

**Министерство науки и высшего Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**(ФГБОУ ВО «АмГУ»)**

Факультет математики и информатики  
Кафедра информационных и управляющих систем  
Направление подготовки 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника  
Направленность (профиль) образовательной программы Автоматизированные системы обработки информации и управления

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ А.В. Бушманов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему: Разработка АСУ «Пропускная система» с помощью технологии OpenCV

Исполнитель

студент группы 953об

\_\_\_\_\_

(подпись, дата)

К.Е. Соснин

Руководитель

доцент, канд. физ.-мат.  
наук.

\_\_\_\_\_

(подпись, дата)

В.В. Ерёмина

Консультант:

по части безопасности  
и экологичности

доцент, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_

(подпись, дата)

А.Б. Булгаков

Нормоконтроль

инженер кафедры

\_\_\_\_\_

(подпись, дата)

В.Н. Адаменко

Благовещенск 2023

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**(ФГБОУ ВО «АмГУ»)**

Факультет Математики и информатики

Кафедра Информационных и управляющих систем

УТВЕРЖДАЮ

Зав. Кафедрой

\_\_\_\_\_ А.В. Бушманов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023г

**ЗАДАНИЕ**

К выпускной квалификационной работе студента: Соснин К.Е.

1. Тема выпускной квалификационной работы: Разработка АСУ «Пропускная система» с помощью технологии OpenCV

2. Срок сдачи студентом законченной работы (проекта): 20.06.2023

3. Содержание выпускной квалификационной работы: актуальное состояние области пропускных систем, взаимодействие функциональных модулей системы, необходимое программное обеспечение для разработки системы, разработка прототипа системы управления пропускной системой, безопасность и экологичность.

4. Перечень материалов приложения: Техническое задание

5. Дата выдачи задания: 30.01.2023

Руководитель выпускной квалификационной работы: \_\_\_\_\_

Ерёмина В.В. доцент кафедры ИиУС, канд. физ.-мат. наук

(фамилия, имя, отчество, должность, уч. степень, уч. звание)

Задание принял к исполнению (30.01.2023): \_\_\_\_\_

(Подпись студента)

## РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 67с., 16 рисунков, 3 таблицы, 20 источников.

БАЗЫ ДАННЫХ, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, НЕЙРОННЫЕ СЕТИ, PYTHON, ARDUINO, OPENCV

Целью работы является проектирование и реализация прототипа автоматизированной системы управления пропускной системой с использованием технологии OpenCV.

Разработка прототипа системы выполняется в несколько этапов. Первый этап – исследование и анализ современных тенденций и требований в области пропускных систем и технологий распознавания лица. Второй этап – определение функциональных модулей системы и проектирование их взаимосвязей. Следующий этап – разработка и реализация алгоритмов распознавания лица и управления доступом. Заключительным этапом является создание пользовательского интерфейса и меню для удобного взаимодействия с системой.

В результате работы был создан прототип автоматизированной системы управления пропускной системой на основе распознавания лица с использованием технологии OpenCV. Прототип способен эффективно обнаруживать и идентифицировать лица посетителей, управлять доступом и сохранять данные о пропусках. Он обладает удобным пользовательским интерфейсом, позволяющим настраивать параметры системы и просматривать информацию о пропусках.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	8
1 Анализ предметной области	9
1.1 Обоснование актуальности квалификационного исследования	9
1.2 Общая характеристика предметной области и объекта исследования	9
1.2.1 Системы контроля и управления доступом	9
1.2.2 Распознавание лица нейронными сетями	12
1.3 Обзор существующих методов решения рассматриваемой задачи	14
1.4 Формулировка задачи исследования и общей методики её решения	17
2 Проектирование автоматизированной системы управления	19
2.1 Разработка концепции, архитектуры построения и платформы реализации информационной системы	19
2.1.1 Концепция автоматизированной системы	19
2.1.2 Архитектура построения автоматизированной системы	20
2.1.3 Платформа реализации автоматизированной системы	21
2.2 Структура информационной системы, состав функциональных или обеспечивающих систем	23
2.3 Техническое обеспечения	26
3 Разработка и реализация нейронной сети	28
3.1 Сбор и подготовка данных для обучения нейронной сети	28
3.1.1 Выбор источников данных	28
3.1.2 Предобработка и аугментация изображений	29
3.2 Выбор и настройка архитектуры нейронной сети	30
3.2.1 Обзор существующих архитектур для распознавания лица	30

3.2.2	Выбор оптимальной архитектуры для конкретной задачи	32
3.2.3	Настройка параметров и гиперпараметров модели	33
3.3	Обучение и тестирование нейронной сети	34
3.3.1	Разделение данных на обучающую, валидационную и тестовую выборки	34
3.3.2	Обучение модели на обучающей выборке	35
3.3.3	Оценка качества модели на валидационной выборке	36
3.3.4	Тестирование модели на тестовой выборке	37
4	Программная реализация	38
4.1	OpenCV	38
4.2	Разработка базы данных	39
4.3	Аппаратная часть	40
4.4	Алгоритм работы программного обеспечения	41
4.5	Описание структуры ПО	43
4.6	Описание пользовательского интерфейса	45
5	Безопасность и экологичность	47
5.1	Безопасность	47
5.1.1	Требования к помещению для работы с ПЭВМ	47
5.1.2	Требования к освещению на рабочих местах с ПЭВМ	48
5.1.3	Требования к уровням шума и вибрации	49
5.1.4	Требования к микроклимату рабочего места с ПЭВМ	50
5.1.5	Требования к организации рабочих мест с ПЭВМ	51
5.1.6	Требования К ПЭВМ	52
5.1.7	Эргономика интерфейса	53
5.2	Экологичность	54
5.3	Чрезвычайные ситуации	56
	Заключение	60
	Библиографический список	61
	Приложение А Техническое задание	63

## НОРМАТИВНЫЕ СЫЛКИ

В настоящей бакалаврской работе использованы ссылки на следующие стандарты и нормативные документы:

ГОСТ 19.004-80. ЕСПД. Термины и определения

ГОСТ 19.103-77 Обозначения программ и программных документов

ГОСТ Р ИСО 9241-161-2016 Эргономика взаимодействия человек-система.

Элементы графического пользовательского интерфейса

ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).

Опасные и вредные производственные факторы. Классификация

ГОСТ 19.701-90 Схемы алгоритмов программ, данных и систем

ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоне

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

ПК – персональный компьютер;

ФИО – фамилия, имя, отчество;

СНС – сверточные нейронные сети;

СКУД – система контроля и управления доступом;

ПО – программное обеспечение;

АСУ – автоматизированная система управления.

## ВВЕДЕНИЕ

В преддипломной предлагается прототип пропускная система, основанная на технологии распознавания лиц. Благодаря достижениям в технологии распознавания лиц стало возможным использовать ее для различных систем, включая контроль доступа в здания и зоны с ограниченным доступом.

Сейчас многие предприятия используют в своей охранной системе СКУД (системы контроля и управления доступом). Данные системы позволяют предприятиям осуществлять более надежный пропускной режим.

В СКУД используют электронные турникеты, считывающие пропускные карты или отпечатки пальцев. Но с развитием информационных технологий, в подобных системах появилась возможность использовать более точные и удобные методы распознавания. Одним из таких методов является распознавание по лицу.

Разрабатываемая в данной преддипломной практике система пропусков использует технологию распознавания лиц для идентификации людей и предоставления или отказа в доступе к определенным местам. Представляется архитектура и алгоритмы системы, а также возможные приложения и методы оценки ее производительности.

В ходе работы будет использована технология OpenCV (англ. Open Source Computer Vision Library, библиотека компьютерного зрения с открытым исходным кодом) — библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом. Данная технология позволит определить есть ли на видеоизображении лицо.

Цель данной практики — показать, что современные технологии распознавания лиц могут быть эффективно использованы для создания пропускной системы, упрощающей контроль доступа и повышающей безопасность. Разрабатываемая система сможет улучшить существующие системы контроля доступа, предоставив более удобное и безопасное решение.



# 1 АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

## 1.1 Обоснования актуальности квалификационного исследования

Существует несколько причин, по которым разработка пропускной системы на основе технологии распознавания лиц является актуальной.

Во-первых, современные алгоритмы распознавания лиц достигли высокого уровня точности и могут эффективно использоваться для контроля доступа. В то же время стоимость оборудования для распознавания лиц снизилась, и теперь оно доступно более широкому кругу пользователей.

Во-вторых, система пропуска по лицу может улучшить безопасность зон ограниченного доступа. Такая система может исключить возможность использования поддельных или украденных пропусков, что является одной из основных проблем традиционных методов контроля доступа.

В-третьих, система пропусков на основе лица может обеспечить более удобный и приятный для пользователя опыт. Вместо того, чтобы носить с собой физический пропуск или запоминать PIN-код, пользователи могут просто использовать свое лицо для получения доступа. Это может быть особенно полезно в условиях, когда несколько человек должны иметь доступ к одному и тому же пространству, например, в офисных зданиях или институтах.

В целом, разработка пропускной системы на основе технологии распознавания лиц может повысить безопасность, удобство и доступность. Это своевременная и актуальная тема для дальнейших исследований и разработок.

## 1.2 Общая характеристика предметной области и объекта исследования

### 1.2.1 Система контроля и управления доступом

*СКУД* (система контроля и управления доступом) – это совокупность технических средств, направленных на контроль входа и выхода в помещение с целью обеспечения безопасности и регулирования посещения определённого объекта.

С помощью системы идентификации (карта, брелок, отпечатки, универсальный код и т.д.), программа индивидуально для каждого рассчитывает его

график работы, время прихода и ухода, время, потраченное на перерывы и обед.

Главными задачами систем контроля являются:

- наложение ограничений на вход;
- допуск в помещение определённому кругу лиц;
- контроль рабочего дня;
- обеспечение безопасности;
- расчет зарплаты, при интеграции с бухгалтерской системой.

Преимущества СКУД

**Безопасность.** Система позволяет настроить время доступа для каждого сотрудника в индивидуальном порядке. Посторонний человек, не занесенный в список допущенных, не сможет попасть на территорию офиса.

**Контроль рабочего времени.** Система управления доступа позволяет задавать и контролировать время присутствия и отсутствия сотрудника на рабочем месте. Помимо этого, руководитель сможет учитывать все переработанные часы, количество времени, потраченного на перерывы и обед, индивидуально для каждого работника.

**Экономичность.** Несмотря на количество функций, система не требует больших затрат электроэнергии, при этом имеет длительный срок службы, к тому же помогает сэкономить на дополнительной охране.

Какие виды СКУД бывают

Несмотря на достаточно узкую направленность, по установке и применению СКУД делятся на несколько видов. Отличительными особенностями различных типов является их автономная способность, принцип действия и комплектация.

Как правило, системы контроля и управления доступом имеют следующие составляющие:

- преграждающее устройство (электромагнитные замки, двери, турникеты);
- идентификатор (карточка, брелок, отпечаток пальца);
- контроллер – механизм, определяющий пропускную возможность идентификатора;

- считыватель – устройство, определяющее код идентификатора и передающее его на контроллер.

Программное обеспечение и любое дополнительное оборудование также может входить в состав системы, в зависимости от ее типа.

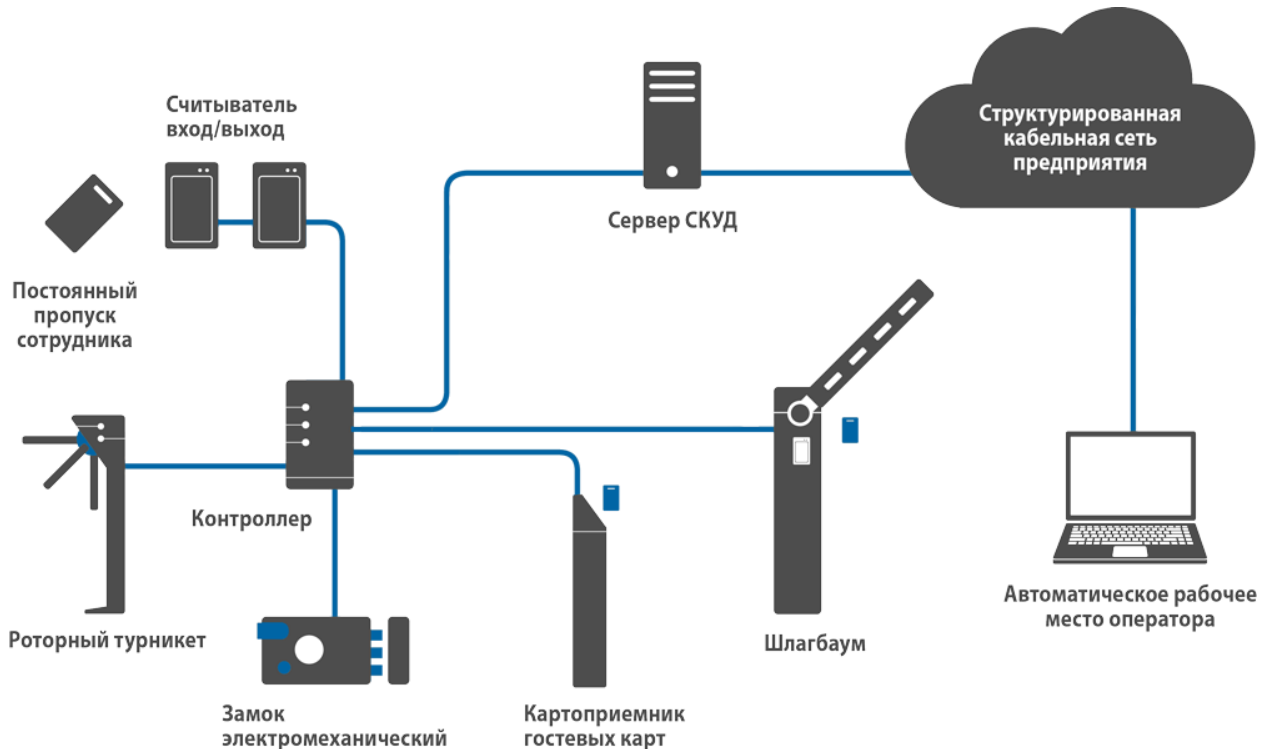


Рисунок 1 – Составляющие СКУД

Традиционно принято выделять три группы систем:

1) Автономные системы. Такое устройство является альтернативой дверным замкам, как правило, в коммерческих помещениях. В систему вносятся коды карт доступа, которым разрешён вход. При совпадении карты и запрограммированного кода в системе, замок отпирается. Эти системы не требуют подключения к компьютеру и обладают минимальным набором функций.

2) Сетевые. Такие СКУД имеют больше возможностей: они могут настраивать доступ в помещение по расписанию, контролируют график работы и интегрируются с видекамерами, охранной и противопожарной системами. Сетевые системы соединены с компьютером и управляются дистанционно.

3) Биометрические системы. Эти системы контроля и управления доступом имеют индивидуальную направленность: уникальный код каждого сотрудника. В программу заносятся отпечатки пальцев или рисунок радужки глаза. Такой

подход обеспечивает более высокий уровень безопасности и предоставляет более полную информацию по каждому сотруднику каждого отдела. С помощью биометрической системы есть возможность вести журнал посещений, контролировать время, потраченное работником на перерывы и командировки

### **1.2.2 Распознавание лица нейронными сетями**

На первом этапе производится детектирование и локализация лица на изображении. На этапе распознавания производится выравнивание изображения лица (геометрическое и яркостное), вычисление признаков и непосредственно распознавание – сравнение вычисленных признаков с заложенными в базу данных эталонами.

В настоящее время существует около десятка разновидностей нейронных сетей (НС). Одним из самых широко используемых вариантов является сеть, построенная на многослойном перцептроне, которая позволяет классифицировать поданное на вход изображение/сигнал в соответствии с предварительной настройкой/обучением сети.

Обучаются нейронные сети на наборе обучающих примеров. Суть обучения сводится к настройке весов межнейронных связей в процессе решения оптимизационной задачи методом градиентного спуска. В процессе обучения НС происходит автоматическое извлечение ключевых признаков, определение их важности и построение взаимосвязей между ними. Предполагается, что обученная НС сможет применить опыт, полученный в процессе обучения, на неизвестные образы за счет обобщающих способностей.

Наилучшие результаты в области распознавания лиц (по результатам анализа публикаций) показала Convolutional Neural Network или сверточная нейронная сеть (далее – СНС), которая является логическим развитием идей таких архитектур НС как когнитрона и неокогнитрона. Успех обусловлен возможностью учета двумерной топологии изображения, в отличие от многослойного перцептрона.

Отличительными особенностями СНС являются локальные рецепторные поля (обеспечивают локальную двумерную связность нейронов), общие веса

(обеспечивают детектирование некоторых черт в любом месте изображения) и иерархическая организация с пространственным сэмпингом (spatial subsampling). Благодаря этим нововведениям СНС обеспечивает частичную устойчивость к изменениям масштаба, смещениям, поворотам, смене ракурса и прочим искажениям.

СНС состоит из трех слоев:

**Сверточный** – данный слой производит свертку входной матрицы с ядром свертки. Количество ядер свертки определяет количество карт активации – первое равно второму.

**Подвыборочный**, или слой объединения – данный слой принимает результат свертки предыдущего слоя в виде матрицы и сжимает данную матрицу. Делается это с целью выделения низкоуровневых признаков и понижения размера данных. В качестве функции сжатия чаще всего используется среднее арифметическое элементов по окну или максимальное значение по окну.

**Полносвязный**. На данный слой подается одномерный вектор от стоящего перед ним сверточного/подвыборочного слоя, причем данный вектор получен из матрицы путем записи ее элементов построчно в одну строку.

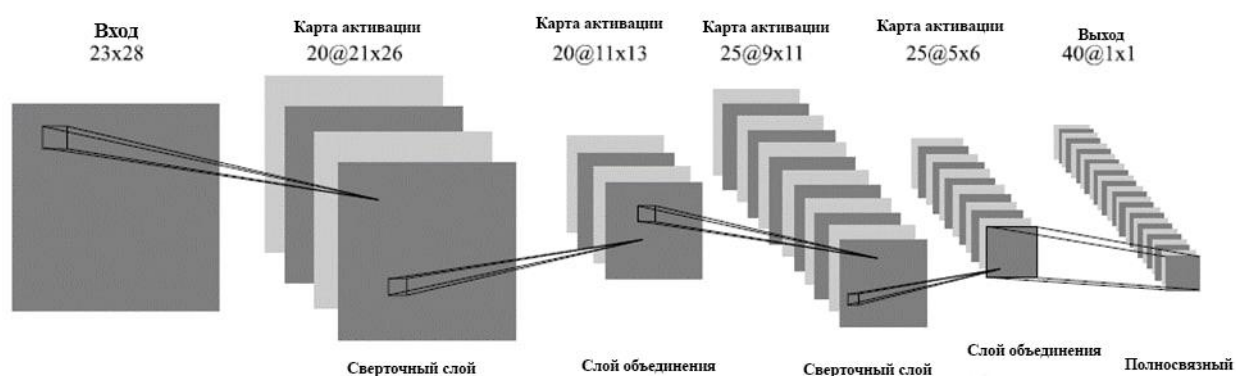


Рисунок 2 – Схематичное изображение архитектуры сверточной нейронной сети

Тестирование СНС на базе данных ORL, содержащей изображения лиц с небольшими изменениями освещения, масштаба, пространственных поворотов,

положения и различными эмоциями, показало 96% точность распознавания.

Свое развитие СНС получили в разработке DeepFace, которую приобрел Facebook для распознавания лиц пользователей своей соцсети. Все особенности архитектуры носят закрытый характер.

Для фронтальных изображений, сделанных в один и тот же день, приемлемая точность распознавания, как правило, составляет 95%. Для изображений, сделанных разными аппаратами и при разном освещении, точность, как правило, падает до 80%. Для изображений, сделанных с разницей в год, точность распознавания составило примерно 50%. При этом стоит заметить, что даже 50 процентов — это более чем приемлемая точность работы системы подобного рода.

### 1.3 Обзор существующих методов решения рассматриваемой задачи

С каждым годом рост интереса к технологиям распознавания лиц заметно увеличивается. На сегодняшний день уже существует несколько десятков систем распознавания, которые применяются в различных сферах человеческой жизни. Лидерами среди компаний разрабатывающих такие системы считаются: корпорация NEC (Япония), Cognitec Systems GmbH (Германия), «VisionLabs» (Россия).



Рисунок 3 – СКУД с системой распознавания лица

«FaceVACS-VideoScan» – простое в использовании, настраиваемое программное обеспечение распознавания лиц по видеопотоку в реальном времени, предлагаемое компанией «Cognitec Systems». Система «FaceVACS-VideoScan» состоит из нескольких системных компонентов: видеосервера управляющего видеопотоками; сервера видеосканирования координирующего все компоненты системы и выполняющего основные биометрические операции; вычислительного узла, используемого для распределения вычислительной нагрузки; пользовательского интерфейса; диспетчера сигналов получающего уведомления о событиях и обслуживающего мобильные устройства; операционной базы данных; и комплекта интеграторов. На сегодняшний день технология FaceVACS использует алгоритм распознавания лиц V10T9. Этот алгоритм, устойчив к изменениям мимики, поворотам лица (на  $\pm 15^\circ$ ) частичному его закрытию, использованию очков и изменению освещения. Кроме того, система FaceVACS имеет следующие особенности:

- возможность одновременного отслеживания нескольких лиц; – сравнение лиц происходит в реальном времени;
- возможность отображения и отправки статистики о потоках;
- поддержка интерактивной регистрации из неподвижного;
- применение C++ API и Web Services API. 21 1.5.2

Система «NEC's Face Recognition» компании «NEC» «NEC's Face Recognition» – одна из передовых систем распознавания лиц, разработанная японской компанией «NEC», позволяющая идентифицировать людей по кадрам многолетней давности и даже, если человек находится в очках или гримасничает. Все распознанные лица хранятся в базе данных, поэтому в случае необходимости можно поднять всю историю видеорегистрации и просмотреть дату и время любого сохраненного изображения. Технология NEC превосходит множество других систем распознавания своей точностью и скоростью. Она имеет хорошие показатели производительности в различных ситуациях, в том числе при работе с видео низкого качества и сильно сжатыми изображениями. NEC анализирует индивидуальные особенности лица (размер, форму зрачков, линии носа и рта), их

взаимное расположение, и находит потом по этой информации подходящего человека в базе данных. Система включает в себя несколько модулей, реализующих следующие алгоритмы:

1. Используется метод обобщенного соответствия (GMFD), который обеспечивает высокую скорость детектирования и высокую точность распознавания лица. Метод GMFD основан на нейронных сетях и осуществляет предварительный поиск пар глаз;

2. Алгоритм PSM (Perturbation Space Method), позволяет эффективно справляться со сложностями связанными с расположением лица в кадре (лицо под наклоном или некоторым углом).

3. Метод ARBM (Adaptive Regional Blend Matching), который уменьшает воздействие небольших изменений на лице (например, изменения выражения лица, наличие очков, головного убора) на точность распознавания. Система распознавания лиц NeoFace обладает следующими особенностями:

- Возможность наблюдения и контроля в реальном времени;
- Идентификация на основе индивидуальных черт лица;
- Множественное распознавание;
- Возможность поиска событий по базе данных;
- Ведение журнала изображений лиц;
- Устойчивость к повороту лица на  $\pm 15^\circ$  и наклону головы до  $45^\circ$  в любом направлении от фронтального положения;
- "Drag and Drop" управление;
- Масштабируемый и неограниченный размер Базы Данных;
- Независимое распознавание направления взгляда и характеристик лица (очки, борода и выражение лица).

Система «LUNA SDK» компании «VisionLabs» «LUNA SDK» – специализированное ПО, сопровождения и распознавания лиц людей на цифровых фотографиях или в видеопотоке от компании «VisionLabs». Движок имеет одни из лучших в мире показателей полноты и точности распознавания в реальных условиях. Процесс распознавания лиц в LUNA SDK работает на основе глубинных



нейронных сетей и состоит из нескольких ключевых этапов: определения положения и размеров всех лиц (детекции); определения расположения характерных черт лица и трансформации его в стандартизированную форму (выравнивание); извлечение дескрипторов (числовых векторов, которые суммируют характерные признаки лица); сравнения лиц с базой изображений и предотвращения подмены лиц. Технические характеристики и особенности LUNA SDK:

- Полностью разработана на C++;
- Возможность наблюдения и контроля в реальном времени;
- Возможность работать в режиме обширной многопоточности;
- Использование алгоритма распознавания лиц на основе глубоких нейронных сетей;
- Оптимизированное управление памятью;
- Компактные дескрипторы, которые обеспечивают вычислительную эффективность;
- Поддержка различных платформ, включая Windows и Linux.

Дескрипторы LUNA обучены на миллионах лиц из различных источников и обеспечивают высокую точность в различных условиях, например, в банках, в системах видеонаблюдения и в социальных сетях.

#### **1.4 Формулировка задачи исследования и общей методики её решения**

Задачей данного исследования является разработка прототипа автоматизированной системы управления в целях организации пропускной системы. В этом случае целью исследования будет создание системы, которая будет автоматически распознавать лица людей, проходящих через контрольный пункт, и разрешать или запрещать им проход в зависимости от того, являются ли они авторизованными пользователями.

При этом следует учесть следующие аспекты:

1. Надежность распознавания лиц: система должна иметь высокую точность распознавания, чтобы избежать нежелательных ошибок при проходе через контрольный пункт.

2. Скорость системы: необходимо разработать быстро работающую систему, чтобы не доставлять неудобств пользователям и обеспечить бесперебойную работу системы контроля доступа.
3. Простота использования: система должна быть удобной для пользователя, с четким и интуитивно понятным интерфейсом, чтобы облегчить ее внедрение и использование.
4. Безопасность данных: система должна быть разработана с учетом безопасности данных, гарантируя, что личная информация защищена и недоступна для неуполномоченных лиц.

Этапы решения задачи будут включать следующие шаги:

1. Исследование и анализ: этот этап включает в себя сбор информации о существующих технологиях распознавания лиц, изучение их возможностей и ограничений, а также определение конкретных требований к пропускной системе.
2. Проект системы: на основе исследования и анализа должен быть создан проект пропускной системы, включая аппаратные и программные компоненты, которые будут использоваться, общую архитектуру системы и пользовательский интерфейс.
3. Разработка и тестирование: на этом этапе система пропусков разрабатывается и тестируется, чтобы убедиться, что она работает должным образом и соответствует требованиям, установленным на этапе проектирования.

Распознавание лица в системе будет осуществляться с использованием технологий OpenCV. OpenCV (англ. Open Source Computer Vision Library, библиотека компьютерного зрения с открытым исходным кодом) — библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом. Реализована на C/C++, также разрабатывается для Python, Java, Ruby, Matlab, Lua и других языков.

## 2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

### 2.1 Разработка концепции, архитектуры построения и платформы реализации информационной системы

#### 2.1.1. Концепция автоматизированной системы

Общая идея этой системы заключается в использовании биометрических данных лица для идентификации и авторизации входа в зону или помещение. Вместо традиционных методов контроля доступа, таких как пропускные карты или пин-коды, система распознавания лица предлагает более безопасный, удобный и надежный способ идентификации личности.

Основная проблема, которую эта система решает, связана с уязвимостью и ограничениями традиционных методов контроля доступа. Пропускные карты могут быть утеряны, скопированы или переданы другим лицам, что создает угрозу безопасности и несанкционированного доступа. При использовании пин-кодов существует риск их утечки или неправильного использования. Распознавание лица позволяет преодолеть эти проблемы, так как каждый человек имеет уникальные биометрические характеристики лица, которые сложно подделать или скопировать.

Преимущества системы распознавания лица для контроля доступа являются значительными. Во-первых, она обеспечивает высокий уровень безопасности, поскольку биометрические данные лица являются сложным и надежным методом идентификации. В отличие от пропускных карт или пин-кодов, которые могут быть утрачены или украдены, лицо неизменно и уникально для каждого человека.

Во-вторых, система распознавания лица предлагает удобство использования. Пользователи не нуждаются в физических картках или запоминании пин-кодов, что экономит время и упрощает процесс прохода через точки контроля.

Кроме того, система распознавания лица обладает гибкостью и адаптивностью к различным условиям. Она способна работать в различных освещенных

условиях, углах обзора и даже при изменении внешности, таких как прическа или наличие головных уборов. Это позволяет системе быть эффективной и надежной в различных сценариях использования.

В итоге, внедрение системы пропускного контроля на основе распознавания лица предоставит организациям надежный и эффективный инструмент для обеспечения безопасности и контроля доступа. Это позволит предотвратить несанкционированный доступ, улучшить работу службы безопасности и обеспечить защиту конфиденциальной информации и ресурсов организации.

### **2.1.2. Архитектура построения информационной системы**

Общая архитектура информационной системы, предназначенной для распознавания лица и управления доступом, состоит из нескольких модулей, взаимодействующих между собой для обеспечения функциональности системы. Каждый модуль выполняет определенную роль и отвечает за конкретные задачи. Рассмотрим основные модули и их функциональность:

1. Модуль устройства управления СКУД: этот модуль представляет собой устройство, например, на основе Arduino, которое служит посредником между модулем распознавания лица и остальными компонентами системы. Он выполняет функцию управления физическими компонентами СКУД, такими как дверные замки, контроллеры доступа и считыватели.

2. Модуль камеры: этот модуль включает в себя физические камеры, которые используются для захвата изображений лиц. Камеры располагаются таким образом, чтобы обеспечить оптимальное покрытие зоны контроля и достаточное разрешение изображений для успешного распознавания лиц.

3. Модуль программного обеспечения с распознаванием лица: данный модуль выполняет обработку изображений, полученных от камеры, и сравнивает их с данными в базе данных. Он использует алгоритмы распознавания лица для определения соответствия идентифицируемого лица зарегистрированным пользователям.

4. Модуль базы данных: данный модуль предназначен для хранения информации о зарегистрированных пользователях, их чертах лица и разрешенных

уровнях доступа. База данных должна быть защищена и доступна только уполномоченному персоналу для предотвращения несанкционированного доступа или вмешательства.

5. Персональный компьютер (ПК) оператора: это устройство, на котором отображается информация о последних прошедших пользователях, включая ФИО и фотографию. Оператор также имеет возможность предоставлять доступ к предприятию пользователям в случае некорректной работы системы или необходимости управления доступом вручную.

Таким образом, общая архитектура системы включает в себя модуль устройства управления СКУД на основе Arduino, модуль камеры, модуль программного обеспечения с распознаванием лица, модуль базы данных и ПК оператора. Эти модули взаимодействуют между собой, обеспечивая функциональность системы контроля и управления доступом на основе распознавания лица.

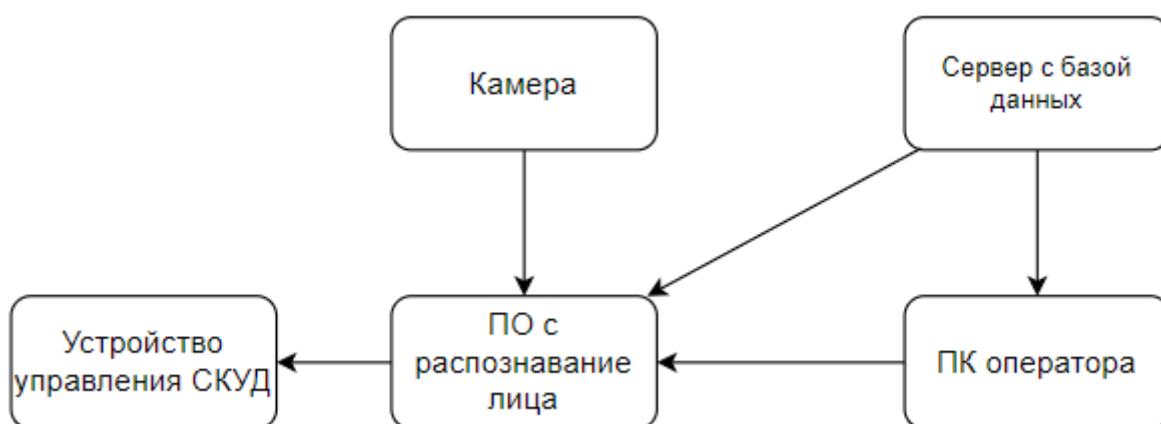


Рисунок 4 – Архитектура системы

### 2.1.3 Платформа реализации информационной системы

Под платформой разработки информационных систем в данном случае понимаются:

- выбор системы управления базами данных (СУБД);
- определение языка программирования;
- выбор системного программного обеспечения;
- выбор устройства управления СКУД.
- выбор устройства захвата изображения.

Для хранения информации о зарегистрированных пользователях будет использоваться база данных SQLite. В SQLite база данных хранит данные о пользователях, их фотографии и другую сопутствующую информацию. SQLite является реляционной базой данных, которая предлагает легковесное и встроенное решение, идеально подходящее для малых и средних проектов. Она обеспечивает высокую производительность, надежность и простоту в использовании. SQLite может быть интегрирована в информационную систему для эффективного хранения и управления данными пользователей.

Автоматизированная система разрабатывается на основе применения модульного принципа проектирования с использованием языка Python, позволяющего оптимизировать скорость и качество работы разработчиков. Также будут использоваться различные фреймворки и библиотеки, такие как OpenCV, TensorFlow и PyQT.

Серверное программное обеспечение определяется исходя из требований к информационной системе. ИС можно использовать на следующих серверных операционных системах:

- Windows Server 2016 и выше;
- Операционная система ПК оператора может быть реализована на всех версиях MS Windows выше 10.

Для получения изображений лиц можно использовать физические камеры, которые могут быть подключены к системе. Это могут быть USB-камеры, IP-камеры или другие устройства с поддержкой захвата видео и изображений. В прототипе будет использоваться камера с разрешением 1 Мп и возможность записи видео в разрешение 1280 x 720.

Для управления физическими компонентами системы контроля и управления доступом, такими как дверные замки и контроллеры доступа, можно использовать специализированные устройства или модули, например, на основе Arduino или Raspberry Pi. В прототипе используется Arduino Uno. Arduino Uno — это платформа для разработки электронных устройств, основанная на микро-

контроллере ATmega328. Arduino Uno обладает набором цифровых и аналоговых входов/выходов, которые могут быть использованы для подключения и управления различными компонентами, такими как датчики, реле и электромагнитные замки.

С помощью Arduino Uno можно создать устройство управления СКУД, которое будет взаимодействовать с другими модулями системы. Например, Arduino Uno будет получать команды от ПО с распознаванием лица для управления дверными замками. При распознавании лица и совпадении с данными в базе данных, Arduino Uno может активировать соответствующий контроллер доступа, разблокировать замок и предоставить доступ пользователю.

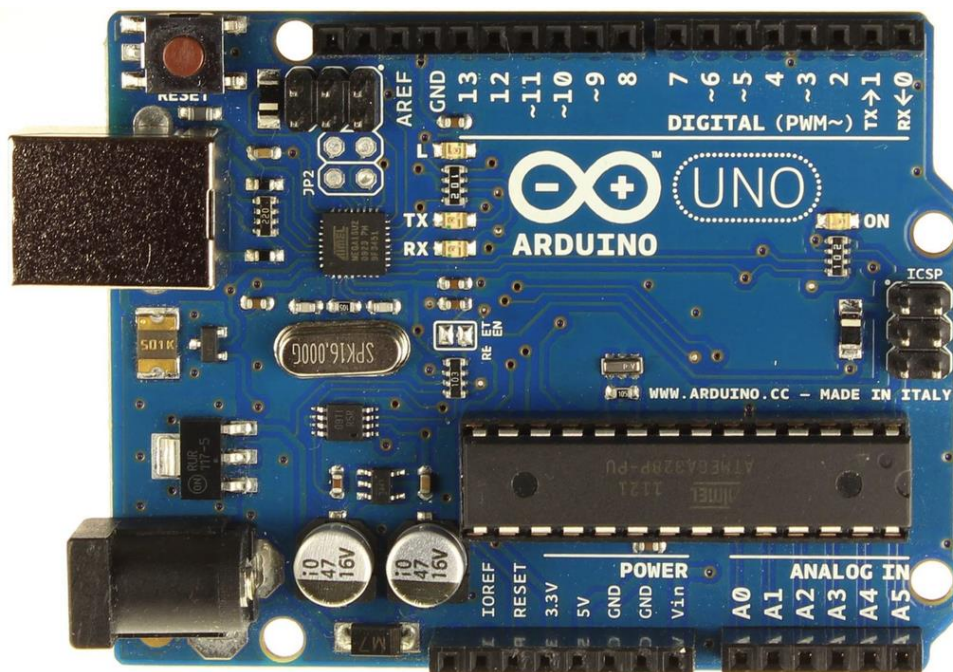


Рисунок 5 – Arduino UNO

Все эти компоненты и технологии должны быть интегрированы в единую платформу, чтобы обеспечить надежную и эффективную работу системы распознавания лица и управления доступом.

## 2.2 Структура автоматизированной системы, состав функциональных и обеспечивающих систем

Функциональные подсистемы – комплекс задач с высокой степенью информационных обменов (связей) между задачами (некоторый процесс обработки информации с четко определенным множеством входной и выходной информации).

Функциональные подсистемы информационно обслуживают определенные системы, характерные для его структурных подразделений и функций управления. Интеграция функциональных подсистем в единую систему достигается за счет создания и функционирования обеспечивающих подсистем, таких как:

- информационная;
- техническая;
- программная;
- математическая;
- лингвистическая.

Обеспечивающие подсистемы являются общими для всей АСУ независимо от конкретных функциональных подсистем, в которых применяются те или иные виды обеспечения. В работе обеспечивающие и организационные подсистемы объединены в одну обеспечивающую подсистему. Обоснованием такого решения можно считать, что их составляющие обеспечивают реализацию целей и функций системы.

Состав обеспечивающих подсистем не зависит от выбранной предметной области и имеет:

- функциональную структуру;
- информационное обеспечение;
- математическое (алгоритмическое и программное) обеспечение;
- техническое обеспечение;
- организационное обеспечение,

а на стадии разработки ИС дополнительные обеспечения:

- правовое;
- лингвистическое;
- технологическое;
- методологическое;
- интерфейсы с внешними ИС.



Информационное обеспечение – это совокупность средств и методов построения информационной базы. Оно определяет способы и формы отображения состояния объекта управления в виде данных внутри ИС, документов, графиков и сигналов вне ИС.

Математическое обеспечение состоит из алгоритмического и программного.

Организационное обеспечение – это совокупность средств и методов организации производства и управления ими в условиях внедрения ИС.

Целью организационного обеспечения является: выбор и постановка задач управления, анализ системы управления и путей ее совершенствования, разработка решений по организации взаимодействия ИС и персонала, внедрение задач управления. Организационное обеспечение включает в себя методики проведения работ, требования к оформлению документов, должностные инструкции и т. д.

Алгоритмическое обеспечение представляет собой совокупность математических методов, моделей и алгоритмов, используемых в системе для решения задач и обработки информации.

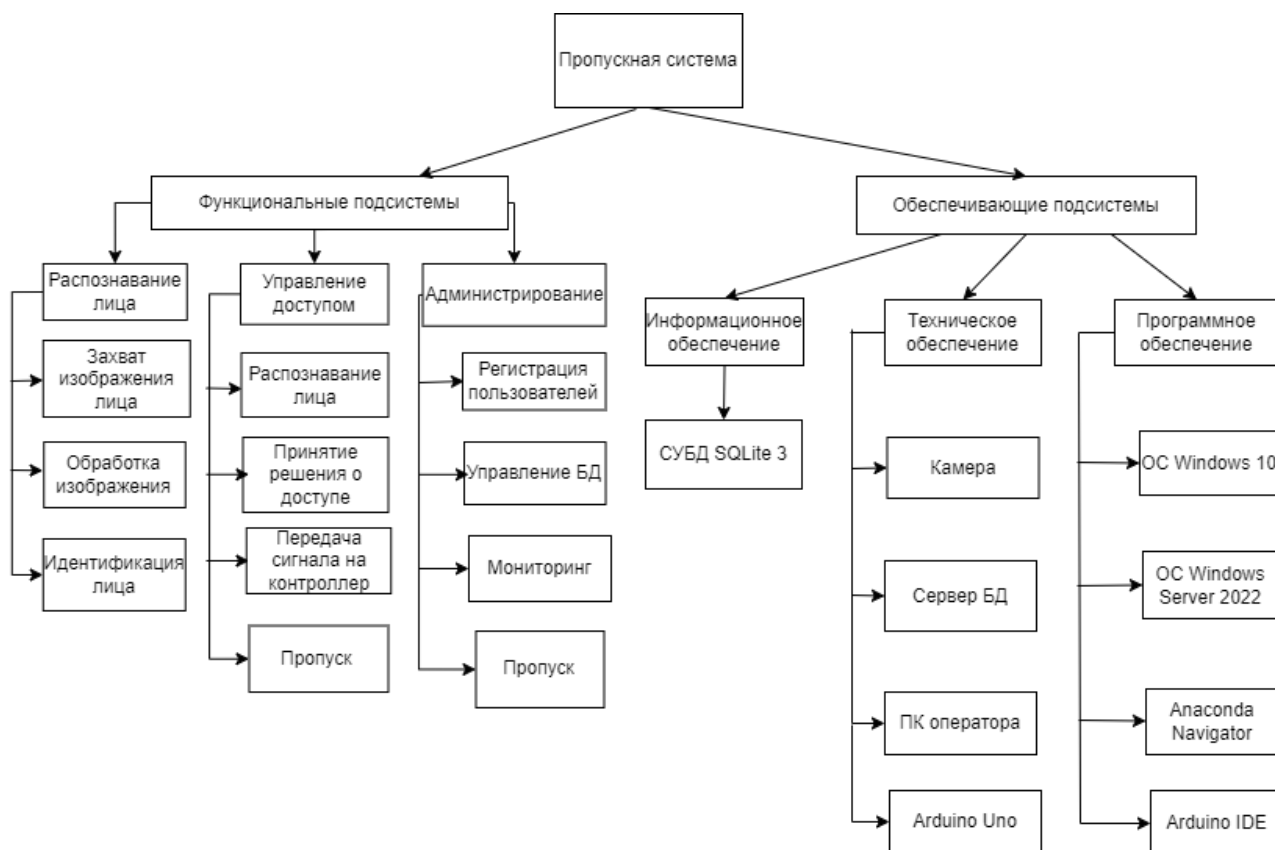


Рисунок 6 - Состав функциональных и обеспечивающих подсистем

### 2.3 Техническое обеспечение

В комплекс технических средств должны входить следующие элементы:

- ПК оператора;
- источники бесперебойного питания;
- средства для построения ЛВС;
- сервер БД;
- Arduino Uno;
- камера;

Требования к серверу:

- память 8 Гб;
- процессор 2.2 ГГц Intel i5 - 10400 минимум;
- скорость диска SATA 8 Гбит/с;
- сетевой адаптер 10 Гбит/с;
- операционная система Windows Server 2026.

Требования к ПК оператору:

- процессор 2 ГГц;
- память 8 Гб;
- жесткий диск не менее 500 Гб;
- операционная система Windows 10;
- сетевой адаптер 100 Мбит/с.

Технические средства ИС описаны с учетом требований к функционированию прикладного программного комплекса. Технические средства должны обеспечить:

- круглосуточный режим работы комплекса технических средств и оборудования;
- гарантированное выполнение всего комплекса программного обеспечения в случае сбоя или выхода из строя части оборудования;
- защиту данных от несанкционированного доступа;
- сервера и ПК оператора должны быть объединены локальной сетью.

## 3 РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

### 3.1 Сбор и подготовка данных для обучения нейронной сети

#### 3.1.1 Выбор источников данных

При разработке пропускной системы, необходимо провести выбор источников данных, на основе которых будет происходить обучение модели. Качество и разнообразие данных являются ключевыми факторами для достижения высокой производительности и точности модели.

Был сформирован собственный набор данных, на основе открытых наборов из интернета и личных фотографий. В данном наборе, для каждого набора фотографий определенного человека была создана папка, что изображено на рисунке

s01	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s02	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s03	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s04	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s05	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s06	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s07	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s08	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s09	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s10	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s11	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s12	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s13	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s14	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s15	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s16	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s17	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s18	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s19	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s20	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s21	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s22	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s23	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s24	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s25	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s26	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s27	12.06.2023 20:22	Папка с файлами
s28	12.06.2023 20:28	Папка с файлами

Рисунок 7 – Набор данных

При выборе источников данных следует учитывать следующие факторы:

–Качество и разнообразие изображений в наборе данных;

- Соответствие целевой задаче распознавания лиц;
- Размер набора данных и его достаточность для обучения модели;
- Условия съемки, освещение и другие факторы, которые могут влиять на качество изображений;

В результате выбора источников данных был сформирован набор данных, который будет использоваться для обучения нейронной сети. Этот набор данных представительен, разнообразен и содержит достаточное количество примеров, чтобы модель могла обучиться эффективно и достичь высокой точности распознавания лиц.

### **3.1.2 Предобработка и аугментация изображений**

Предобработка и аугментация изображений являются важными шагами при подготовке данных для обучения нейронной сети распознавания лиц. Они позволяют улучшить качество данных, увеличить разнообразие и повысить производительность модели. Вот некоторые методы предобработки и аугментации изображений:

**Ресайзинг:** Изображения лиц могут иметь разные размеры. Для обеспечения единообразности и эффективной обработки изображений, их можно изменить до заданного размера. Например, можно изменить все изображения лиц до размера 128x128 пикселей.

**Нормализация:** Нормализация изображений помогает устранить различия в освещении и контрасте, что может негативно сказываться на работе модели. Например, можно применить метод нормализации, чтобы сделать среднее значение яркости пикселей равным 0 и стандартное отклонение равным 1.

**Устранение шума:** Изображения лиц могут содержать шумы или артефакты, которые могут повлиять на работу модели. Применение методов фильтрации, таких как фильтр Гаусса или медианный фильтр, может помочь снизить уровень шума и улучшить четкость изображений.

**Аугментация данных:** Аугментация данных позволяет создать дополнительные вариации изображений лиц, расширить разнообразие и усложнить обучение модели. Методы аугментации могут включать горизонтальное отражение,

повороты, масштабирование, добавление шума и другие преобразования. Например, можно случайным образом повернуть изображение лица на небольшой угол или применить случайное масштабирование для создания различных вариаций.

**Балансировка классов:** Если набор данных не сбалансирован, то есть разное количество изображений для разных классов, можно применить методы балансировки классов, такие как аугментация данных для меньшего класса или использование взвешенных потерь при обучении модели. Это позволит справиться с проблемой несбалансированности и обеспечить более равномерное обучение модели для всех классов.

Предобработка и аугментация изображений являются гибкими и настраиваемыми процессами, которые могут быть адаптированы к конкретным требованиям задачи распознавания лиц. Использование этих методов позволяет улучшить качество данных, повысить разнообразие и помочь модели обучиться более робустным и эффективным способам распознавания лиц.

## **3.2 Выбор и настройка архитектуры нейронной сети**

### **3.2.1 Обзор существующих архитектур для распознавания лица**

Обзор существующих архитектур для распознавания лица представляет различные модели и методы, применяемые в области компьютерного зрения и глубокого обучения. Ниже представлен более подробный обзор нескольких популярных архитектур:

1) Convolutional Neural Networks (CNN) являются широко применяемой архитектурой нейронных сетей для распознавания лиц. Они эффективно работают с изображениями благодаря своей способности извлекать иерархические признаки из входных данных. Архитектуры CNN, используемые для распознавания лиц, включают AlexNet, VGGNet, ResNet и InceptionNet. AlexNet была одной из первых успешных моделей CNN, которая существенно повлияла на развитие области распознавания лиц. VGGNet известна своей глубокой архитектурой с использованием малых сверточных фильтров. ResNet представляет собой глубокую архитектуру с применением skip-соединений для борьбы с проблемой зату-

хания градиентов. InceptionNet использует модули Inception, которые объединяют свертки разных размеров для извлечения признаков.

2) Сиамская нейронная сеть — это архитектура, которая работает с парами изображений. Она обучается для сравнения и вычисления сходства между лицами. Эта архитектура особенно полезна для задач, связанных с идентификацией лиц и определением сходства между ними. Siamese Networks используют общие веса для обработки обоих изображений пары, что позволяет эффективно сравнивать их признаковые представления. Затем используется функция потерь, которая учитывает разницу или сходство между этими представлениями. На рисунке 8 показаны составляющие архитектуры.

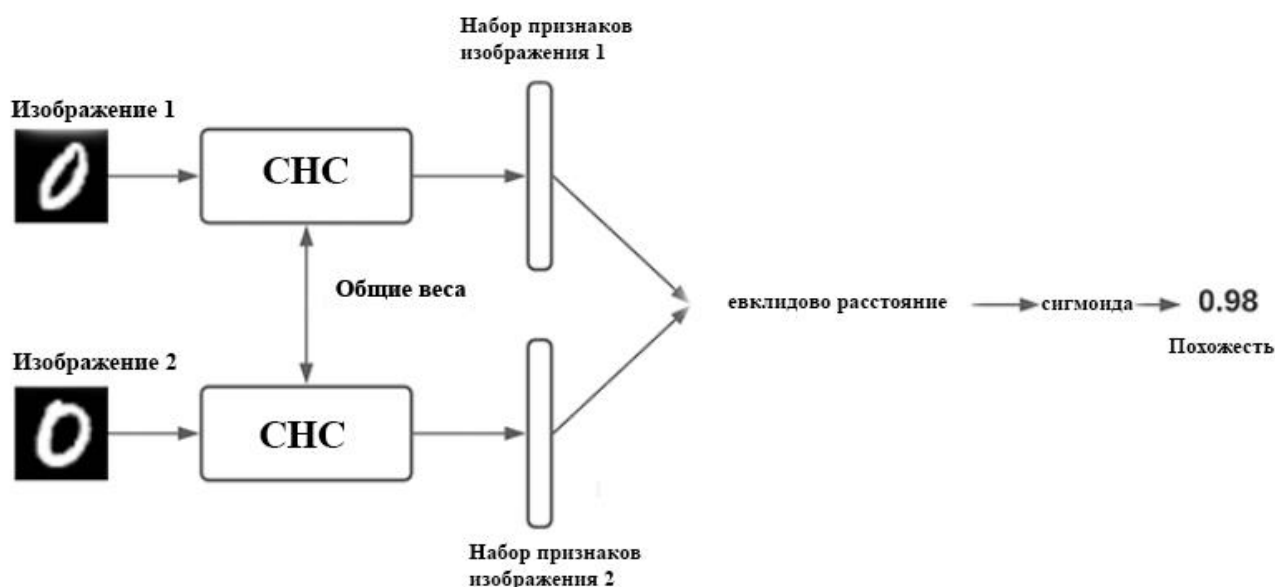


Рисунок 8 – Сиамская нейронная сеть

3) DeepFace — это модель для распознавания лиц, разработанная командой Facebook AI Research. Она основана на сверточных нейронных сетях и представляет собой глубокую архитектуру, специально созданную для высокой точности распознавания лиц. DeepFace использует техники, такие как локализация лиц, выравнивание и эмбединги лиц для достижения высокой производительности. Она обучается на больших наборах данных и способна обрабатывать различные виды вариаций, такие как изменение освещения и повороты лица.

4) FaceNet — это архитектура, которая использует сверточные нейронные сети для представления лиц в пространстве признаков. Эта модель обучается на

большом наборе данных лиц и стремится создать компактные эмбединги, которые сохраняют информацию о лице и обладают свойством схожести между одними и разными лицами. FaceNet использует технику триплетного loss, чтобы учиться отличать эмбединги лиц разных людей и сокращать расстояние между эмбедингами одного лица. Это позволяет выполнять сравнение и идентификацию лиц с высокой точностью.

Каждая из этих архитектур имеет свои преимущества и может быть выбрана в зависимости от конкретных требований и ограничений задачи распознавания лица. При выборе оптимальной архитектуры необходимо учитывать доступность данных, требуемую точность распознавания и вычислительные ресурсы. Кроме того, стоит учитывать особенности приложения, в котором будет применяться система распознавания лица.

### **3.2.2 Выбор оптимальной архитектуры для конкретной задачи**

В качестве архитектуры для распознавания лица была выбрана сверточная нейронная сеть.

Сверточные нейронные сети являются эффективным инструментом для извлечения иерархических признаков из входных изображений. Они способны автоматически обучаться распознавать различные аспекты лица, такие как форма, текстура и расположение ключевых точек.

Архитектура сверточной нейронной сети может быть различной, и ее выбор зависит от требований задачи и доступных данных. Однако, для эффективного распознавания лиц, обычно используются следующие основные компоненты и принципы:

Слои свертки — эти слои выполняют операцию свертки над входными изображениями, что позволяет выделять локальные признаки и обнаруживать шаблоны. Чем больше слоев свертки используется, тем более абстрактные и сложные признаки способна извлекать модель.

Слои объединения — следующий шаг после свертки обычно включает слои объединения, которые уменьшают размерность предыдущих слоев и извлекают наиболее значимые признаки.



Полносвязные слои — после сверточных и слоев объединения обычно следуют полносвязные слои, которые обрабатывают высокоуровневые признаки и принимают решение о классификации или идентификации.

Количество слоев и их конфигурация зависят от сложности задачи и доступных ресурсов. Глубокие сверточные нейронные сети, состоящие из нескольких сверточных слоев и полносвязных слоев, могут обеспечить высокую точность распознавания, но требуют большого количества данных и вычислительных ресурсов для обучения.

В ходе работы была выбрана такая нейронная сеть:

1. Входной слой: принимает входное изображение лица.
2. Сверточный слой с 16 фильтрами и размером ядра  $3 \times 3$ .
3. Слой объединения с размером окна  $2 \times 2$  и шагом 2 для уменьшения размерности.
4. Сверточный слой с 32 фильтрами и размером ядра  $3 \times 3$ .
5. Слой объединения с размером окна  $2 \times 2$  и шагом 2.
6. Третий сверточный слой с 64 фильтрами и размером ядра  $3 \times 3$ .
7. Слой объединения с размером окна  $2 \times 2$  и шагом 2.
8. Полносвязный слой с 128 нейронами.
9. Выходной слой настроен для определения класса .

### **3.2.3 Настройка параметров и гиперпараметров модели**

Настройка параметров и гиперпараметров модели является важным этапом в процессе создания оптимальной архитектуры для распознавания лица. Параметры относятся к весам и смещениям нейронных сетей, которые модель настраивает во время обучения. Гиперпараметры, с другой стороны, определяют конфигурацию модели и влияют на ее обучение, но не изменяются в процессе обучения.

Созданная сверточная нейронная сеть имеет заданные параметры и гиперпараметры:

1) Параметры:

– Количество фильтров в первом сверточном слое: 16

- Размер ядра в первом сверточном слое: 3x3
- Размер окна в первом слое объединения: 2x2
- Количество фильтров во втором сверточном слое: 32
- Размер ядра во втором сверточном слое: 3x3
- Размер окна во втором слое объединения: 2x2
- Количество фильтров в третьем сверточном слое: 64
- Размер ядра в третьем сверточном слое: 3x3
- Размер окна в третьем слое объединения: 2x2
- Количество нейронов в полносвязном слое: 128

## 2) Гиперпараметры:

- Скорость обучения = 0.001
- Регуляризация – L2 регуляризация
- Размер пакета = 32
- Количество эпох = 50
- Инициализация весов = 'He' (метод инициализации весов He)
- Функция активации = 'ReLU' (функция активации ReLU)

### 3.3 Обучение и тестирование нейронной сети

#### 3.3.1 Разделение данных на обучающую, валидационную и тестовую выборки

Перед началом обучения сверточной нейронной сети необходимо разделить доступные данные на три независимые выборки: обучающую, валидационную и тестовую. Разделение данных поможет оценить производительность модели на новых, ранее не виденных примерах и контролировать ее способность к обобщению.

Процесс разделения данных был выполнен следующим образом:

- Исходный набор данных с изображениями лиц разделяется в соотношении 70% для обучающей выборки, 15% для валидационной выборки и 15% для тестовой выборки
- При разделении данных учитывается, чтобы каждая выборка содержала

представителей всех классов лиц, чтобы обеспечить равномерное обучение и оценку модели.

- Разделение данных выполняется с помощью функций предоставляемых в выбранном фреймворке для глубокого обучения TensorFlow.

### **3.3.2 Обучение модели на обучающей выборке**

После успешного разделения данных на обучающую, валидационную и тестовую выборки, можно приступить к обучению сверточной нейронной сети на обучающей выборке. Обучение модели заключается в пошаговой настройке весов и параметров сети на основе обучающих данных с целью минимизации ошибки и достижения высокой производительности в распознавании лиц.

Процесс обучения модели на обучающей выборке включает следующие шаги:

**Подготовка данных:** Обучающая выборка подается на вход модели в виде пар изображений лиц и их соответствующих классов или меток. Данные могут быть предварительно обработаны, например, масштабированы или нормализованы для обеспечения лучшей производительности модели.

**Инициализация модели:** Сверточная нейронная сеть, описанная в предыдущих разделах, инициализируется с определенными весами и параметрами.

**Прямое распространение:** Изображения лиц подаются на вход модели, которая последовательно проходит через свои слои, выполняя операции свертки, объединения и активации. Процесс прямого распространения порождает выходные данные модели.

**Расчет ошибки:** Выходные данные модели сравниваются с правильными метками из обучающей выборки, и на основе этого рассчитывается ошибка. Некоторые распространенные функции потерь для задачи классификации лиц включают категориальную перекрестную энтропию или среднеквадратичную ошибку.

**Обратное распространение:** Ошибка распространяется назад через сеть с помощью алгоритма обратного распространения ошибки. Это позволяет регулировать веса и параметры модели таким образом, чтобы минимизировать ошибку.

Обновление весов: С использованием оптимизационного алгоритма, например, стохастического градиентного спуска или его вариантов, веса модели обновляются на основе градиентов, полученных в результате обратного распространения.

Итерации: Шаги 3-6 повторяются для каждого образца в обучающей выборке до тех пор, пока не будет достигнуто условие остановки, например, заданное количество эпох или достижение определенного уровня производительности.

Во время обучения модели можно использовать дополнительные методы и техники для улучшения результатов, такие как регуляризация, аугментация данных или оптимизация гиперпараметров. Обучение продолжается, пока модель не достигнет удовлетворительной производительности на обучающей выборке.

### **3.3.3 Оценка качества модели на валидационной выборке**

После завершения обучения модели на обучающей выборке, необходимо оценить ее производительность на валидационной выборке. Валидационная выборка играет важную роль в настройке гиперпараметров модели и помогает в контроле переобучения.

Процесс оценки качества модели на валидационной выборке включает следующие шаги:

Прямое распространение: Входные изображения из валидационной выборки подаются на вход модели, которая генерирует прогнозы для каждого изображения.

Расчет метрик: Сравнивая прогнозы модели с правильными метками из валидационной выборки, можно рассчитать различные метрики для оценки качества модели. Некоторые распространенные метрики в задаче классификации лиц включают точность, полноту, точность и F1-меру.

Анализ результатов: Изучение метрик и результатов на валидационной выборке помогает понять, как модель обобщает знания на новые данные. Если модель показывает низкую производительность на валидационной выборке, возможно потребуется изменение гиперпараметров или модификация архитектуры

модели.

Настройка гиперпараметров: Оценка качества модели на валидационной выборке позволяет проводить настройку гиперпараметров, таких как скорость обучения, количество слоев, размер пакета и т. д. Это помогает улучшить производительность модели на тестовой выборке.

Итерации: Шаги 1-4 могут быть повторены несколько раз, внося изменения в модель и ее гиперпараметры для улучшения результатов на валидационной выборке.

### **3.3.4 Тестирование модели на тестовой выборке**

После завершения обучения и настройки модели с использованием обучающей и валидационной выборок, необходимо протестировать модель на тестовой выборке. Тестовая выборка представляет собой независимый набор данных, который модель ранее не видела, и позволяет оценить ее обобщающую способность и точность.

После прогонки тестовой выборки через модель и сравнения прогнозов с правильными метками, мы получили результаты. Оказалось, что точность модели на тестовой выборке составляет 92%. Это означает, что в 92% случаев модель правильно предсказывает метки для изображений из тестового набора данных.

Такой высокий уровень точности на тестовой выборке свидетельствует о том, что модель успешно обобщается на новые данные и способна делать достоверные прогнозы. Этот результат говорит о хорошей производительности модели и ее пригодности для решения поставленных задач.

Если впоследствии потребуется повысить точность модели на тестовой выборке, можно рассмотреть варианты дальнейшего улучшения, такие как оптимизация архитектуры модели или настройка гиперпараметров. Возможны также использование дополнительных методов, включая аугментацию данных или расширение обучающей выборки. Эти шаги помогут достичь еще более высокой точности и улучшить обобщающую способность модели на новых данных.

## 4 ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

### 4.1 OpenCV

OpenCV (Open Source Computer Vision Library) - это мощная библиотека компьютерного зрения, которая предоставляет широкий спектр функций и алгоритмов для обработки изображений и видео. В данной подглаве мы рассмотрим, как OpenCV упрощает работу с камерой и позволяет определить расположение головы на изображении или видео.

#### 1. Подключение к камере:

- OpenCV предоставляет удобные функции для подключения к камере компьютера или других устройств. Это позволяет нам легко получать видеопоток с камеры для дальнейшей обработки.

- Мы можем указать идентификатор камеры или выбрать из доступных камер, если их несколько. OpenCV автоматически настраивает соответствующие параметры, такие как разрешение и частота кадров.

#### 2. Захват и обработка видео:

- С помощью OpenCV мы можем легко захватывать видео с камеры в реальном времени. Это позволяет нам работать с видеопотоком, выполнять операции обработки и анализировать каждый кадр.

- OpenCV предоставляет функции для простой обработки видео, включая изменение размера кадров, преобразование цветового пространства и улучшение контраста.

#### 3. Детектирование головы:

- С использованием алгоритмов и функций OpenCV, таких как каскады Хаара, мы можем определить расположение головы на изображении или в видеопотоке.

#### 4. Визуализация результатов:

- OpenCV предлагает удобные инструменты для визуализации результатов обработки. Мы можем нарисовать прямоугольник или окружность вокруг обнаруженной головы, чтобы визуально обозначить ее положение.

- Мы также можем добавить текстовые метки или аннотации к изображению или видео, чтобы дополнительно информировать пользователя о расположении головы или других обнаруженных объектов.

Использование OpenCV для работы с камерой и определения расположения головы предоставляет возможность разрабатывать разнообразные приложения, включая системы видеонаблюдения, умные камеры, системы безопасности и дополненную реальность.

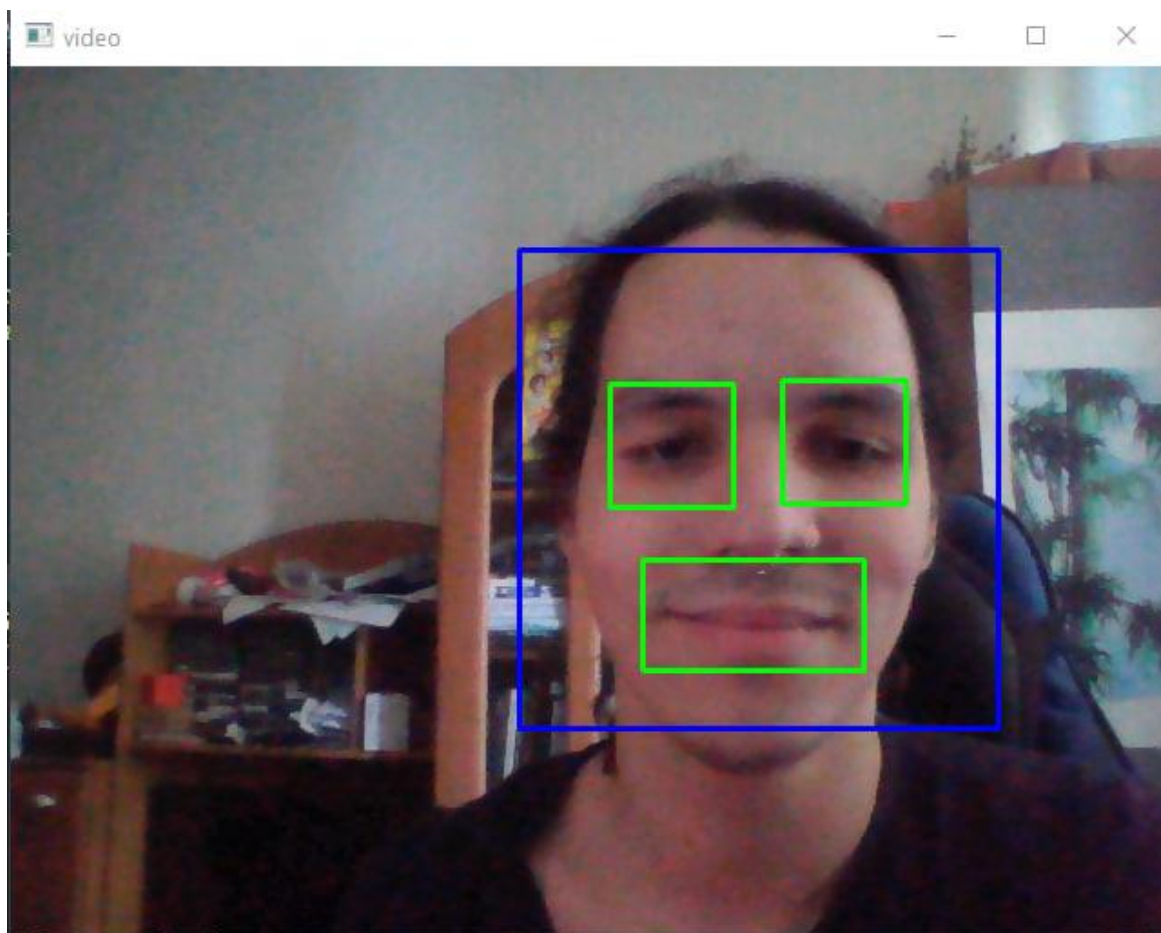


Рисунок 9 – Определение головы OpenCV (синим)

## 4.2 Разработка базы данных

При разработке программного обеспечения была использована база данных SQLite. В рамках данной работы была создана таблица с названием "People", в которой содержатся три атрибута:

1. "Код\_человека": Данный атрибут представляет уникальный идентификатор каждого человека в базе данных. Он является целочисленного типа данных.

2. "ФИО": Этот атрибут предназначен для хранения полного имени человека. Он имеет тип данных TEXT и позволяет сохранить текстовую информацию.

3. "Фото": Данный атрибут предназначен для хранения фотографии человека. Он использует формат BLOB (Binary Large Object) для хранения бинарных данных изображения.

Спецификация базы данных описана в таблице 1.

Таблица 1 – Спецификация атрибутов сущности базы данных

Объект	Атрибут	Вид атрибута	Свойства
Человек	Код_человека	Числовой	6 символов
	ФИО	Текстовый	От 1 до 100 символов
	Фотография	Бинарные данные	11 символов

### 4.3 Аппаратная часть

Аппаратная часть системы включает использование платформы Arduino Uno, интегрированной среды разработки (IDE) Arduino и светодиода, встроенного на плате Arduino Uno.

Arduino IDE (Integrated Development Environment) - это специальная среда разработки, которая позволяет программировать микроконтроллеры Arduino. С помощью Arduino IDE можно создавать и загружать программный код на языке Arduino, который будет выполняться на Arduino Uno.

В контексте разрабатываемой системы, Arduino Uno используется для управления и взаимодействия с другими компонентами и датчиками. С помощью Arduino IDE разработчик создает программный код, который определяет логику работы системы и взаимодействие с встроенным светодиодом и другими компонентами.



Аппаратная часть системы на базе Arduino Uno позволяет реализовать контроль и управление различными устройствами и сенсорами, а также обеспечивает возможность взаимодействия с программной частью системы для обработки данных и принятия решений.

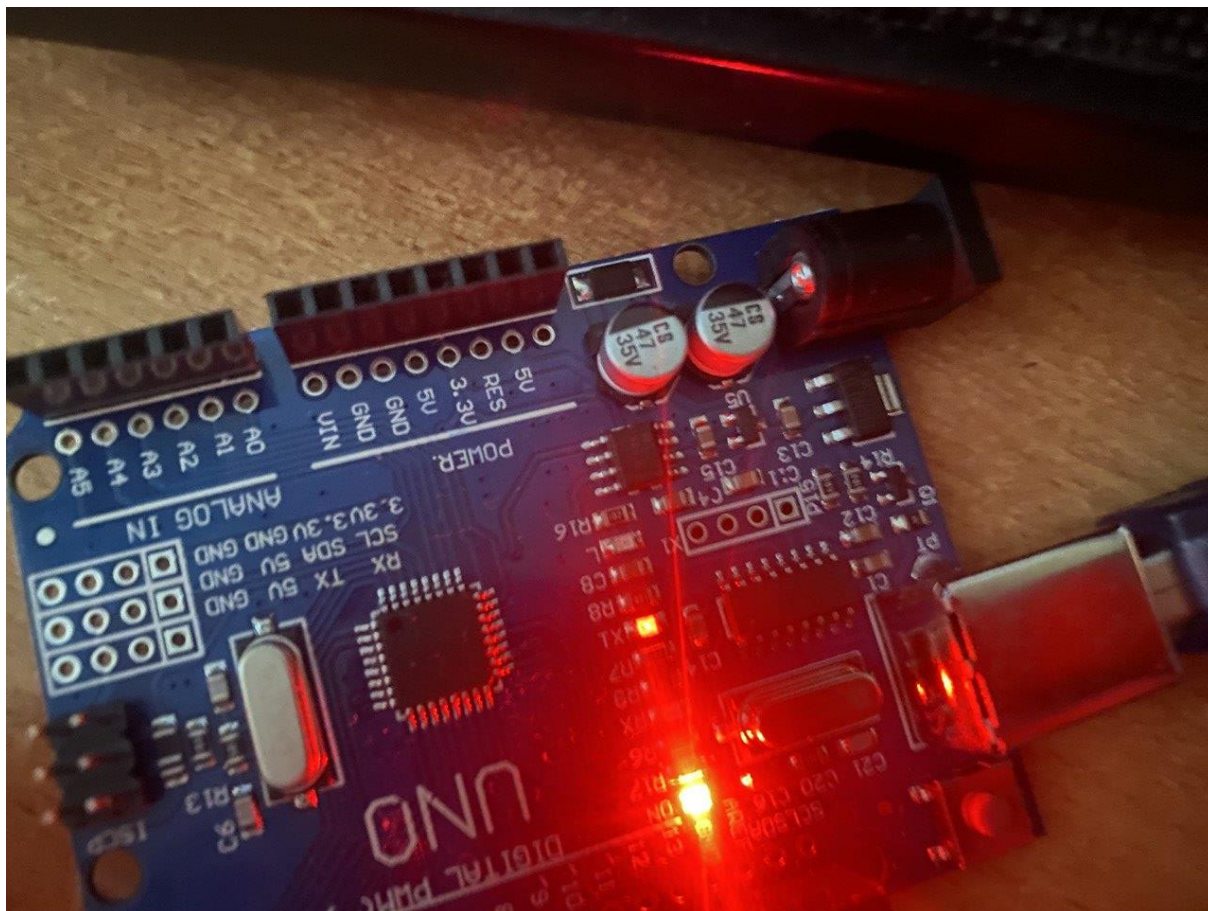


Рисунок 10 – Работающий Arduino Uno

#### 4.4 Алгоритм работы программного обеспечения

Алгоритм работы программного обеспечения:

1. Получение входящего изображения:
  - Программа получает входящее изображение лица, которое предоставлено через камеру.
2. Применение алгоритмов обнаружения лица:
  - Используя алгоритм обнаружения лица встроенный в OpenCV, программа анализирует входное изображение и определяет наличие лица.
3. Извлечение признаков лица:
  - При наличии обнаруженного лица, программа извлекает особые точки или признаки лица, такие как глаза, нос, рот и щеки.

#### 4. Вычисление нормализованных расстояний:

- На основе извлеченных признаков лица, программа вычисляет 30 нормализованных расстояний для каждого человека. Эти расстояния могут представлять собой числовые значения, характеризующие относительные расстояния между ключевыми точками лица. Эти расстояния используются для создания уникального "лицевого шаблона" каждого человека, который позволяет системе распознавать и сравнивать лица на основе их характеристик.

#### 5. Поиск в базе данных:

- Программа ищет данные данного человека в базе данных, содержащей информацию о лицах, которым предоставлен доступ.

#### 6. Отказ в доступе:

- Если человек не найден в базе данных, программа принимает решение о отказе в доступе, так как идентификация не может быть подтверждена.

#### 7. Распознавание лица:

- Если человек найден в базе данных, программа применяет алгоритм сверточной нейронной сети для распознавания лица для проверки идентичности.

#### 8. Подтверждение идентичности:

- Если система успешно распознала лицо данного человека, программа подтверждает его идентичность и переходит к следующему шагу.

#### 9. Предоставление доступа:

- Поскольку система подтвердила идентичность лица, программа предоставляет доступ лицу к запрашиваемому ресурсу, например, разблокирует дверь или разрешает доступ к системе.

#### 10. Завершение работы программы:

- По завершении процесса распознавания и предоставления доступа, программа завершает свою работу и готова к обработке новых входных данных.

Блок-схема алгоритма изображена на рисунке 12.

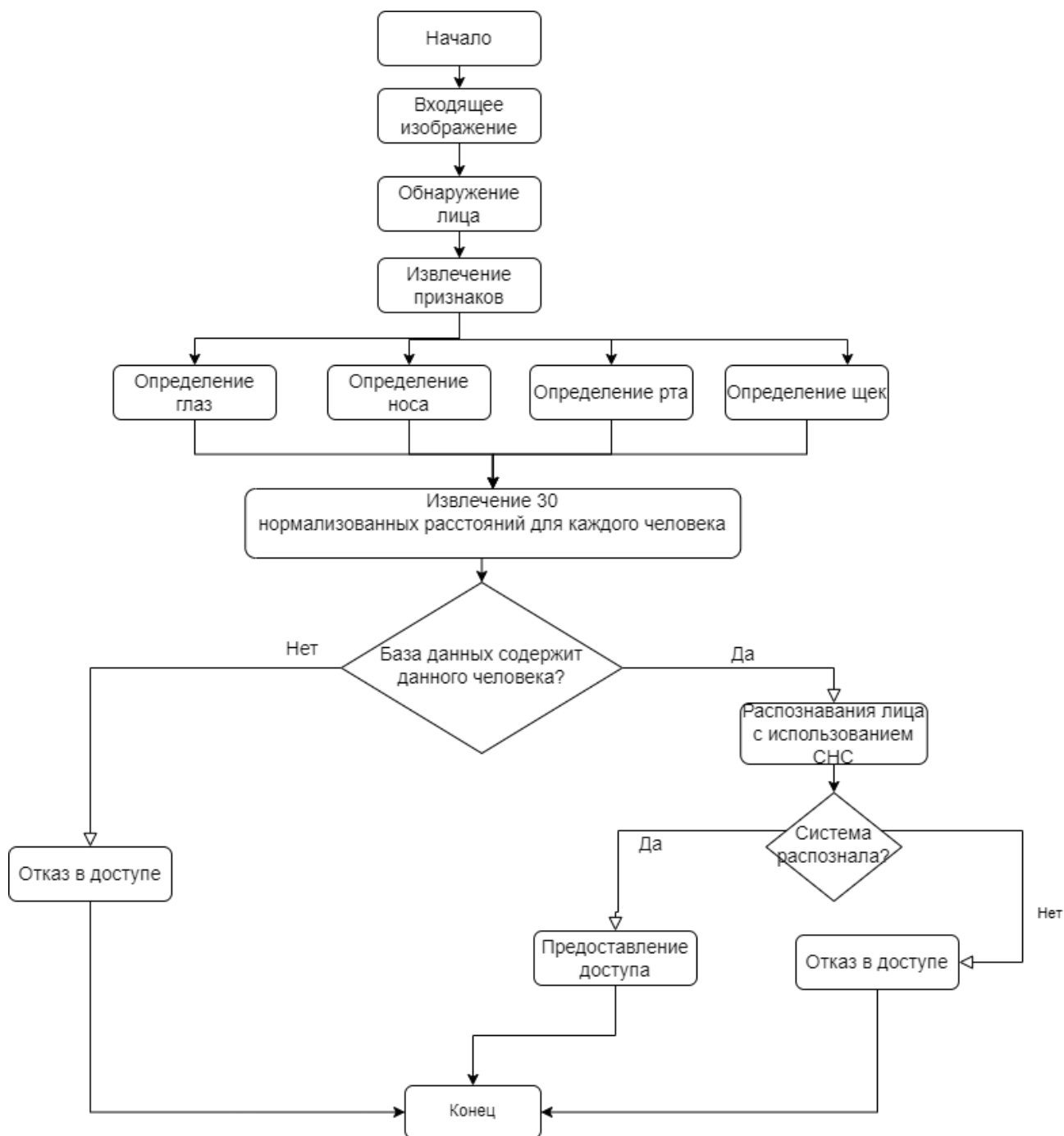


Рисунок 11 – Алгоритм работы

## 4.5 Описание структуры ПО

Программа будет проектироваться по клиент-серверной архитектуре с использованием модульного принципа проектирования. В качестве сервера баз данных будет использоваться встроенная СУБД SQLite, которая является частью стандартной библиотеки Python. Преимуществом SQLite является его простота в использовании и небольшой размер, что делает его идеальным выбором для небольших проектов.

Для разработки клиентской части приложения будет применена среда разработки Spyder IDE. Spyder IDE — это интегрированная среда разработки для языка программирования Python, предоставляющая широкий набор инструментов для разработки, отладки и тестирования кода. Она обладает удобным интерфейсом, поддерживает автодополнение кода и интеграцию с наиболее популярными библиотеками и пакетами Python.

Spyder IDE предоставляет множество функций, которые упрощают процесс разработки, включая редактор кода с подсветкой синтаксиса, поддержку отладки, управление файлами проекта, интегрированный консольный интерпретатор Python, графический отображатель переменных и многое другое. Она также поддерживает работу с популярными фреймворками и библиотеками, такими как NumPy, Pandas, Matplotlib и другими, что делает ее мощным инструментом для разработки приложений на основе данных.

На рисунке ниже представлена структура проекта в среде разработки Spyder IDE:

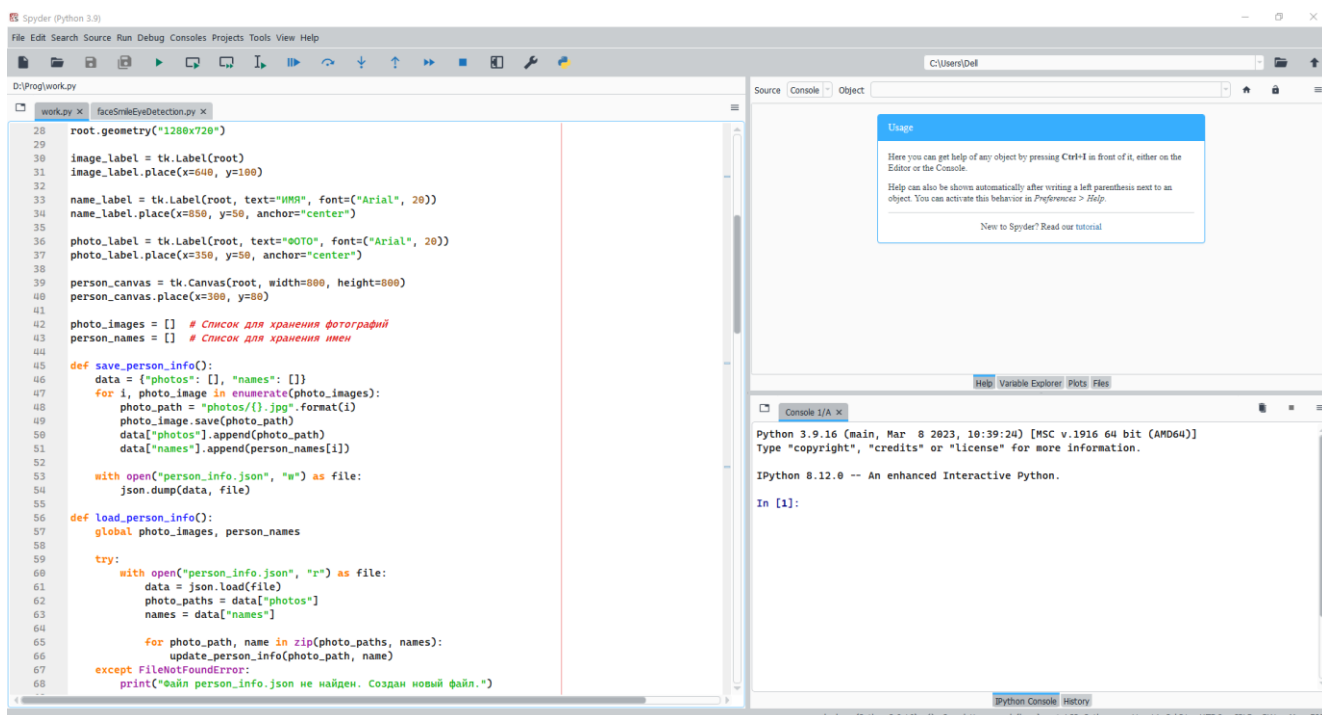


Рисунок 12 – Структура проекта в среде Spyder IDE

Разработка приложения будет проводиться с использованием этих инструментов, обеспечивая удобную среду разработки, интеграцию базы данных SQLite и возможность работы с различными библиотеками Python для анализа данных и

визуализации результатов.

#### 4.6 Описание пользовательского интерфейса

Пользовательский интерфейс представлен в виде двух связанных между собой программных обеспечений.

Одно ПО представляет из себя изображение с камеры в реальном времени, определяющая людей, использующих систему. Для наглядность и удобства пользователей, голова помещена в зеленый квадрат, позволяющий пользователям понять, что система распознала их. Интерфейс изображен на рисунке

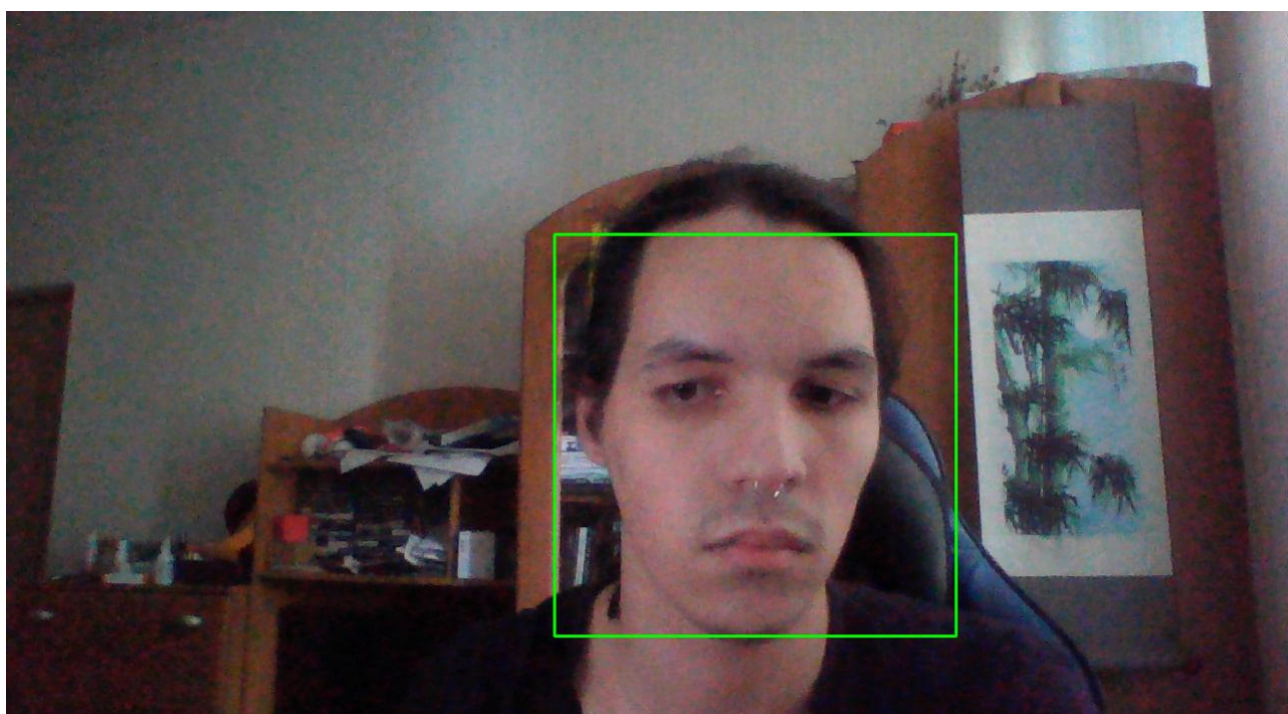


Рисунок 13 – Окно входа в систему

Второе программное обеспечение содержит графический интерфейс для оператора. В данном графическом интерфейсе на главной форме отображаются люди, авторизованные системой, их ФИО, а также фотография. Данная форма имеет 5 кнопок. Кнопка “Выход” отвечает за закрытие программы, кнопка “Пропуск” позволяет оператору пропускать людей в случае некорректной работы системы, кнопка “Отключение” полностью отключает всю систему в случае чрезвычайных ситуаций, кнопка “Закрытие” позволяет оператору закрыть систему, в случае если она дала ложноположительный результат и кнопка “История использования” открывает форму, отображающую людей, прошедших через систему.



Рисунок 14 – Меню ПО оператора

Форма “История использования” показывает фотографии, ФИО и дату с временем использования системы. Данные для этой формы записываются в файл формата JSON и при запуске программы данные извлекаются из файла.

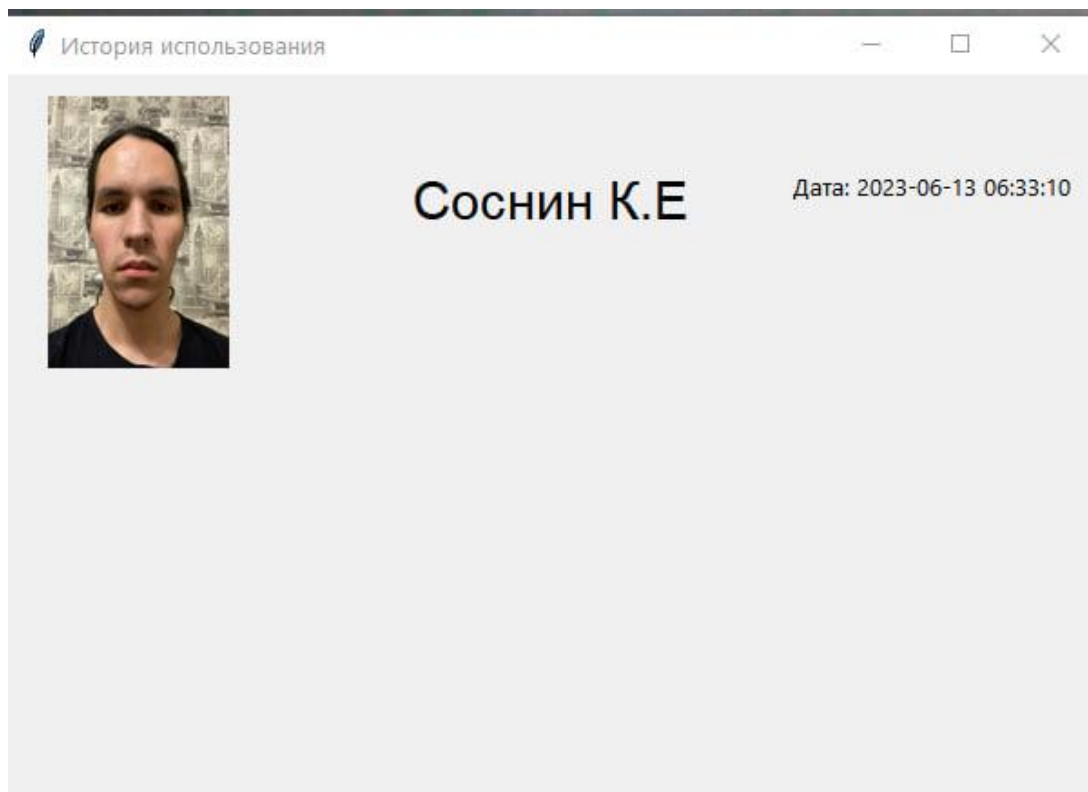


Рисунок 15 – Форма “История использования”

## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

### 5.1 Безопасность

Безопасность труда на предприятии отображает состояние, при котором оператор вычислительной техники защищен от несчастных случаев и профессиональных заболеваний в рабочем процессе. Для максимального снижения рисков получения травм и заболеваний операторов, а также обеспечения комфортных условий для эффективного труда, необходимо следовать требованиям для рабочих мест, оборудованных ПЭВМ.

#### 5.1.1 Требования к помещению для работы с ПЭВМ

Правильное оборудование помещения с рабочим местом является важным фактором при работе с ПЭВМ. К помещениям, оборудованным вычислительными машинами, определены следующие требования:

- Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям нормативной документации. Окна в помещениях с вычислительной техникой предпочтительно должны быть ориентированы на север и северо-восток.

- Оконные проемы должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др.

- Помещения для эксплуатации ПЭВМ должны иметь естественное и искусственное освещение. Эксплуатация ПЭВМ в помещениях без естественного освещения допускается только при соответствующем обосновании и наличии положительного санитарно-эпидемиологического заключения, выданного в установленном порядке.

- Минимальная площадь для одного рабочего места с жидкокристаллическим или плазменным экраном – 4,5 м<sup>2</sup>.

- Для внутренней отделки интерьера помещений, где расположены ПЭВМ, должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка - 0,7 - 0,8; для стен - 0,5 - 0,6; для пола - 0,3 - 0,5.

- Полимерные материалы используются для отделки интерьера помещений с ПЭВМ при наличии санитарно-эпидемиологического заключения.

– Помещения с рабочими местами ПЭВМ должны быть оборудованы заземлением в соответствии с техническими требованиями.

– Не следует размещать рабочие места ПЭВМ рядом с силовыми кабелями, высоковольтными трансформаторами и другим технологическим оборудованием, создающим помехи.

### **5.1.2 Требования к освещению на рабочих местах с ПЭВМ**

При обустройстве рабочего места необходимо обращать внимание на организацию освещения так, как правильная его организация снижает нагрузку на глаза пользователя. Для того чтобы обеспечить безопасность операторам на рабочих местах с ПЭВМ необходимо соблюдать следующие нормы:

– Видео дисплейные терминалы следует располагать боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

– Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПЭВМ должно быть общим и равномерным. В производственных и административно-общественных помещениях можно использовать комбинированное освещение.

– Освещенность на поверхности стола, где находятся рабочие документы, должна быть 300-500 лк. Освещенность поверхности экрана не должна превышать 300 лк.

– Прямая блескость от источников освещения должна быть ограничена, а яркость светящихся поверхностей, таких как окна и светильники, не должна превышать 200 кд/м<sup>2</sup>.

– Отраженная блескость на рабочих поверхностях, таких как экран, стол и клавиатура, должна быть ограничена. Яркость бликов на экране ПЭВМ не должна превышать 40 кд/м<sup>2</sup>, а яркость потолка не должна превышать 200 кд/м<sup>2</sup>.

– Яркость светильников общего освещения в углах излучения от 50 до 90 градусов с вертикалью должна быть не более 200 кд/м<sup>2</sup>, а защитный угол светильников должен быть не менее 40 градусов.

– Светильники местного освещения должны иметь непрозрачный отражатель с защитным углом не менее 40 градусов.

– Неравномерность яркости в поле зрения оператора ПЭВМ должна быть



ограничена. Соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3:1-5:1, а между рабочими поверхностями и стенами/оборудованием - 10:1.

– В искусственном освещении рекомендуется использовать люминесцентные лампы типа ЛБ и компактные люминесцентные лампы. Местное освещение может включать лампы накаливания, в том числе галогенные.

– Коэффициент пульсации освещения не должен превышать 5%.

– Окна и светильники следует регулярно чистить, а перегоревшие лампы заменять не реже двух раз в год.

### **5.1.3 Требования к уровням шума и вибрации**

Интенсивный шум и вибрации негативно влияют на здоровье оператора, снижают его внимание и производительность труда. Длительное воздействие на них может привести к заболеваниям периферической нервной системы. Источниками шума могут быть печатающие устройства, вентиляция, охлаждающие системы и ряд других устройств. Повышенный уровень шума, возникающий при работе персональной ЭВМ и периферийных устройств, вредно воздействует на нервную систему человека, снижая производительность труда, способствуя возникновению травм.

Поэтому СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 устанавливает следующие нормы, которые необходимо соблюдать, чтобы избежать негативных последствий:

– В производственных помещениях, где выполняются работы с использованием ПЭВМ, уровни шума на рабочих местах не должны превышать предельно допустимых значений, установленных для соответствующих видов работ в соответствии с санитарно-эпидемиологическими нормативами.

– При выполнении работ с использованием ПЭВМ в производственных помещениях уровень вибрации не должен превышать допустимых значений для рабочих мест в соответствии с санитарно-эпидемиологическими нормативами.

– Оборудование, такое как принтеры, серверы и другие источники шума, уровень которых превышает нормативные значения, должно размещаться вне помещений, где находятся ПЭВМ.

Соблюдение этих норм поможет предотвратить отрицательные последствия шума и вибраций на здоровье операторов и их работоспособность.

#### **5.1.4 Требования к микроклимату рабочего места с ПЭВМ**

Большое значение имеет создание в рабочей зоне благоприятного микроклимата. Под соответствием нормам параметров микроклимата (ГОСТ 12.1.005-88) понимают сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Эти параметры оказывают влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье, а также на надежность работы средств вычислительной техники. Гигиенические нормы по микроклимату в производственных помещениях, оптимальные нормы микроклимата приведены в таблице 6.3. Определим категорию работ с ЭВМ как легкую с порядковым номером 1а — работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

Таблица 1 – Гигиенические нормы по микроклимату в производственных помещениях. Оптимальные нормы микроклимата

Период	Категория работ	Оптимальная температура,	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха (не более) м/с
Холодный	1а (Легкая)	22-24	40-60	0,1
Теплый	1а (Легкая)	23-25	40-60	0,1

Для поддержания оптимальных параметров микроклимата предлагается в теплое время года использовать систему вентиляции или кондиционирования, а в холодное время предотвратить поступление холодного воздуха за счет утепления помещения.

Вентиляция – организованный воздухообмен, который обеспечивает удаление из помещения воздуха, загрязненного избыточным теплом и вредными веществами, и тем самым нормализует воздушную среду в помещении.

Кондиционирование воздуха — автоматическое поддержание в закрытых

помещениях всех или отдельных параметров воздуха (температуры, относительной влажности, чистоты, скорости движения воздуха) с целью обеспечения оптимальных метеорологических условий, наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологического процесса, обеспечения сохранности ценностей.

Кондиционирование воздуха в помещениях предусматривается для создания и поддержания в них:

- установленных нормами допускаемых условий воздушной среды, если они не могут быть обеспечены более простыми средствами;
- искусственных климатических условий в соответствии с технологическими требованиями внутри помещения или части их круглогодично или в течение теплого либо холодного периода года;
- оптимальных (или близких к ним) гигиенических условий воздушной среды в производственных помещениях;
- оптимальных условий воздушной среды в помещениях общественных и жилых зданий, административных и многофункциональных, а также вспомогательных зданий промышленных предприятий.

### **5.1.5 Требования к организации рабочих мест с ПЭВМ**

Организация рабочего пространства является важным вопросом для операторов ПЭВМ. Неправильная организация может привести к нарушениям обменных процессов в костно-мышечной системе, искривлению позвоночника и возникновению тромбов, которые могут забить сосуды. Чтобы избежать негативных факторов, сохранить здоровье и повысить производительность оператора, следует придерживаться следующих рекомендаций:

- Высота рабочей поверхности стола для оператора должна регулироваться в пределах 680-800 мм. Если такая возможность отсутствует, высота рабочей поверхности стола должна быть 725 мм.
- Модульными размерами рабочей поверхности стола для ПЭВМ считаются ширина 800, 1000, 1200 и 1400 мм, глубина 800 и 1000 мм при нерегулируемой высоте стола, равной 725 мм.

– Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной не менее 500 мм и глубиной не менее 450 мм на уровне колен, и не менее 650 мм на уровне вытянутых ног.

– Конструкция рабочего стула должна обеспечивать ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм, поверхность сиденья с закругленным передним краем, регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400-550 мм и угол наклона вперед до 15 градусов и назад до 5 градусов, высоту опорной поверхности спинки  $300 \pm 20$  мм, ширину не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости 400 мм, угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах  $\pm 30$  градусов, регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260-400 мм, длину стационарных или съемных подлокотников не менее 250 мм и ширину 50-70 мм.

– Рабочее место оператора ПЭВМ следует оборудовать подставкой для ног, которая имеет ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности до 20 градусов.

– Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100-300 мм от края, обращенного к оператору, или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

### **5.1.6 Требования к ПЭВМ**

ПЭВМ должны соответствовать следующим требованиям:

– ПЭВМ должны соответствовать санитарным правилам и подлежать санитарно-эпидемиологической экспертизе в аккредитованных испытательных лабораториях.

– Концентрации вредных веществ, выделяемых ПЭВМ в воздух помещений, не должны превышать предельно допустимых концентраций (ПДК) для атмосферного воздуха.

– Конструкция ПЭВМ должна позволять поворот корпуса в горизонтальной и вертикальной плоскостях с фиксацией в заданном положении для обеспе-

чения наблюдения экрана дисплея. Дизайн ПЭВМ должен быть выполнен в спокойных мягких тонах с матовой поверхностью, имеющей коэффициент отражения 0,4-0,6 и без блестящих деталей, способных создавать блики.

– Уровни электромагнитных полей (ЭМП), создаваемых ПЭВМ, не должны превышать временных допустимых значений, представленных в таблице 2.

Таблица 2 – Временные уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц- 2кГц	25 В/м
	в диапазоне 2кГцЦ – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц- 2кГц	250 нТл
	в диапазоне 2кГцЦ – 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал видеомонитора		500 В

– Конструкция дисплея должна предусматривать регулирование яркости и контрастности.

### 5.1.7 Эргономика интерфейса

Эргономика дисплея компьютера оператора в системе пропуска имеет цель адаптировать интерфейс для удобного использования оператором. Чтобы создать приложение, которое будет действительно удобным для оператора, необходимо знать его потребности и задачи. В данном случае, основной задачей является отображение информации о проходящих людях и других данных.

Задача эргономики заключается в создании оптимальных условий работы с дисплеем, которые обеспечат оператору чувство удовлетворения от проделанной работы. Это достигается путем разработки удобного и интуитивно понятного пользовательского интерфейса.

Для дисплея оператора пропускной системы рекомендуется использовать графический интерфейс, который позволяет наглядно отображать информацию о проходящих людях.

Графические элементы интерфейса должны быть ясными и четкими, чтобы

оператор мог легко и быстро идентифицировать проходящих людей и принимать соответствующие решения. Важно использовать цветовую кодировку или другие интуитивно понятные маркеры для быстрой визуальной оценки данных.

Также следует учесть адаптивность размеров шрифтов и элементов интерфейса, чтобы они масштабировались и подстраивались под различные разрешения экрана дисплея. Это обеспечит удобство использования системы на разных устройствах.

Цель эргономики дисплея компьютера оператора пропускной системы - обеспечить оператору удобство и эффективность работы, а также минимизировать возможные ошибки при обработке информации о проходящих людях.

## **5.2 Экологичность**

Производство электроники – это глобальная сфера деятельности, которая серьезно влияет на окружающую среду особенно, если учесть то, что многие компоненты создаются на спецзаводах по всему миру. Кроме того, для их производства часто необходимо прибегать к применению интенсивных химических процессов. Вследствие этого, выделяется множество негативных компонентов, которые со временем превращаются в опасные отходы. Например, используемые для вывода изображений ПЭВМ, ЖК-экраны – один из источников трехфтористого азота (NF<sub>3</sub>), парниковых газов, которые намного вреднее диоксида углерода. По сравнению с диоксидом углерода (CO<sub>2</sub>) NF<sub>3</sub> является в 17 000 раз более активным парниковым газом, а его атмосферное время полураспада может составлять от 550 до 740 световых лет (у CO<sub>2</sub> - от 30 до 40 лет). Поэтому правильная утилизация отходов компьютерного оборудования очень важная задача. Федеральный закон №89 «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 является основным в вопросах регулирования обращения с отходами производства и потребления с целью предотвращения вредного воздействия отходов человека на окружающую среду. Всего определено 5 классов опасности:

- I класс – чрезвычайно опасные отходы;
- II класс – высоко-опасные отходы;
- III класс – умеренно опасные отходы;

- IV класс – малоопасные отходы;
- V класс – практически неопасные отходы.

Отходы V класса опасности включают пищевые остатки, бумагу, керамику, необработанную древесину, текстиль из натурального волокна и другие продукты органического происхождения, не требующие специальных условий обращения. Отходы IV класса опасности относят к утильсырью, которое разлагается в природе за не более чем 3 года. Если источник загрязнения исключен, то ущерб для окружающей среды незначителен. Отходы III класса опасности разлагаются в природе в течение 10 лет и включают в себя, например, дизельное топливо, цементную пыль, моторные смазки и т.д. Отходы II класса опасности представляют серьезную угрозу для экосистемы и требуют специального внимания. Это вещества, такие как литий, фенол, хлороформ, серная кислота, селен, сероводород и другие. Отходы I класса опасности содержат вещества, которые наносят непоправимый вред здоровью людей и разрушают экосистемы. Примерами таких отходов являются ртутьсодержащие приборы, асбестовая пыль, синтетические и минеральные масла.

В связи с этими классами юридические лица и или индивидуальные предприниматели обязаны обращаться к специализирующим фирмам, которые имеют лицензию на деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов разных классов. Утилизация отходов компьютеров, оргтехники и другой электроники поэтапный процесс. Порядок утилизации вычислительной техники состоит из следующих шагов:

- создание комиссии на предприятии, имеющем технику, подлежащей утилизации;
- составление экспертного заключения о том, что техника действительно должна быть списана. В качестве эксперта может выступать как независимый специалист, так и сотрудник компании, имеющий диплом, подтверждающий его компетентность в работе с данной техникой;
- составление акта технической экспертизы подтверждающего что техника уже вышла из строя и не подлежит ремонту;

- составление акта списания компьютерной техники с обязательным отображением в бухгалтерском учете предприятия;
- утилизация техники на соответствующем предприятии, имеющем право на переработку вычислительной техники;
- получение официального подтверждения в виде документа, сообщающего о том, что техника должна быть утилизирована в соответствующем порядке и опасные отходы не будут загрязнять окружающую среду.

Arduino Uno является энергоэффективным и экологически ответственным компонентом, потребляющим минимальное количество энергии во время работы. Это позволяет снизить потребление электроэнергии и, соответственно, воздействие на окружающую среду.

Кроме того, использование Arduino Uno и других электронных компонентов позволяет оптимизировать производственные процессы и управление ресурсами. Это включает в себя сокращение использования материалов, минимизацию отходов и эффективное использование энергии.

Важно отметить, что при разработке и реализации проекта были приняты меры по правильной утилизации и обращению с использованными компонентами. Согласно Федеральному закону №89 "Об отходах производства и потребления", электронные компоненты должны быть переданы на переработку в специализированные организации, обладающие соответствующими лицензиями на обработку и утилизацию отходов различных классов.

Таким образом, при использовании Arduino Uno и других компонентов уделялось внимание экологическим аспектам, таким как энергоэффективность, оптимизация ресурсов и правильная утилизация, с целью снижения негативного воздействия на окружающую среду.

### **5.3 Чрезвычайные ситуации**

На рабочем месте, где используются ПЭВМ и микросхема Arduino Uno, необходимо учитывать потенциальные чрезвычайные ситуации, особенно пожар, которые могут возникнуть в результате высокой плотности размещения элементов электронных схем, использования соединительных проводов и кабелей,



а также изоляционных материалов.

При работе с компьютерной техникой, включая ПЭВМ и Arduino Uno, существует высокий риск перегрева компонентов, что может привести к возгоранию. Кроме того, устройства, используемые для технического обслуживания, системы электропитания и кондиционеры воздуха могут стать источниками возгорания. В связи с этим, участки, где установлены ПЭВМ и Arduino Uno, подлежат классификации по пожарной опасности как пожароопасные зоны "В".

Основными факторами, способными вызвать пожар при работе с ПЭВМ и Arduino Uno, являются короткое замыкание компонентов и их перегрев. Для предотвращения чрезвычайной ситуации, необходимо обеспечить доступ к свежему воздуху для охлаждения компьютерного оборудования, регулярно проводить его техническое обслуживание и очищение от пыли, а также проверять состояние проводов и изоляции на предмет повреждений.

В случае возникновения пожара при работе с ПЭВМ и Arduino Uno необходимо незамедлительно предпринять следующие действия:

- Немедленно сообщить о пожаре по телефону в пожарную службу, указав адрес учреждения, место возникновения пожара, а также свою должность, фамилию и номер телефона.

- Организовать оперативное оповещение всех присутствующих в здании людей о пожаре, независимо от его масштабов и места возникновения. Также необходимо активировать систему оповещения и провести эвакуацию всех сотрудников в безопасное место в соответствии с планом эвакуации.

- Сообщить руководителю о возникшей ситуации.

- Встретить пожарные подразделения и предоставить им необходимую помощь и информацию для тушения пожара при помощи имеющихся средств пожаротушения.

- При обращении с пожаром необходимо быть осторожным: не пытаться тушить электроприборы водой, избегать прятаться в шкафах или подсобках, а также не пытаться спуститься через окно на большой высоте.

- При возможности оказать помощь пострадавшим. В случае термического

ожога, необходимо немедленно охладить его место ожога и не смазывать рану маслом или вскрывать пузыри, а также не срывать одежду.

Важно проводить регулярные тренировки и обучение сотрудников по действиям в чрезвычайных ситуациях, чтобы повысить осведомленность и готовность к предотвращению и управлению пожарами при работе с ПЭВМ и Arduino Uno.

Что же касается самой системы целом, в контексте чрезвычайных ситуаций и взаимодействия пропускной системы, важным элементом безопасности является наличие кнопки отключения системы в графическом интерфейсе. Эта кнопка предназначена для обеспечения быстрого и эффективного ухода с предприятия или помещения в случае ЧС или необходимости эвакуации.

Кнопка отключения системы, размещенная в графическом интерфейсе пропускной системы, представляет собой виртуальный элемент управления, который позволяет немедленно прекратить работу пропускной системы и связанных с ней устройств.

Кнопка отключения системы в графическом интерфейсе обычно имеет ярко выделенный цвет или отличается от других элементов интерфейса, чтобы привлечь внимание оператора в случае ЧС. При активации кнопки происходит немедленное отключение электропитания или приостановка работы системы, что позволяет пользователям свободно и без препятствий покинуть здание или помещение.

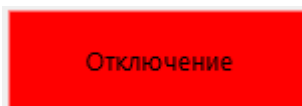


Рисунок 1 – Кнопка отключения системы

Присутствие кнопки отключения системы в графическом интерфейсе является важным аспектом планирования безопасности и эвакуации. Ее наличие обеспечивает возможность быстрого реагирования на различные ЧС и способствует безопасной эвакуации людей с предприятия или из зоны, контролируемой пропускной системой.

Оператор пропускной системы должен быть ознакомлен с расположением

кнопки отключения системы в интерфейсе и знать, как использовать ее в случае ЧС. Обучение персонала и проведение учебных тренировок помогут повысить осведомленность и готовность к действиям в критических ситуациях.

Важно отметить, что использование кнопки отключения системы в интерфейсе должно быть ограничено только случаям, когда это действительно необходимо для безопасности. Неправильное или недобросовестное использование этой кнопки может привести к нарушению работы пропускной системы и созданию несанкционированного доступа. Поэтому необходимо установить соответствующие меры контроля и авторизации доступа к функциональности кнопки отключения системы.

Разработка и реализация кнопки отключения системы в графическом интерфейсе пропускной системы являются важной частью общего плана безопасности и эвакуации. Это обеспечивает быструю и эффективную реакцию на ЧС, обеспечивая безопасность и защиту людей, находящихся в здании или помещении, оснащённом данной системой.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения практики был разработан и реализован прототип автоматизированной системы управления (АСУ) пропускной системы, основанный на технологии распознавания лица с использованием библиотеки OpenCV. Целью данного проекта было создание эффективного и безопасного механизма идентификации и управления доступом на основе биометрических данных.

Для достижения поставленных целей была проведена подробная аналитическая работа, в ходе которой были изучены существующие методы и алгоритмы распознавания лица. Была выбрана и реализована библиотека OpenCV, которая обеспечила широкий спектр инструментов для обработки изображений и анализа лиц.

В рамках работы была разработана архитектура прототипа АСУ пропускной системы, включающая аппаратную и программную составляющие. Аппаратная часть включает в себя Arduino Uno, которая обеспечивает взаимодействие с внешними устройствами, а также встроенный светодиод для индикации состояний системы. Программная часть включает в себя разработку алгоритмов обнаружения лица, извлечения признаков и сравнения с шаблонами лиц в базе данных.

Результатом выполнения практики является успешная реализация прототипа. Проведенное тестирование показало высокую эффективность и точность системы распознавания лица, а также стабильность работы прототипа.

Таким образом, разработанный прототип АСУ пропускной системы представляет собой пример решения, позволяющего эффективно и безопасно управлять доступом на основе распознавания лица. Дальнейшее развитие данного прототипа может включать улучшение алгоритмов распознавания, расширение функциональности системы и интеграцию с другими системами безопасности.

Таким образом, данная работа имеет практическую значимость и может быть использована в различных сферах, где требуется надежный и эффективный механизм контроля доступа.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Docs OpenCV техническая документация [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.opencv.org/> - 16.05.2023.
- 2 Habr [Электронный ресурс] - Анализ существующих подходов к распознаванию лиц – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/synesis/blog/238129/> - 13.05.2023.
- 3 Habr [Электронный ресурс] - Python & Arduino. Просто, быстро и красиво – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/443326/> - 05.12.2022
- 4 SQL Server. Microsoft. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.microsoft.com/ru-ru/server-cloud/products/sql-server/overview.aspx>
- 5 Бхаргва А. Грокаем алгоритмы. Иллюстрированное пособие для программистов и любопытствующих. – СПб.: Питер, 2019. – 288 с.
- 6 Булгаков А.Б., Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие /А.Б. Булгаков. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2013. – 627 с.
- 7 ГОСТ 33707-2016. Информационные технологии: дата введения 2017-09-01 – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200139532> (дата обращения: 24.05.2023). – Текст: электронный.
- 8 Дейтел Пол, Дейтел Харви. Python: Искусственный интеллект, большие данные и облачные вычисления. – СПб.: Питер, 2020. – 864 с.
- 9 Макконнелл С. Совершенный код. Мастер-класс / Пер. с англ. – СПб.: БХВ, 2019. – 896 с.
- 10 Мерков А.Б. Распознавание образов. Введение в методы статистического обучения // М.: Едиториал УРСС, 2011. 256 с.
- 11 Мэтиз, Э. Изучаем PYTHON. Программирование игр, визуализация данных, веб-приложения / Э. Мэтиз. - СПб.: Питер, 2017. - 496 с.
- 12 Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. - СПб.: БХВ-Петербург, 2015. — 464 с.
- 13 Прохоренок Н.А. Python 3 и PyQt. Разработка приложений. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 704 с.

14 Саммерфилд, М. Программирование на Python 3. Подробное руководство / М. Саммерфилд. - М.: Символ, 2016. - 608 с.

15 Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Aduino/Free-duino. - СПб.: БХВ-Петербург, 2012. - 256 с.

16 Траск Э. Грокаем глубокое обучение. – СПб.: Питер, 2019. – 352 с.

17 Токманцев, Т. Б. Алгоритмические языки и программирование: учебное пособие для СПО / Т. Б. Токманцев; под редакцией В. Б. Костоусова. — 2-е изд. — Саратов, Екатеринбург: Профобразование, Уральский федеральный университет, 2019. — 102 с.

18 Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. - М.: Диалектика, 2019. - 1104 с.

19 Федоров, Д. Ю. Программирование на языке высокого уровня Python : учебное пособие для прикладного бакалавриата / Д. Ю. Федоров. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 161 с. – (Бакалавр. Прикладной курс). – ISBN 978-5-534-10971-9. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/437489> (дата обращения: 1.06.2023)

20 Шелудько, В. М. Основы программирования на языке высокого уровня Python: учебное пособие / В. М. Шелудько. – Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017. – 146 с. – ISBN 978-5-9275-2649-9. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/87461.html> (дата обращения: 13.05.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### **1. Введение**

#### **1.1. Наименование программы**

«Разработка автоматической системы управления «Пропускная система» с использованием технологии OpenCV».

#### **1.2. Краткая характеристика области применения программы**

Система предназначена для осуществления контрольно-пропускного режима на предприятии с использованием технологий распознавания лица. Система будет хранить фотографии и личную информацию об лицах, которым разрешен доступ на предприятие и на основе этого давать пропуск на предприятие. Система будет включать в себя аппаратную реализацию в виде микросхемы, подсоединенной к турникету, и камеры, базу данных и два приложения – одно для оператора, второе для осуществления пропуска. Доступ к системе будет предоставлен ограниченному кругу лиц.

### **2. Основание для разработки**

#### **2.1. Основание для проведения разработки**

Основанием для разработки служит задание к выпускной квалификационной работе.

#### **2.2. Наименование работы:**

«Автоматизированная система управления «Пропускная система с использованием технологии OpenCV»

**2.3. Исполнитель:** студент 4 курса бакалавриата ФГБОУ ВО АмГУ Соснин Константин Евгеньевич

**2.4. Соисполнители:** нет.

### **3. Назначение разработки**

Система предназначена для обеспечения контрольно-пропускного режима на предприятие с целью повышения безопасности за счет внедрения современных технологических средств.

### **4. Технические требования.**

## **4.1. Требования к функциональным характеристикам**

4.1.1. Состав выполняемых функций. Разрабатываемая автоматизированная система должна обеспечивать:

- Пропуск людей, имеющих доступ;
- Хранение информации об людях с доступом;
- Возможность аварийного доступа оператором;
- Вывод списка последних людей прошедших через пропускной пункт;
- Доступ к базе данных оператором;
- Внесение оператором пользователей в базу данных;

4.1.2. Организация входных и выходных данных.

Входными данными является информация о конечных пользователях системы с доступом. На основе входных данных происходит работа основных функций системы.

Выходные данные программы должны быть отображаться в интерфейсе программы оператора. Доступ к этой информации имеет оператор и администратор информационной безопасности.

## **4.2. Требования к надежности.**

Надежное (устойчивое) функционирование программы должно быть обеспечено выполнением совокупности организационно – технических мероприятий, перечень которых приведен ниже:

- организацией бесперебойного питания технических средств;
- выполнением рекомендаций Министерства труда и социального развития РФ, изложенных в Постановлении от 23 июля 1998 г. «Об утверждении межотраслевых типовых норм времени на работы по сервисному обслуживанию ПЭВМ и оргтехники и сопровождению программных средств»;
- выполнением требований ГОСТ 51188-98. Защита информации. испытание программных средств на наличие компьютерных вирусов;
- необходимым уровнем квалификации сотрудников.

**4.3. Условия эксплуатации и требования к составу и параметрам технических средств.**



#### 4.3.1. Климатические условия эксплуатации

Климатические условия эксплуатации, при которых должны обеспечиваться заданные характеристики, должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к техническим средствам в части условий их эксплуатации.

#### 4.3.2. Требования к видам обслуживания

См. Требования к обеспечению надежного (устойчивого) функционирования программы.

#### 4.3.3. Требования к численности и квалификации персонала

Минимальное количество персонала, требуемого для работы программы, должно составлять не менее 2 штатных единиц – оператор-программист и конечный пользователь программы.

Системный программист должен иметь техническое образование.

В перечень задач, выполняемых системным программистом, должны входить:

- задача поддержания работоспособности технических средств;
- задачи установки (инсталляции) и поддержания работоспособности системных программных средств – операционной системы;
- задача установки (инсталляции) программы.
- задача обновления базы данных

### **4.4. Требования к информационной и программной совместимости.**

#### 4.4.1. Требования к информационным структурам и методам решения

Пользовательский интерфейс должен содержать окно выводящее изображение с камеры, для понимания пользователем принципа работы программы. Программа оператора должна содержать доступ к базе данных, интерфейс, отображающий последних людей, получивших пропуск на предприятие и возможность пропуска, в случае некорректной работы системы.

#### 4.4.2. Требования к исходным кодам и языкам программирования

Исходные коды программы должны быть реализованы на языке Python с использованием платформы Arduino.

В качестве интегрированной среды разработки программы должна быть

использована среда Anaconda, Jupyter Notebook, (локализованная, русская версия), Spyder IDE. Взаимодействие с СУБД и создание базы данных реализуется на языке SQL.

4.4.3. Требования к программным средствам, используемым программой  
Системные программные средства, используемые программой, должны быть представлены локализованной версией операционной системы Windows.

Аппаратное обеспечение для установки программного обеспечения для анализа и контроля рисков информационной безопасности автоматизированных информационных систем должны быть не менее:

- центральный процессор: Intel® Core™ i3;
- объем оперативной памяти: менее 2 Гб;
- свободное пространство на жестком диске: не менее 2 Гб.

#### **4.5. Требования к транспортировке и хранению.**

Программа поставляется на лазерном носителе информации.

Микросхема поставляется в закрытой пластмассовой коробке.

Программная документация поставляется в электронном и печатном виде.

#### **4.6. Специальные требования.**

Программа должна обеспечивать взаимодействие с пользователем (оператором) посредством графического пользовательского интерфейса. Программа должна обеспечивать высокую защиту данных и удобный и быстрый просмотр необходимой информации посредством отчетов.

### **5. Требования к программной документации**

Основными документами, регламентирующими разработку будущих программ, должны быть документы Единой Системы Программной Документации (ЕСПД); руководство пользователя, руководство администратора, описание применения.

### **6. Техничко – экономические показатели**

Эффективность системы определяется удобством использования системы,

а также экономической выгодой, полученной от внедрения аппаратно-программного комплекса.

## 7. Порядок контроля и приемки

После передачи Исполнителем отдельного функционального модуля программы Заказчику, последний имеет право тестировать модуль в течение 7 дней.

После тестирования Заказчик должен принять работу по данному этапу или в письменном виде изложить причину отказа от принятия. В случае обоснованного отказа Исполнитель обязуется доработать модуль

Таблица 1 – Календарный план работ

Наименование этапа	Сроки этапа	Результат выполнения этапа
1 Изучение предметной области	02.09.2022 – 31.12.2012	Предложения по разработке программного обеспечения Проектирование системы. Выбор средства реализации. Разработка системы. Акт сдачи – приемки предложений по реализации системы.
2 Разработка программного обеспечения для анализа и контроля рисков информационной безопасности автоматизированных информационных систем	01.01.2023 – 30.03.2023	Завершенный программный комплекс. Внедрение системы.
3 Тестирование и отладка программного обеспечения	01.04.2023 – 15.04.2023	Готовое программное обеспечение.
4. Внедрение	16.04.2023 – 22.05.2023	Функционирование системы. Программная документация. Акт сдачи – приема работ.