нового человека в базу данных, вывести записи посещений с применением различных фильтров и др. Примеры интерактивных окон разработанного графического интерфейса пропускной системы FaceID представлены на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Интерактивные окна с элементами графического интерфейса пропускной системы «FaceID»**

Основной функцией пропускной системы FaceID является автоматическая проверка личности, которая активируется при нажатии на соответствующую кнопку «Начать распознавание». При помощи библиотеки компьютерного зрения OpenCV программа запускает процесс считывания лицевой области, то есть камера производит захват изображения, на котором выделяется и идентифицируется образ лица человека [5]. Дальнейшая обработка осуществляется

при помощи библиотеки с открытым исходным кодом – Face recognition, которая предоставляет мощные алгоритмы машинного обучения [6]. Подключенная командой таким образом нейронная сеть осуществляет извлечение признаков: выделяет ключевые точки и особенности лица на изображения (расположение глаз, носа, рта, бровей и т. д.). Далее происходит составление вектора, состоящего из определённого числа узловых точек (меток). Полученная математическая модель антропометрических параметров лица представляет собой высоко-размерный вектор, состоящий из числовых значений для всех идентифицируемых пользователей – энкодинг (англ. encoding) (рисунок 2). В описываемой пропускной системе FaceID каждый вектор состоит из 128 чисел, которые отражают уникальные черты лица.

ID	Encoding
1	-0.18815842270851135 0.09512518346309662 -0.03671333193778992 -0.07960356771945953 -0.0726285427808761...
2	-0.01082842517644167 0.033074166625738144 0.08186470717191696 -0.06931694597005844 -0.1477660834789276...
3	-0.1388516128063202 0.059729959815740585 -0.0353228822350502 -0.1048961877822876 -0.07861531525850296 ...
4	-0.01527570839971304 0.02474280819296837 -0.001216293778270483 -0.06456342339515686 -0.135168403387069...
5	-0.10196173191070557 0.061823032796382904 -0.008151581510901451 -0.0639943853020668 -0.129616975784301...
6	-0.1035909578204155 -0.023445017635822296 0.06473890691995621 -0.02487175539135933 -0.0289434846490621...
7	-0.09690961986780167 -0.003498048521578312 -0.0726567730307579 0.009773638099431992 -0.063301026821136...
8	-0.08242445439100266 0.0657120868563652 0.07244657725095749 -0.055286385118961334 -0.14252673089504242...
9	-0.09142842143774033 0.09949466586112976 0.018887944519519806 -0.032107435166835785 -0.077031277120111337 0.0027728755958378315 0.03808017447590828 -0.15781700611114502 0.16053761541843414 -0.07732164114713669 0.25085920095443726 0.03544300049543381 -0.29822659492492676 -0.13047945499420166 0.0526396781206131 0.11818159371614456 -0.04549051448702812 -0.15156298875808716 -0.1281527578830719 0.028085345402359962 0.09984105080366135 0.021915405988693237 0.027407202869653702 0.08350665867328644 -0.08144118636846542 -0.3988478183746338 -0.040950924158096313 -0.02321872115135193 -0.002187661826610565 -0.054184604436159134 -0.04892706125974655 0.08438844978809357 -0.17304575443267822 -0.0351439043879509 -0.026104453951120377 0.0823717713356018 -0.08344629406929016 -0.050330013036727905 0.16905584931373596 0.041693590581417084 -0.21142275631427765 -0.013949237763881683 -0.022881826385855675 0.3020324110984802 0.16877250373363495 -0.042103420943021774 0.07796183973550797 -0.04986612871289253 0.032639991492033005 -0.307260125875473 0.03495684638619423 0.15230906009674072 0.06968563795089722 0.030593017116189003 0.09347735345363617 -0.1520117074251175 -0.0011802958324551582 0.0597473680973053 -0.2389141023159027 0.05260564759373665 0.09273584187030792 -0.10279471427202225 -0.06555135548114777 -0.15312589704990387 0.17256882786750793 0.11124909669160843 -0.09987647831439972 -0.08646021783351898 0.08903209120035172 -0.1761641502380371 -0.03566088527441025 0.010610838420689106 -0.16298045217990875 -0.23328714072704315 -0.3104991316795349 0.055508553981781006 0.3506084680557251 0.2255025953054428 -0.1731249988079071 0.016303839161992073 -0.08388304710388184 0.04570024833083153 0.09769003093242645 -0.04767284542322159 -0.026360509917140007 0.022158358246088028 -0.14389897882938385 0.08255460113286972 0.16514337062835693 -0.014956647530198097 -0.0033669588156044483 0.29542168974876404 0.03108486533164978 -0.029937170445919037 0.05183696746826172 0.029254337772727013 -0.01773049868643284 -0.0017600562423467636 -0.16702041029930115 0.07341237366199493 -0.04146115109324455 -0.16382132470607758 0.08678918331861496 0.038979679346084595 -0.18458020687103271 0.12958160042762756 0.02670053206384182 0.02809121087193489 0.032872047275304794 -0.004342074505984783 -0.22351787984371185 -0.07780155539512634 0.1176849827170372 -0.23692388832569122 0.19044628739356995 0.19030062854290009 0.10342103242874146 0.12094247341156006 0.03797603398561478 0.07053826749324799 -0.06391850858926773 -0.044071316719055176 -0.12339869886636734 -0.03397122770547867 0.07661090791225433 0.005275944713503122 0.023700110614299774 0.05442942678928375
10	-0.08819081634283066 0.03013247810304165 0.1115373969078064 -0.02822291851043701 -0.14115434885025024

**Рисунок 2 – Вид математических моделей антропометрических параметров лица**

Подтверждение личности происходит путем сопоставления имеющейся в базе данных цифровой информацией (записями координат специфических

лицевых точек) со связанными с соответствующими пользователями числовыми кодами.

Дополнительная функциональная возможность пропускной системы FaceID – это работа с информационным хранилищем: запись, хранение, чтение сведений о времени и датах входа/выхода. В разработке используется встроенная в Python база данных – Sqlite3, которая не требует настройки или управления сервером и отличается удобством интеграции с программным обеспечением [6]. После нажатия на кнопку «Добавить человека в базу данных», программа предлагает ввести ФИО человека, после чего делает фото и создает соответствующую запись, записывает путь к расположению фотографии, автоматически присваивая уникальный идентификатор новому пользователю. При нажатии на кнопку «Работа с базой данных» открывается возможность вывода посещения людей с четырьмя фильтрами: посещения всех людей за всё время, посещения людей в определенный день, посещение определенного человека за всё время и посещение определенного человека в определенную дату.

Разработанная пропускная система FaceID может применяться в различных сферах деятельности.

1. Корпоративный сектор: в офисных зданиях и обособленных территориях – обеспечение безопасного и быстрого доступа сотрудников к рабочим местам, автоматизация учета рабочего времени и контроль присутствия сотрудников.

2. Образовательные учреждения: в школах и университетах – контроль доступа учащихся и преподавателей к учебным корпусам, библиотекам и лабораториям; автоматизация процесса учета посещаемости и повышения безопасности на образовательной территории; в общежитиях и студенческие городках – обеспечение безопасного доступа к местам проживания и учебы; онлайн-опросы и проверки знаний – управление доступом к материалам с ограниченным просмотром, обеспечение противодействия посредническому тестированию, когда во время прохождения теста экзаменуемым вместо него на вопросы отвечает другой человек, что является формой обмана или мошенничества.

3. Гостиничный и развлекательный бизнес: в гостиницах и отелях – упрощение процедуры регистрации и доступа к номерам для гостей, повышение уровня безопасности и удобства за счет бесконтактной системы доступа; в спортивных и культурных мероприятиях – контроль доступа к стадионам, концертным залам и театрам, увеличение скорости пропуска зрителей и снижение очередей.

4. Торговые центры и розничные магазины: управление доступом к служебным помещениям – обеспечение безопасности сотрудников и предотвращение несанкционированного доступа к складским и административным зонам; программы лояльности – идентификация клиентов для предоставления персонализированных предложений и скидок.

5. Транспорт и логистика: в аэропортах и вокзалах – автоматизация процесса проверки пассажиров и обеспечения безопасности на транспортных узлах, увеличение скорости прохождения контрольно-пропускных пунктов; на складских комплексах и логистических центрах – управление доступом сотрудников к зонам хранения и обработки грузов, повышение безопасности и эффективности логистических операций.

6. Медицинские учреждения: в больницах и поликлиниках – контроль доступа к лечебным и административным зонам, повышение безопасности пациентов и персонала, управление доступом к медицинской документации и оборудованию.

7. Жилые комплексы и частные владения: в многоэтажных домах – обеспечение безопасного и удобного доступа жильцов к своим квартирам и общественным зонам, управление доступом посетителей и сервисных служб; частные дома и коттеджи, интеграция с системами «умного дома» для автоматического управления доступом и повышения безопасности.

8. Финансовый сектор: в банках и финансовых учреждениях – контроль доступа сотрудников и клиентов к банкоматам, сейфам и др., обеспечение безопасного доступа к финансовым операциям и документам.

### **Заключение**

Разработанная пропускная система FaceID представляет собой эффективное решение обеспечения безопасности и управления доступом посредством автоматизированной идентификации пользователей по антропометрическим параметрам лица. Благодаря использованию технологий компьютерного зрения (OpenCV), нейронных сетей (Face recognition), и базы данных (Sqlite3), описанная в статье система контроля доступа FaceID позволяет осуществлять быструю обработку изображений и аутентификацию пользователей, достигает достаточно высокой точности распознавания лиц, а также обуславливает надежное хранение данных пользователей и их лицевых характеристик, что делает систему стабильной и устойчивой к сбоям.

### **Список цитированных источников**

1. Face\_recognition [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://github.com/ageitgey/face\\_recognition](https://github.com/ageitgey/face_recognition). – Дата доступа: 02.10.2023.

2. Грокам алгоритмы. Иллюстрированное пособие для программистов и любопытствующих. – СПб. : Питер, 2017. – 288 с.

3. Шейко, А. А. Разработка пропускной системы «FaceId» на основе технологий распознавания лиц / А. А. Шейко // Управление информационными ресурсами : материалы XX Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 29 мар. 2024 г. / Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь ; редкол.: В. Г. Швайко [и др.]. – Минск, 2024. – С. 530–531.

4. Tkinter – Python interface to Tcl/Tk [Электронный ресурс]. – Режим доступа: 03.02.2024.

5. OpenCV modules [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.opencv.org/4.10.0/>. – Дата доступа: 20.11.2023.

6. Face Recognition with OpenCV [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://docs.opencv.org/4.x/da/d60/tutorial\\_face\\_main.html](https://docs.opencv.org/4.x/da/d60/tutorial_face_main.html). – Дата доступа: 30.11.2023.

7. Sqlite3 — DB-API 2.0 interface for SQLite databases [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.python.org/3/library/sqlite3.html>. – Дата доступа: 10.12.2023.