**ОГЛАВЛЕНИЕ**

[ВВЕДЕНИЕ 2](#_Toc532331546)

[1.1. Общие положения 2](#_Toc532331547)

[1.1.1. Полное наименование системы и ее условное обозначение 2](#_Toc532331548)

[1.1.2. Наименования организации-заказчика и организаций-участников работ 2](#_Toc532331549)

[1.1.3. Перечень документов, на основании которых создается система 2](#_Toc532331553)

[1.1.4. Плановые сроки начала и окончания работы по созданию системы 2](#_Toc532331554)

[1.1.5. Источники и порядок финансирования работ 2](#_Toc532331560)

[1.1.6. Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ по созданию систем 2](#_Toc532331561)

[1.2. Назначение и цели создания системы 2](#_Toc532331562)

[1.2.1. Назначение системы 2](#_Toc532331564)

[1.2.2. Цели создания системы 2](#_Toc532331565)

[1.3. Характеристика объекта автоматизации 2](#_Toc532331566)

[1.3.1. Краткие сведения об объекте автоматизации 2](#_Toc532331567)

[1.3.2. Сведения об условиях эксплуатации объекта автоматизации и характеристиках окружающей среды 2](#_Toc532331568)

[1.4. Требования к системе 2](#_Toc532331573)

[1.4.1. Требования к системе в целом 2](#_Toc532331574)

[1.4.1.1. Требования к структуре и функционированию системы 2](#_Toc532331575)

[1.4.1.1.1. Перечень подсистем, их назначение и основные характеристики 2](#_Toc532331576)

[1.4.1.1.2. Требования к способам и средствам связи для информационного обмена между компонентами системы 2](#_Toc532331577)

[1.4.1.2. Требования к численности и квалификации персонала системы 2](#_Toc532331578)

[1.4.1.3. Требования к надежности 2](#_Toc532331579)

[1.4.1.4. Требования к безопасности 2](#_Toc532331580)

[1.4.1.5. Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов системы 2](#_Toc532331581)

[1.4.1.6. Требования по сохранности информации при авариях 2](#_Toc532331582)

[1.4.2. Требования к функциям, выполняемым системой 2](#_Toc532331583)

[1.4.3. Требования к видам обеспечения 2](#_Toc532331587)

[1.4.3.1. Требования к математическому обеспечению системы 2](#_Toc532331588)

[1.4.3.2. Требования к информационному обеспечению 2](#_Toc532331589)

[1.4.3.3. Требования к лингвистическому обеспечению системы 2](#_Toc532331590)

[1.4.3.4. Требования к техническому обеспечению 2](#_Toc532331591)

[1.5. Состав и содержание работ по созданию (развитию) системы 2](#_Toc532331592)

[1.6. Порядок контроля и приемки системы 2](#_Toc532331593)

[1.6.1. Виды, состав, объем и методы испытаний системы 2](#_Toc532331594)

[1.6.2. Общие требования к приемке работ по стадиям 2](#_Toc532331595)

[1.6.3. Статус приемочной комиссии 2](#_Toc532331596)

[1.7. Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие 2](#_Toc532331597)

[1.8. Требования к доккументированию 2](#_Toc532331598)

[2. Исследовательская часть 2](#_Toc532331599)

[2.1. Постановка задачи проектирования 2](#_Toc532331600)

[2.2. Описание предметной области 2](#_Toc532331601)

[2.3. Анализ аналогов 2](#_Toc532331606)

[2.4. Перечень задач, подлежащих решению в процессе разработки 2](#_Toc532331607)

[3. Проектно-конструкторская часть 2](#_Toc532331608)

[3.1. Разработка структуры приложения 2](#_Toc532331614)

[3.2. Логическая схема базы данных 2](#_Toc532331619)

[3.3. Разработка архитектуры приложения 2](#_Toc532331620)

[3.4. Разработка интерфейса взаимодействия пользователя с системой. 2](#_Toc532331621)

[3.5. Разработка алгоритмов обработки информации. 2](#_Toc532331622)

[4. Проектно-технологическая часть 2](#_Toc532331623)

[4.1. Этапы тестирования системы 2](#_Toc532331628)

# ВВЕДЕНИЕ

Создание системы, позволяющей автоматизировать рабочие места на пунктах пропуска. Такая система обрабатывает видеопоток, детектирует в нем человеческое лицо, выделяет из него биометрическую информацию. Пропуск осуществляется путем сверки выделенной информации с эталонной биометрической информацией каждого работника предприятия. Каждый проход работника через КПП фиксируется в базе данных. Так же система должна создавать, обновлять записи с эталонными биометрическими данными каждого сотрудника.

1. Техническое задание

# Общие положения

# Полное наименование системы и ее условное обозначение

Полное наименование системы – «Биометрическая система контроля и управления доступом» (далее – Система).

# Наименования организации-заказчика и организаций-участников работ

Калужский филиал государственного федерального бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский университет).



# Перечень документов, на основании которых создается система

Система создается на основании государственных стандартов оформления научно-исследовательских работ и технической документации, а именно:

• ГОСТ 34.602-89,

• ГОСТ 7.32-2001,

• ГОСТ 2.105-95,

• А также на основании настоящего Технического Задания.

# Плановые сроки начала и окончания работы по созданию системы

Срок создания системы – 14 недель с момента согласования технических требований к Системе и прототипирования интерфейса.

Реализация Системы предполагается в 4 этапа, согласно утвержденного план-графика.



# Источники и порядок финансирования работ

Финансирование данной работы не производится

# Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ по созданию систем

1. 4 неделя – концептуальная схема данных, прототип интерфейса.

2. 7 неделя – оформление исследовательской части.

3. 10 неделя – оформление проектно-конструкторской части.

4. 14 неделя – оформление проектно-технологической части.

# Назначение и цели создания системы



# Назначение системы

Биометрическая система контроля и управления доступом предназначена для автоматизации пунктов контроля на территорию организации (предприятия) на основе автоматического сбора биометрической информации с человеческого лица.

# Цели создания системы

Создание Системы должно обеспечить достижение следующих целей:

• Замещение рабочих мест на всех подключенных пунктах пропуска одним;

• Сокращение статьи расходов на бумажные пропуска\электронные карточки;

# Характеристика объекта автоматизации

# Краткие сведения об объекте автоматизации

Объектом автоматизации разрабатываемой системы является пункты пропуска какого-либо предприятия\организации. Пункт пропуска – пункт, предназначенный для контроля за проходом и пропуском на территорию какого-либо объекта (предприятия, организации). На каждом пропускном пункте устроены проходы, которые оборудованы техническими средствами охрани и физическими барьерами. В комплект оборудования, как правило, входят:

• Средства механизации, автоматизации системы контроля доступа (электронные карточки и др.);

• Физические барьеры;

• Основное освещение;

• Средства связи и тревожной сигнализации;

• Системы видеоконтроля;

В качестве физических барьеров контроля доступа могут использоваться различные турникеты. Турникеты предназначены для управления потоками людей и регулирования входа (выхода).

# Сведения об условиях эксплуатации объекта автоматизации и характеристиках окружающей среды

Для введения разрабатываемой системы, каждый турникет должен быть оборудован камерой видеонаблюдения, направленной в сторону, противоположную пропускающей стороне турникета. Камера должна быть размещена таким образом, чтобы угол ее обзора охватывал лицо проходящего через турникет сотрудника. Так же помещение должно быть хорошо освещено. Термодинамические показатели окружающей среды должны соответствовать условиям, препятствующим запотеванию объективов камер.



# Требования к системе

# Требования к системе в целом

# **Требования к структуре и функционированию системы**

# Перечень подсистем, их назначение и основные характеристики

Разрабатываемая система состоит из следующих подсистем:

1. Система перехвата видеопотока с подключенных камер;

2. Система обработки видеопотока

a. Распознавание лица

b. Выделение биометрических признаков по лицу

3. Система принятия решения, базирующаяся на полученных биометрических признаках;

4. Система ведения журнала посещения каждым сотрудником предприятия;

5. Система управления данными.

# Требования к способам и средствам связи для информационного обмена между компонентами системы

Данная система представлена единым сервером, не требующем выделения сторонних ресурсов для обеспечения работоспособности каждых компонентов по отдельности.

# Требования к численности и квалификации персонала системы

Система предполагает автоматизацию всех рабочих мест на пунктах пропуска, заменяя их все одним – на рабочее место для обеспечения работоспособности системы и удаленного доступа ручного управления пропуском.

# Требования к надежности

Функционирование системы и ее компонентов определяется доступностью к видеопотоку пунктов пропуска.

При потере доступа к видеопотоку управление пропускающими единицами переходит в ручной режим из графической оболочки самой системы.

# Требования к безопасности

Система имеет внутренние функции защиты от изменения ее состояния (авторизация, запрос администрирующего пароля на изменения состояния)

# Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов системы

Разрабатываемая система является информационной. Требования к эксплуатации системы сводится к требованиям эксплуатации физических компонентов, на которых она установлена и с которыми взаимодействует.

# Требования по сохранности информации при авариях

Система должна иметь возможность создания резервных копий данных.

# Требования к функциям, выполняемым системой

Задача всей системы разбивается на задачи ее подсистем:

• Подсистема перехвата видеопотока обеспечивает его вывод в графический интерфейс программы и передает подсистеме обработки;

• Подсистема обработки видеопотока распознает все лица в кадре, определяет по ним биометрические характеристики и передает подсистеме принятия решений;

• Подсистема принятия решений анализирует выделенные биометрические данные и принимает решение о подаче сигнала на пропускающую единицу, передавая свое решение подсистеме ведения журнала посещения;

• Подсистема логгирования. Отслеживает события, происходящие в системе, записывая их в базу данных и файлы логов.

• Подсистема управления данными обеспечивает возможность добавления, обновления, удаления эталонных биометрических данных конкретного сотрудника, а также предоставляет функции создания отчетности посещения по каждому сотруднику.



# Требования к видам обеспечения

# Требования к математическому обеспечению системы

Математическое обеспечение всей системы заключено в подсистеме обработки видеопотока. В данной подсистеме должен быть подобран ряд математических моделей нейронных сетей и алгоритмов компьютерного зрения, решающих поставленную задачу обработки данных с ученом условия обработки потока данных в реальном времени.

# Требования к информационному обеспечению

Состав, структура и способы организации данных в системе должны быть определены на этапе технического проектирования.

Уровень хранения данных в системе должен быть построен на основе современных реляционных или объектно-реляционных СУБД. Для обеспечения целостности данных должны использоваться встроенные механизмы СУБД.

Доступ к данным должен быть предоставлен только авторизованным пользователям с учетом их служебных полномочий, а также с учетом категории запрашиваемой информации.

# Требования к лингвистическому обеспечению системы

Программа и графический интерфейс должны быть реализованы на высокоуровневом языке – Python. Данные будут храниться в реляционной базе данных

# Требования к техническому обеспечению

Для обеспечения быстродействия на уровне реального времени техническое обеспечение сервера должно включать в себя видеокарту со следующими требованиями:

1. Поддержка программно-аппаратной архитектуры параллельных вычислений CUDA.

2. Версия установленных драйверов CUDA – 9.0

3. Библиотека, интегрированная в драйвер CUDA – cuDNN v7.2.1 7.08.2018

4. Вычислительная мощность от 3.1 (по метрикам библиотеки для машинного обучения TensorFlow).

5. Оперативная память от 64 GB.

6. Windows ADK x86 8.1+

Техническое обеспечение пункта пропуска обязано быть оборудовано камерами видеонаблюдения у каждого турникета, соединенными напрямую с сервером.

# Состав и содержание работ по созданию (развитию) системы

1. Создание прототипа интерфейса. Экспертиза: согласование прототипа с заказчиком в письменном виде. (Срок 4 неделя)

2. Создание концептуальной модели хранимой информации. Экспертиза: согласование прототипа с заказчиком в письменном виде. (Срок 7 неделя)

3. Разработка физической и логической схемы хранимой информации. Экспертиза: демонстрация проделанной работы заказчику. (Срок 7 неделя)

4. Разработка макета программы с базой данных. Экспертиза: демонстрация проделанной работы заказчику. (Срок 10 неделя)

5. Отладка и устранение ошибок программы. Экспертиза: демонстрация проделанной работы заказчику. (Срок 14 неделя)

# Порядок контроля и приемки системы

# Виды, состав, объем и методы испытаний системы

Испытание интегрированной системы производится на имитации сценария пропуска действительного сотрудника и постороннего человека.

# Общие требования к приемке работ по стадиям

Прием работы осуществляется после установки порога доверия системы к биометрическим показателям.

# Статус приемочной комиссии

Статус работы утверждается непосредственно заказчиком.

# Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие

Интеграция системы производится только при обеспечении всех требований, приведенных в этом техническом задании.

Так же должен быть осуществлен сбор биометрических данных в одном из двух режимах, в зависимости от текущей системы пропусков:

1. Сбор биометрических данных по фотографии;

2. Сбор биометрических данных в автоматическом режиме - если текущая система пропусков базируется на электронных карточках, в которых присутствует информация о сотруднике (ФИО, отдел).

# Требования к документированию

В документацию входят: техническое задание (ГОСТ 34.602-89) и расчетно-пояснительная записка (ГОСТ 7.32-2001, 2.105-95), включающая в себя документированное ведение всех этапов разработки системы.

# Исследовательская часть

# Постановка задачи проектирования

Задачей проектирования курсового проекта является написание работоспособного приложения, способного решать, поставленные в техническом задании, задачи.

# Описание предметной области

Объектом автоматизации является контрольно-пропускной пункт (далее кпп). Разрабатываемая система должна автоматизировать кпп. Главный процесс, который система автоматизирует на кпп – это проход людей через пропускные единицы (турникеты\автоматические двери). Этот процесс до внедрения разрабатываемой системы имеет следующие этапы и особенности:

1. Каждый работник должен иметь при себе специальный пропуск\электронную карточку, которая позволит ему пройти(выйти) на предприятие.
2. В случае с электронной карточной: работник подходит к пропускной единице, прикладывает карточку к считывающему устройству, устройство открывает пропускную единицу, и работник проходит(выходит) на предприятие.
3. На территорию предприятия так же могут пройти и третьи лица, которые получили на это специальное разрешение.

После внедрения разрабатываемой системы, появятся следующие особенности автоматизируемого процесса:

1. Каждый работник должен быть учтен в системе (этап внедрения системы).
2. Проход(выход) на территорию предприятия доступен только работникам, не имеющим статус «в отпуске».
3. Способ прохода: работник подходит к пропускной единице, смотрит в камеру; система распознает работника, регистрирует событие прохода и открывает пропускную единицу; работник проходит дальше.
4. Так же на территорию предприятия могут пройти третьи лица, которые получили на это разрешение, путем использования специального функционала системы «наблюдателем» (пользователь системы, см. ниже).

В следствии данного анализа автоматизируемого процесса был выделен ряд сущностей:

1. Сотрудник. Сущность, относящаяся к внешней базе данных. Хранит в себе информацию о сотруднике такую, как имя, фамилия, табельный номер, текущий статус. Данная сущность нужна для идентификации персонала предприятия.
2. Отдел. Эта сущность так же относится к внешней базе данных. Хранит в себе название отдела и ссылку на начальника. Сущность предназначена для расширения информации о конкретном сотруднике.
3. Биометрия. Данная сущность, как и все последующие, относится к внутренним сущностям разрабатываемой системы. Сущность включает в себя изображение лица, характерные точки, черты лица каждого сотрудника. Сущность предназначена для сверки выделенных черт лица у каждого человека, проходящего через кпп с чертами лица конкретного сотрудника.
4. Пропускной пункт. Сущность хранит в себе адрес объектов автоматизации.
5. Камера. Сущность, относящаяся к пропускному пункту. Данная сущность характеризируется названием видео устройства и направлением осмотра. Предназначена для получения видеопотока с определенного устройства, идентификации «прохода» через кпп каждого сотрудника.
6. Посещение. Характеризует разовый проход конкретного сотрудника через конкретную пропускную единицу с установленной на ней камерой, на конкретном пропускном пункте, с фиксацией времени прохода.

Так же можно выделить 2 типа пользователей системы – наблюдатель и технический инженер. Различие между этими двумя сущностями заключается в предоставлении различных уровней доступа к функционалу системы. У технического инженера, в отличии от наблюдателя, будет полный доступ ко всем функциям системы, таким как:

1. Перезаход в систему.
2. Предоставление доступа на конкретной пропускной единице.
3. Блокировка и разблокировка конкретной пропускной единице.
4. Сохранение биометрических данных человека, полученных на конкретной пропускной единице.
5. Экспорт журнала сессии.
6. Поиск посещений сотрудников и формирование статистики.
7. Выгрузка найденной статистики.
8. Добавление набора биометрических данных для нескольких сотрудников одновременно.
9. Резервное копирование данных.
10. Добавление, изменение, удаление пункта пропуска.
11. Добавление, удаление камеры на выбранном пункте пропуска.
12. Изменение, импорт, экспорт настроек.
13. Создание аккаунта
14. Выгрузка всех аккаунтов.

Наблюдателю, из вышеперечисленных пунктов, доступен функционал под пунктами 1-7.

Основным потоком передачи информации – является видеопоток, захваченный разрабатываемой системой с видеоустройств, установленным на каждой пропускной единице.



# Анализ аналогов

При работе с литературными источниками было найдено несколько схожих разработок. Основным отличием разрабатываемой системы является быстродействие и точность обработки видеопотока за счет выбора лучших компонентов обработки изображений.

# Перечень задач, подлежащих решению в процессе разработки

1. Создание пользовательского интерфейса, адаптирующегося под уровень доступа пользователя.
2. Разработать систему взаимодействия с данными по CRUD функционалу.
3. Разработать систему логгирования.
4. Спроектировать и разработать алгоритм параллельной обработки информации.
5. Разработать конвейерную систему обработки видеопотока.
6. Разработать систему обработки информации.

# Проектно-конструкторская часть



# Разработка структуры приложения

У разрабатываемой системы есть 2 источника информации:

1. Видеопоток.
2. База данных.

База данных заполняется как пользователем, так и в автономном режиме, путем сбора и обработки данных с видеокамер.

Пользователю доступно ручное заполнение базы данных через графический интерфейс следующими записями:

1. Биометрические данные (добавление\изменение); выбирается сотрудник и загружается его фотография, которая обрабатывается внутренними механизмами обработки информации, результаты обработки записываются в базу данных.
2. Контрольно-пропускные пункты (добавление\изменение\удаление).
3. Камеры (добавление\удаление).

Так же база данных заполняется системой: видео, захваченное с камеры, обрабатывается механизмами обработки информации, результаты обработки записываются в базу данных.

Система определена двумя компонентами – интерфейс и управляющие подсистемы.

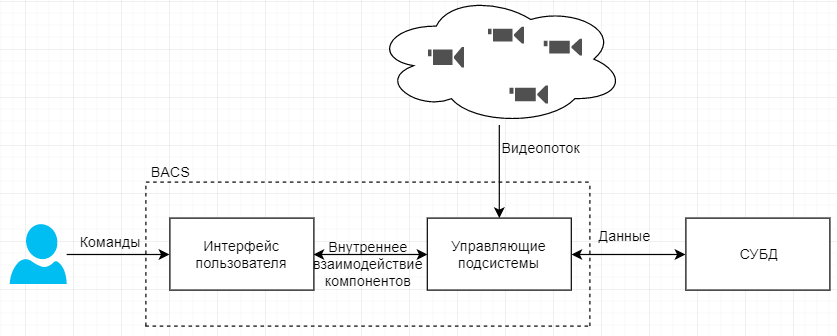


Рисунок 1- Структурная схема системы

Задачи управляющих подсистем определены в техническом задании.

Последовательность разработки компонентов системы:

1. Проектирование структуры базы данных.
2. Выбор архитектуры приложения.
3. Создание пользовательского интерфейса.
4. Создание управляющих подсистем.
5. Ручное тестирование каждой подсистемы.
6. Локализация интерфейса.
7. Тестирование взаимодействия подсистем.
8. Нагрузочное тестирование системы в целом.

# Логическая схема базы данных

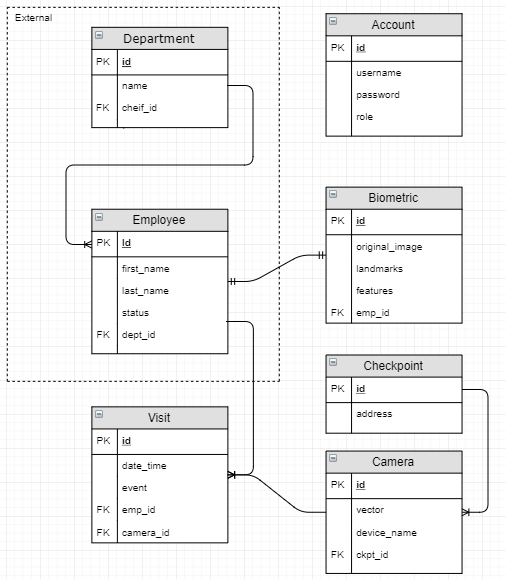


Рисунок 2 – Логическая схема базы данных

Логическая схема базы данных состоит из следующих таблиц:

1. Employee и Department – являются внешними таблицами отдела кадров.
2. Biometric – биометрия. Эта таблица содержит в себе эталонное изображение (original\_image) по которому, внутри системы, определяются характерные точки лица и биометрические признаки, уникальные для каждого сотрудника.
3. Checkpoint – кпп, содержит в себе адрес (address) пропускного пункта.
4. Camera – камера, описывается именем устройства (device\_name) и направлением установки (vector)-вход\выход.
5. Visit – посещение, характеризуется датой и временем (data\_time) и событием прохода конкретного работника (event).

# Разработка архитектуры приложения

Для разрабатываемой системы было принято решение использовать многоуровневую архитектуру приложения (N-layers).

Выбранная архитектура состоит из следующих уровней:

* + 1. DAL (data access layer) – уровней доступа к данным.
    2. BLL (business-logic layer) – уровень бизнес-логики.
    3. APP (application) – уровень приложения.

Уровень доступа к данным определяет объекты технологии ORM, описывающие каждую сущность базы данных, а также классы и интерфейсы, содержащие набор CRUD (create\update\delete) функционала, для описанных сущностей.

Уровень бизнес-логики содержит в себе функциональные бизнес модели, такие как функционал настройки всегда приложения. Этот уровень реализует функции обработки данных – сортировку, группировку, выборку, объединенные в отдельные сервисы верхнего доступа к данным.

Уровень приложения содержит в себе файлы интерфейса приложения, локализации, а также первичный функционал обработки данных, поступающих от пользователя. На этом уровне определены подсистемы логгирования, перехвата видеопотока, принятия решений.

Передача данных между всеми подсистемами осуществлена при помощи шаблона проектирования DTO – data transfer object. Концепцией этого шаблона является создание объектов данных, не содержащих никакого поведения. Эти объекты реализованы в классах, лежащих на уровне BLL.

Для взаимодействия с СУБД PostgreSQL v10 была выбрана программная библиотека SQLAlchemy, служащая для синхронизации объектов, определенных на DAL уровне, и записей базы данных.

# Разработка интерфейса взаимодействия пользователя с системой.

На основе требований к ПО и разрабатываемой системе, описанных в техническом задании, было принято решение использовать кроссплатформенную среду для разработки графических интерфейсов программ, использующих библиотеку Qt – Qt Designer.

Локализация интерфейса осуществляется при помощи инструментов Poedit, Qt Linguist сразу на 3 языка – русский, английский, китайский.

Само графическое представление системы состоит из следующих компонент и поведений:

* + 1. При первоначальном запуске программы предлагается прописать строку подключения формата «postgresql://user:password@hostname/ databasename», которая далее будет записана в локальный файл конфигурации приложения.
    2. Окно авторизации.
    3. Главное окно.
    4. Окно настроек.

# Разработка алгоритмов обработки информации.

Основной цикл обработки информации – обработка видеопотока. Основные этапы обработки данных видеопотока:

* 1. При запуске главного окна производится выгрузка всех видеоустройств.
  2. Инициализируется системный поток, в котором циклически определяется список всех видеоустройств, подключенных к серверу.
  3. Для каждого видеоустройства (из п.1) инициализируется отдельный системный поток.

В каждом таком потоке инициализируется цикл с этапами:

1. Проверка наличия устройства: если его нет в списке подключенных устройств, то пишется лог о недоступности данного устройства, если при повторной проверке устройство найдено – пишется лог о подключении нового устройства.
2. Проверка готовности видеоустройства к работе.
3. Фиксация кадра.
4. Полученный кадр направляется в подсистему обработки информации
5. Подсистема обработки информации обрабатывает кадр, выводит его в интерфейс главного окна, а полученные выделенные биометрические данные передаются подсистеме принятия решений.
6. Подсистема принятия решений сверяет эталонные биометрические данные с выделенными. При нахождении достаточно схожих (функционал расстояния Кульбака-Лейблера) происходит логгирования события обнаружение работника, проверяется его статус, подается команда открытия турникетов, фиксируется событие прохода работника.

Нетривиальные алгоритмы обработки информации заключены в подсистеме обработки видеопотока.

Эта подсистема разбита на следующие модули:

1. Детектирование лиц на изображении.
2. Выделение характерных точек лица.
3. Нормализация поворота лица.
4. Выделение биометрических признаков.

Модуль детектирование лиц на изображении содержит в себе ранее обученную нейронную сеть Mobilenet SSD. Нейронная сеть реализована на Tensorflow object detection api, обучена на датасете «WiderFace». Эта нейронная сеть детектирует все лица в кадре. При этом на кадр наносится прямоугольники, ограничивающие лица людей (bounding boxes). Далее этот кадр подается в интерфейс главного окна. Среди полученных лиц ищется лицо, которое занимает большую площадь изображения, чем другие. При этом происходит проверка – если эта площадь больше определенного значения (это значение определяется техническим инженером и записывается в настройки системы), то данное лицо получает статус кандидата на получение пропуска.

Далее происходит выделение характерных точек лица-кандидата. Выделение производится за счет обученной модели ансамбля деревьев регрессии. Данная модель реализована в кроссплатформенной библиотеке Dlib. Выделяются 68 характерных точек.

После этого происходит поворот лица. Алгоритм базируется на геометрической структуре лица (68 точек характерных точек) и получении канонического выравнивания лица, основанное на перемещении, масштабе и вращении. Так же алгоритм выравнивает грани изображения так, чтобы они были примерно одинакового размера. Алгоритм реализован при помощи средств библиотек opencv, numpy.

Повернутое лицо передается на следующий модуль – выделение биометрических признаков. За работоспособность этого модуля отвечает нейронная сеть Facenet, обученная на «VGGFace2» датасете. Принцип ее работы основан на выделении «мест» для каждого лица в евклидовом пространстве, которое она научилась строить при обучении. На выходе нейронной сети образуется вектор размерностью R128, который как раз-таки и является вектор биометрических признаков, который записывается в базу данных к каждому работнику и сравнивается с такими же векторами в подсистеме принятия решений.

Все компоненты подсистемы обработки информации видеопотока подобраны исходя из условия real-time работы системы и условия надежности.

Так же был проведен тест компонент подсистемы обработки видеопотока, который показал 4FPS при 5 лицах в кадре.

# Проектно-технологическая часть



# Этапы тестирования системы

Тестирование системы разделено на несколько этапов:

1. Ручное тестирование каждой подсистемы.
   1. Тестирование DAL уровня (подсистема управления данными). Подготовка к тестированию этой системы осуществляется путем наполнения базы данных тестовыми данными. Проверяется работа реализации технологии ORM, реализации функционала CRUD концепции, механизма DTO, а также механизма валидации данных. Помимо этого, проверяется функции выгрузки данных и функции поддержки и применения настроек системы.
   2. Тестирование подсистемы логгирования. На этом этапе тестирования проверяются функции отображения логов в интерфейсе пользователя и функции выгрузки журнала логов.
   3. Тестирование перехвата видеопотока. Обеспечивает уверенность в том, что система будет устойчива к включению\отключению, удалению существующих камер и добавлению новых.
   4. Подсистема обработки видеопотока. Тестирование этой подсистемы заключается в тестировании каждого отдельного этапа обработки видеопотока как на тестовых данных (изображениях), так и на данных, полученных от подсистемы перехвата видеопотока.
   5. Тестирование подсистемы принятия решений. Осуществляется при помощи данных, полученных от подсистемы перехвата видеопотока, и тестовых данных от подсистемы управления данными.
   6. Тестирование интерфейса. На этом этапе тестирования проводятся тесты корректной работы элементов интерфейса. Проверяется корректность отображения текста различных языков на элементах интерфейса.
2. Тестирование взаимодействия подсистем. На этом этапе проверяется корректность взаимодействия всех подсистем. Данные для тестирования заполняются из интерфейса системы и при использовании видеопотока. Определяются первоначальные гиперпараметры подсистем принятия решений и обработки видеопотока. Проверяется корректное взаимодействие подсистем с графическим интерфейсом и СУБД в целом.
3. Нагрузочное тестирование системы в целом. Этот вид тестирование осуществляется путем проверки системы на отказоустойчивость и быстродействие путем использования нескольких видеокамер. Осуществляется имитация реальных условий работы системы – тестирование по сценарию в п2.2.
4. Тестирование системы на реальном объекте. На этом, заключительном, этапе тестирования проверяется возможность интеграции всей системы на сервер, выявляются недостатки (при их наличии), связанные с совместимостью программного обеспечения сервера и разработанной системы. Окончательно определяются гиперпараметры подсистем.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проектирования и конструирования системы были получены следующие результаты:

* + 1. Спроектирована схема базы данных.
    2. Создана физическая схема базы данных.
    3. Спроектирован и сконструирован интерфейс системы.
    4. Спроектированы и созданы компоненты взаимодействия с базой данных, подсистема перехвата видеопотока, подсистема обработки видеопотока, подсистемы принятия решений, подсистема логгирования.
    5. Созданы компоненты взаимодействия подсистем с пользовательским интерфейсом.
    6. Создан функционал для добавления\удаления\изменения данных.
    7. Созданы программные сервисы настроек, авторизации, сохранения данных, поиска и оформления статистики посещений.
    8. Обеспечена многопоточная работа подсистем перехвата видеопотока, обработки видеопотока, принятия решений.
    9. Обеспечена возможность наблюдения за выбранным пунктом пропуска.
    10. Обеспечена устойчивой системы к некорректному обращению с файлами настроек.
    11. Обеспечена устойчивость системы к экстренным выключениям\включениям камер видеонаблюдения.
    12. Обеспечена устойчивость системы принятия решений к экстренному отключению базы данных.
    13. Обеспечена локализация всей системы на русском, английском и китайском языках.
    14. Проведены ручные тесты каждой подсистемы.
    15. Проведены тесты взаимодействия всех подсистем
    16. Проведено нагрузочное тестирование систем, зависящих от полученного видеопотока.
    17. Измерены показатели скорости работы системы (4FPS при 5 лицах в кадре и выводе информации в графический интерфейс).

# Список используемых источников

1. Andrew G. Howard, Menglong Zhu, Bo Chen, Dmitry Kalenichenko, Weijun Wang, Tobias Weyand, Marco Andreetto, Hartwig Adam. MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications, 2015. <https://arxiv.org/pdf/1704.04861.pdf>
2. Vahid Kazemi and Josephine Sullivan KTH, Royal Institute of Technology Computer Vision and Active Perception Lab Teknikringen 14, Stockholm, Sweden: One Millisecond Face Alignment with an Ensemble of Regression Trees, 2014.

https://www.researchgate.net/publication/264419855\_One\_Millisecond\_Face\_Alignment\_with\_an\_Ensemble\_of\_Regression\_Trees

1. Wei Liu, Dragomir Anguelov, Dumitru Erhan, Christian Szegedy, Scott Reed, Cheng-Yang Fu, Alexander C. Berg. SSD: Single Shot MultiBox Detector. 2015. https://arxiv.org/pdf/1512.02325.pdf
2. Florian Schroff, Dmitry Kalenichenko, James Philbin. aceNet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering. 2015. https://arxiv.org/abs/1503.03832
3. Николай Прохоренок, Владимир Дронов: Python 3 и PyQt 5. Разработка приложений, 2018. //Электронная книга.
4. Документация PosrgreSQL 10. <https://postgrespro.ru/docs/>
5. Документация Tensorflow. <https://www.tensorflow.org/>
6. Документация Qt5. <http://doc.qt.io/qt-5>
7. Документация OpenCV. https://docs.opencv.org/