

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: 66 страниц, 3 части, 21 рисунок, 4 таблицы, 40 источников.

Ключевые слова: Python, система распознавания лиц, система контроля и управления доступом, биометрические данные.

Объектом исследования является Рубцовский филиал АО «Алтайвагон».

Предметом исследования процесс идентификации сотрудников и посетителей при прохождении контрольно-пропускного пункта.

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование подсистемы обеспечения пропускного режима на предприятии на основе биометрической идентификации с применением нейросетевых технологий.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) провести технико-экономический анализ объекта исследования;
- 2) выявить недостатки при существующей технологии пропускного режима СКУД;
- 3) выработать функциональные требования к разрабатываемой информационной системе;
- 4) выполнить проектирование по обеспечивающим подсистемам;
- 5) реализовать проектные решения по функциональной архитектуре и обеспечивающим подсистемам;
- 6) произвести оценку экономической эффективности внедрения проекта.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Аналитическая часть	5
1.1 Техничко-экономическая характеристика предметной области	5
1.2 Анализ функционирования объекта исследования	9
1.3 Определение цели и задач проектирования ИС	17
1.4 Обзор и анализ существующих разработок выбор технологии проектирования	19
1.5 Выбор и обоснование проектных решений	20
1.5.1 Программное обеспечение	20
1.5.2 Техническое обеспечение	23
1.5.3 Информационное обеспечение	24
1.5.4 Математическое обеспечение	25
2 Проектная часть.....	30
2.1 Разработка функционального обеспечения	30
2.2 Разработка информационного обеспечения ИС	32
2.3 Разработка программного обеспечения	36
2.3.1 Структурная схема функций управления и обработки данных	36
2.3.2 Описание программных модулей	37
2.3.3 Схема взаимосвязи программных модулей и информационных файлов	44
2.3.4 Компоненты пользовательского интерфейса	48
3 Оценка эффективности внедрения информационной системы	51
3.1 Общие положения	51
3.2 Показатели эффективности	53
3.3 Расчет экономической эффективности	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	60
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	61

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение требуемого пропускного режима на крупном предприятии является ответственной функцией. Оно направлено на контроль трудовой дисциплины и, что самое главное, обеспечение безопасности, предотвращая несанкционированный доступ на его территорию.

В Рубцовском филиале АО «Алтайвагон» вопросу соблюдения пропускного режима уделяется большое внимание. На предприятии развёрнута система контроля управления доступом (СКУД) на основе электронных карт-пропусков и турникетов. Подобные системы хорошо зарекомендовали себя в последнее время, однако и они имеют ряд недостатков. В частности, процесс пропуска работника «сбивается» в случае отсутствия у последнего своей карты-пропуска (её можно забыть или потерять). Из критичных недостатков следует отметить возможность доступа на территорию по чужой карте-пропуску. Кроме этого, изготовление карт-пропусков является дополнительным процессом, который имеет свои финансовые и трудовые затраты. Отмеченные недостатки определяют актуальность работы.

Актуальность выпускной квалификационной работы заключается в необходимости оптимизации пропускного режима на предприятии, для эффективности которой можно использовать технологию нейронных сетей для анализа изображений с целью нахождения и распознавания людей. Данная разработка призвана повысить обеспечение безопасности на предприятии.

Объектом исследования является Рубцовский филиал АО «Алтайвагон».

Предметом исследования является процесс идентификации сотрудников и посетителей при прохождении контрольно-пропускного пункта.

Цель выпускной квалификационной работы – проектирование подсистемы обеспечения пропускного режима на предприятии на основе биометрической идентификации с применением нейросетевых технологий.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

- провести технико-экономический анализ объекта исследования;
- выявить недостатки при существующей технологии пропускного режима СКУД;
- выработать функциональные требования к разрабатываемой подсистеме управления доступом;
- выполнить проектирование по обеспечивающим подсистемам;
- реализовать проектные решения по функциональной архитектуре и обеспечивающим подсистемам;
- произвести оценку экономической эффективности внедрения проекта.

Исходными данными для выполнения работы являются стандарты и методические материалы по проектированию, научная и учебная литература, интернет-источники по разработке информационных системы и программных приложений, локальная нормативно-справочная документация предприятия.

1 Аналитическая часть

1.1 Технико-экономическая характеристика предметной области

Рубцовский филиал АО «Алтайвагон» является одним из крупнейших в России сталелитейным заводом.

Основной профиль Рубцовского филиала «Алтайвагона» – изготовление стального и чугунного вагонного литья на грузовой железнодорожный подвижной состав. Производственная мощность Рубцовского филиала «Алтайвагона» сегодня составляет более 60 000 тонн стального литья в год.

В номенклатуре производства Рубцовского филиала «Алтайвагона» более 60 наименований отливок, включая мелкое, среднее и крупное литье. Большая часть из номенклатуры изготавливаемых отливок относятся по литейной градации к высшей, 4 категории сложности.

Рубцовский филиал АО «Алтайвагон» занимает долю в 14% на российском рынке грузовых железнодорожных вагонов, узлов, комплектующих и запасных частей к ним. По этому показателю он третий производитель в стране.

Миссия Рубцовского филиала АО «Алтайвагон» – удовлетворение спроса потребителей на стальное литьё для железнодорожных грузовых вагонов, соответствующее требованиям национальных и международных стандартов.

Рубцовский филиал АО «Алтайвагон» является надежным и прогрессивным предприятием, способным предоставлять качественные вагоны и услуги в вагоностроительной отрасли. Предприятие играет важную роль в развитии железнодорожного транспорта и экономики региона, а также

стремится удовлетворить потребности своих клиентов и обеспечить устойчивый рост в долгосрочной перспективе.

Организационная структура управления Рубцовского филиала АО «Алтайвагон» представлена на рисунке 1.1.

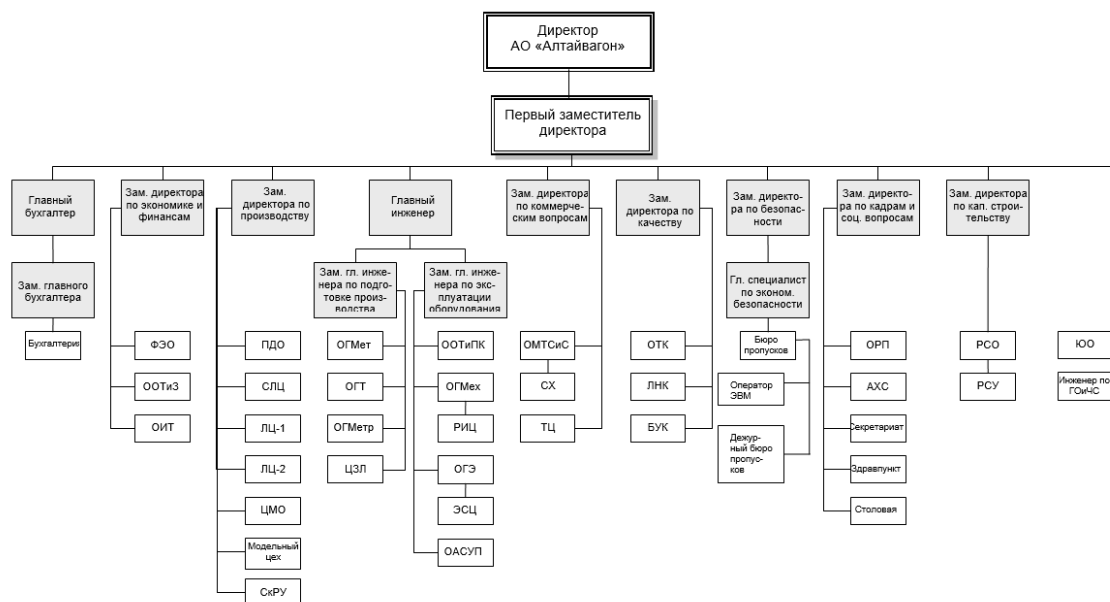


Рисунок 1.1 – Организационная структура управления

АХС – административно хозяйственная служба.

ГОиЧС – гражданская оборона и чрезвычайные ситуации.

ЛЦ №1 – литейный цех №1.

ЛЦ №2 – литейный цех №2.

ОГМет – отдел главного металлурга.

ОГТ – отдел главного технолога.

ОГЭ – отдел главного энергетика;

ООТиПК – отдел охраны труда и производственного контроля.

ООИТ – отдел информационных технологий.

ОТК – отдел технического контроля.

ООТиЗ – отдел организации труда и заработной платы.

ОГМех – отдел главного механика.

ОГМетр – отдел главного метролога.

ПДО – производственно-диспетчерский отдел.

РИЦ – ремонтно-инструментальный цех.

РСО – ремонтно-строительный отдел.

СЛЦ – сталелитейный цех.

ФЭО – финансово-экономический отдел.

Административно-хозяйственная служба (АХС) на предприятии выполняет широкий спектр функций, связанных с организационными, административными и хозяйственными задачами. Она отвечает за координацию и контроль над основными аспектами деятельности предприятия, обеспечивает поддержание эффективности работы всего коллектива.

Отдел охраны труда и производственного контроля (ООТиПК) занимается организацией работы по охране труда, промышленной безопасности и контролем за соблюдением производственных норм и правил на предприятии.

Отдел информационных технологий (ОИТ) на предприятии занимается разработкой, внедрением и поддержкой информационных систем, программного обеспечения и технических решений, необходимых для эффективной работы компании. Основные задачи, которые выполняет ОИТ, включают в себя:

1. Разработка и поддержка информационных систем. ОИТ занимается разработкой и поддержкой информационных систем, необходимых для работы предприятия. Это могут быть системы управления производством, учета и планирования ресурсов, управления проектами, электронной почты и др.
2. Поддержка программного обеспечения. ОИТ занимается установкой, настройкой и обновлением программного обеспечения, необходимого для работы предприятия. Это могут быть операционные системы, офисные пакеты, бухгалтерские программы, программы для обработки данных и др.
3. Управление информационными ресурсами. ОИТ занимается

управлением информационными ресурсами предприятия, включая базы данных, файловые хранилища, сервера, сети и др. Отдел отвечает за безопасность информационных ресурсов, создание резервных копий данных, а также за обеспечение доступа к информации сотрудникам предприятия.

4. Поддержка пользователей. ОИТ оказывает техническую поддержку пользователям, решает проблемы, связанные с работой программного обеспечения и оборудования. Отдел также проводит обучение сотрудников работе с информационными системами.

5. Разработка и внедрение новых технологий. ОИТ следит за новыми тенденциями в области информационных технологий, анализирует их возможное внедрение на предприятии, проводит тестирование и внедрение новых технологий, которые могут улучшить работу компании и повысить ее эффективность.

Отдел гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций на предприятии играет важную роль в обеспечении безопасности и защите жизни и здоровья работников, клиентов и посетителей предприятия.

Бюро пропусков на предприятии – это подразделение, которое занимается организацией процесса пропускного режима, контролем доступа на территорию предприятия и обеспечением безопасности. Основные функции бюро пропусков на предприятии включают:

1. Выдача пропусков. Бюро пропусков на предприятии занимается выдачей пропусков сотрудникам, посетителям и транспорту. Для этого оно проводит проверку документов и осуществляет регистрацию в системе учета пропусков. Кроме того, бюро пропусков может организовывать процесс восстановления утерянных пропусков и контролировать их использование.

2. Контроль доступа. Бюро пропусков на предприятии осуществляет контроль доступа на территорию предприятия. Для этого оно может использовать системы контроля доступа, включающие в себя пропускные турникеты, системы видеонаблюдения и др. Кроме того, бюро пропусков может осуществлять проверку наличия необходимых разрешений

для доступа к определенным зонам или объектам на территории предприятия.

3. Обеспечение безопасности. Бюро пропусков на предприятии отвечает за обеспечение безопасности на территории предприятия. Оно может контролировать соблюдение правил внутреннего распорядка, проводить инструктажи и обучение по безопасности, осуществлять контроль за использованием инвентаря и оборудования на территории предприятия.

4. Систематизация информации. Бюро пропусков на предприятии ведет систематизированный учет данных о сотрудниках, посетителях и транспорте, получающих пропуска на территорию предприятия. Это позволяет облегчить процесс управления доступом и контроля за безопасностью.

Таким образом, бюро пропусков на предприятии играет важную роль в обеспечении безопасности, контроле доступа и учете движения людей и транспорта на территории предприятия. Работа бюро пропусков направлена на содействие эффективной организации работы предприятия и повышение общей безопасности на его территории.

1.2 Анализ функционирования объекта исследования

Метод IDEF0 (Integrated Definition for Function Modeling) является инструментом функционального моделирования, который используется для анализа, описания и проектирования бизнес-процессов. Он позволяет структурировать и визуализировать функции, взаимодействия и потоки информации в системе.

Метод IDEF0 имеет следующие цели:

1. Описание функциональности: Метод IDEF0 позволяет описать функции системы или организации. Функции представляют собой действия,

которые выполняются для достижения определенных целей или решения задач. Метод помогает идентифицировать и описать основные функции, их входные и выходные данные, а также связи между функциями.

2. Анализ и моделирование процессов: IDEF0 позволяет провести анализ бизнес-процессов и построить модель, отображающую последовательность выполнения функций, связи между ними и потоки информации. Модель IDEF0 визуально представляет процессы и помогает идентифицировать узкие места, неэффективности и возможности для оптимизации.

3. Согласование и коммуникация: IDEF0 является стандартизированным методом моделирования, что обеспечивает единый язык и понимание между участниками проекта. Модель IDEF0 позволяет команде проекта взаимодействовать, обсуждать и анализировать бизнес-процессы на основе общего представления.

4. Планирование и управление изменениями: Метод IDEF0 может быть использован для планирования изменений в системе или организации. Он позволяет оценить текущее состояние процессов, определить потребности в изменениях и разработать план действий для улучшения процессов и достижения поставленных целей.

Использование метода IDEF0 позволяет получить структурированное и формализованное представление функций и процессов системы, что помогает в их анализе, оптимизации и управлении. Он может быть применен в различных областях, включая бизнес-анализ, системный анализ и проектирование.

Модель AS-IS («Как есть») используется для описания текущего состояния бизнес-процессов или системы. Она позволяет документировать и визуализировать существующие процессы, функции, взаимосвязи и потоки информации.

Модель позволяет получить полное представление о текущих бизнес-процессах и системе. Она является отправной точкой для разработки модели

ТО-ВЕ («Как должно быть»), которая описывает желаемое будущее состояние процессов после внесения изменений и оптимизации.

На рисунке 1.2 изображена контекстная диаграмма осуществления пропускного режима на предприятии.



Рисунок 1.2 – Контекстная диаграмма «Осуществление пропускного режима»

В соответствии с методом IDEF0 обозначим входные данные, управление и механизмы, которые изображены в диаграмме стрелками:
Входные данные:

- сотрудник предприятия, который должен пройти через контрольно-пропускной пункт прежде, чем попасть на территорию предприятия;
- пропуск, ключ-карта, с помощью которой происходит открытие турникета.

Выходные данные:

- запрос для диспетчера, который направляется, при выявлении ошибок чтения пропусков;
- данные о нарушителях пропускного режима.

Управление:

– законы Российской Федерации – Федеральный закон «О персональных данных» (№ 152-ФЗ), Федеральный закон «О биометрической деятельности в Российской Федерации» (№ 187-ФЗ) и Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» (№ 149-ФЗ);

– инструкция о пропускном режиме, это документ, который определяет порядок и ответственность по организации пропускного и внутриобъектового режима;

– регламент работы бюро пропусков представляет собой документ, который определяет процедуры и правила работы сотрудников бюро пропусков;

– регламент СКУД представляет собой документ, который определяет процедуры и правила работы с системой контроля доступа на предприятии;

– должностные инструкции сотрудника охраны – это документ, который содержит описание основных обязанностей, прав и ответственности сотрудника, занимающего должность в области охраны.

Механизм: диспетчер бюро пропусков, сотрудники охраны и СКУД.

Декомпозиция контекстной диаграммы показана на рисунке 1.3.

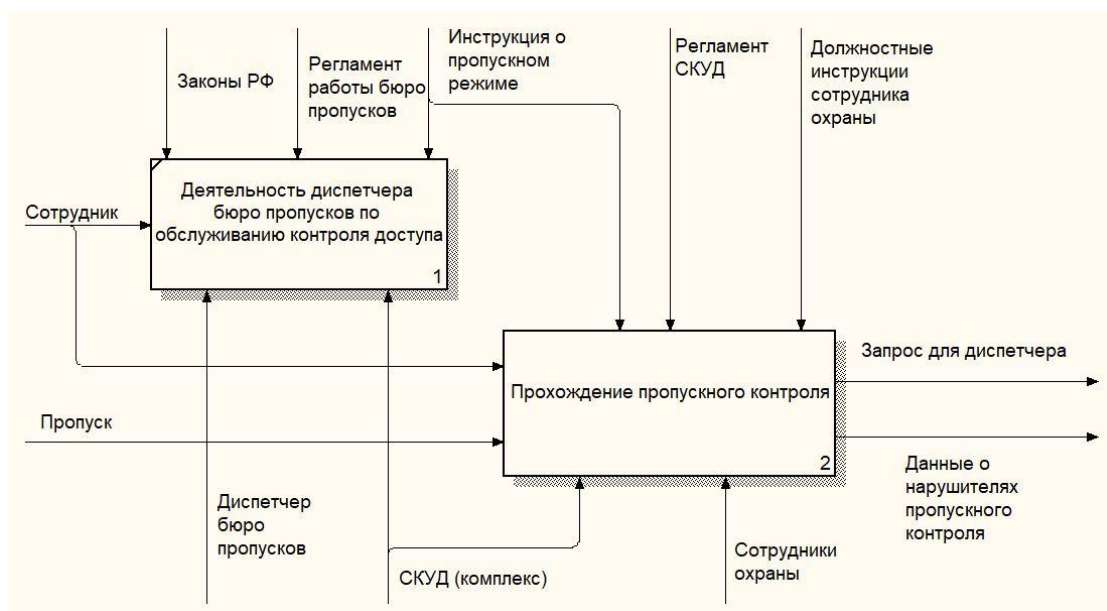


Рисунок 1.3 – Диаграмма декомпозиция «Осуществление пропускного режима»

Декомпозиция контекстной диаграммы – это процесс разделения и расширения контекстной диаграммы системы на более подробные уровни диаграмм, чтобы лучше понять и описать взаимодействие системы с ее окружением и внутреннюю структуру системы.

«Деятельность диспетчера в бюро пропусков по обслуживанию контроля доступа» включает в себя ряд процессов, связанных с управлением пропускной системой и обеспечением безопасности.

«Прохождение пропускного контроля» является процессом проверки и регулирования доступа людей или транспортных средств на охраняемой территории или внутри организации. Этот процесс осуществляется с целью обеспечения безопасности и контроля перемещения людей в определенных зонах.

На рисунке 1.4 изображена декомпозиция процесса «Прохождение пропускного контроля».

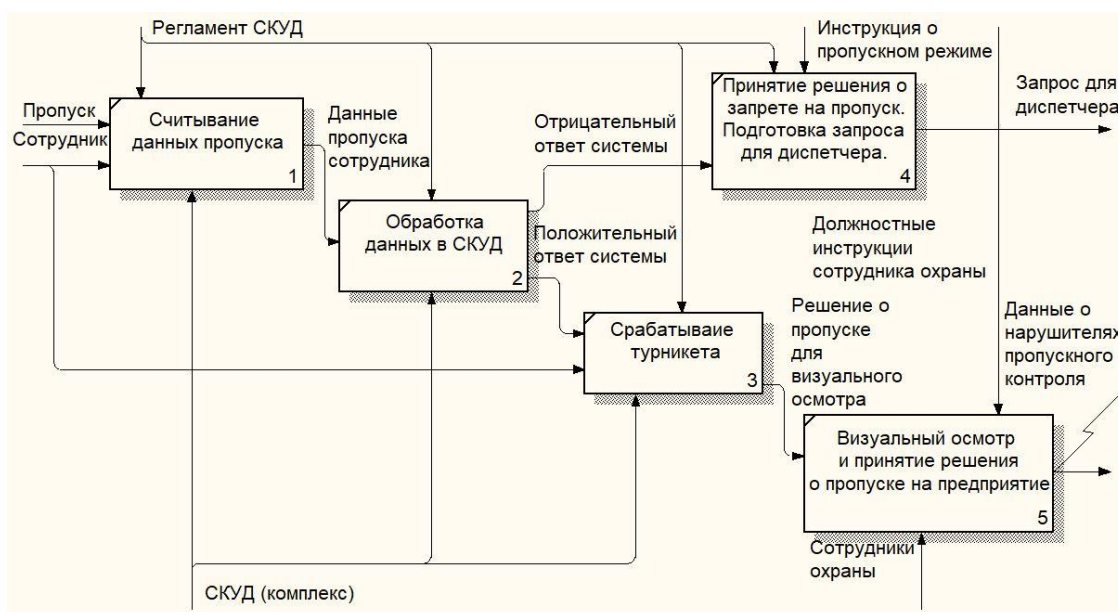


Рисунок 1.4 – Декомпозиция процесса «Прохождение пропускного контроля»

На данный момент на производстве работает почти 3 тысячи сотрудников, в связи с этим на предприятии действует пропускной режим.

Установка пропускного режима на предприятии – это мероприятие, направленное на обеспечение безопасности сотрудников, имущества и технологических процессов на территории предприятия. Она позволяет регулировать доступ к зонам, где находятся объекты, содержащие опасные или ценные материалы, а также к другим ограниченным зонам.

Основная цель установки пропускного режима – это контроль движения людей и транспорта на территории предприятия, предотвращение несанкционированного проникновения и укрепление защиты предприятия от возможных угроз. Пропускной режим позволяет определить, кто находится на территории предприятия, когда и куда он направляется, и что он с собой привез или забирает.

Пропускной режим на предприятии также повышает уровень ответственности сотрудников, которые получают пропуска, за безопасность и сохранность имущества. Кроме того, установка пропускного режима способствует более эффективному управлению территорией предприятия и регулированию рабочих процессов.

В целом, установка пропускного режима на предприятии является необходимой мерой для обеспечения безопасности, контроля доступа и учета движения людей и транспорта на территории предприятия. Она позволяет улучшить взаимодействие между службами и подразделениями предприятия, повысить общую безопасность и эффективность работы.

Пропускной режим определяется и устанавливается директором Рубцовского филиала АО «Алтайвагон» на основании Правил внутреннего трудового распорядка предприятия и в соответствии с ФЗ «О ведомственной охране» и предусматривает:

- определение СПП, в которых устанавливается специальный режим, время и порядок их открытия (закрытия) и приема под охрану;
- установление определенного порядка допуска на территорию Рубцовского филиала АО «Алтайвагон» работающих в нём лиц и посетителей;

- установление порядка вывоза (выноса), ввоза (вноса) ТМЦ и документов, содержащих информацию, относимой к деятельности Рубцовского филиала АО «Алтайвагон»;

- назначение должностных лиц, которым предоставлено право давать разрешение на выдачу временных и разовых пропусков;

- определение количества мест расположения контрольно-проходных и контрольно-проездных пунктов, оборудование их и бюро пропусков средствами связи и другой необходимой техникой;

- оборудование вне территории Рубцовского филиала АО «Алтайвагон» стоянки для личного авто-, мото-, вело-транспорта.

Проход (проезд) работников Рубцовского филиала АО «Алтайвагон» и других лиц на территорию предприятия и обратно, вывоз (вынос), ввоз (внос) ТМЦ производится по пропускам и иным документам через специально оборудованные контрольно-пропускные пункты в установленное директором Рубцовского филиала АО «Алтайвагон» время.

КПП оборудуются турникетами (устройствами, ограничивающими свободный вход/выход людей) и шлагбаумами (устройствами, создающими физическую преграду перед въездом/выездом транспортных средств на территорию предприятия).

КПП размещаются изолированно от производственных помещений и других служб, должны быть удобными для прохода и проезда, а также для осуществления личным составом ЧОО проверки пропусков и контроля за вывозом (выносом) и ввозом (вносом) ТМЦ и документов, содержащих информацию, относимую к деятельности Рубцовского филиала АО «Алтайвагон».

Должностные лица, имеющих право давать разрешение на выдачу разовых пропусков посетителям предприятия:

1. Директор.
2. Первый заместитель директора.
3. Заместитель директора по производству.

4. Заместитель директора по качеству.
5. Заместитель директора по экономической безопасности.
6. Заместитель директора по экономике и финансам.
7. Заместитель директора по коммерческим вопросам.
8. Главный инженер.
9. Главный бухгалтер.
10. Начальник юридического отдела.
11. Главный специалист по экономической безопасности.

При анализе функционирования объекта исследования были выявлены недостатки рассмотренной схемы организации пропускного режима:

1. Большое количество людей в утреннее время, а именно в начале рабочего дня сталкиваются с задержками при проходе через турникеты, что приводит к накоплению людей и образованию длинных очередей.

2. Турникеты требуют наличия нескольких операторов (охранников), которые контролируют их работу, и это может приводить к задержкам, если операторы не успевают обслужить всех проходящих через турникеты.

3. Проблемы с безопасностью: турникеты могут быть повреждены или обойдены, что может создать уязвимости в системе безопасности предприятия.

Таким образом была выявлена потребность в проектировании подсистемы обеспечения пропускного режима на предприятии с использованием биометрической идентификации, которая облегчит работу сотрудников охраны, а также сократит время пребывания сотрудников на КПП, улучшая эффективность и автоматизируя процесс прохода через КПП.

Проектирование подсистемы обеспечения пропускного режима на предприятии с использованием биометрической идентификации позволят сотрудникам охраны сосредоточиться на других аспектах безопасности, в то время как система будет надежно и точно идентифицировать сотрудников. Это поможет сократить время, затрачиваемое на прохождение через КПП,

ускоряя процесс для посетителей и сотрудников, а также обеспечивая более эффективное использование ресурсов охраны.

Если внедрить подсистему для распознавания лиц на основе технологии нейронных сетей для автоматического контроля доступа, то это может привести к следующим преимуществам для предприятия:

1. Быстрый и беспрепятственный доступ: нейронная сеть может обрабатывать большое количество посетителей в реальном времени без задержек, что может значительно сократить время, которое требуется для их прохождения.

2. Уменьшение зависимости от персонала: система на основе нейронной сети может работать автономно, что уменьшает необходимость в операторах, и в результате, возможность ошибок и задержек.

3. Улучшение безопасности: нейронная сеть может обеспечить более высокий уровень безопасности, поскольку она может более эффективно идентифицировать и отслеживать посетителей, а также автоматически обнаруживать и сигнализировать о возможных угрозах.

4. Сокращение затрат: внедрение системы на основе нейронной сети может сократить затраты на персонал и время, что может привести к увеличению производительности и снижению затрат на предприятии.

1.3 Определение цели и задач проектирования ИС

Целью проектирования пропускного режима СКУД для распознавания лиц сотрудников заключается в создании нейронной сети, способной точно и надежно распознавать лица сотрудников. Это позволит автоматизировать процесс идентификации персонала и обеспечить более быстрый и эффективный доступ на предприятие.

Также, проектирования ИС включает в себя:

1. Улучшение безопасности: Создание более надежной системы контроля доступа, которая предотвратит несанкционированный доступ на предприятие и обеспечит высокий уровень безопасности для сотрудников предприятия.

2. Увеличение эффективности: Оптимизация процессов проверки идентичности персонала и посетителей, чтобы сократить время ожидания и облегчить процесс прохождения на предприятие. Это приведет к повышению производительности и уменьшению задержек в работе.

3. Автоматизация и упрощение процесса: Автоматизация системы контроля доступа с использованием биометрической идентификации, чтобы упростить и ускорить процесс проверки личности персонала и посетителей. Это снизит необходимость ручной обработки данных и уменьшит вероятность ошибок.

4. Интеграция с другими системами: Интеграция системы контроля доступа с другими информационными системами на предприятии, с системой управления персоналом и системой видеонаблюдения. Это улучшит общую эффективность работы предприятия и обеспечит более полную и точную информацию о доступе и перемещении персонала.

Для достижения поставленной цели были сформированы следующие задачи:

- спроектировать подсистему обеспечения пропускного режима;
- спроектировать отладочный интерфейс идентификации пользователей;
- соединить интерфейс и подсистему в единую информационную систему.

В результате выполнения этих задач будет создана надежная, эффективная и безопасная подсистема контроля доступа, которая позволит автоматизировать процесс идентификации персонала, обеспечить высокий уровень безопасности для сотрудников и улучшить общую эффективность работы предприятия.

1.4 Обзор и анализ существующих разработок, выбор технологии проектирования

В качестве примера готового решения удовлетворяющего требованиям выявленной проблемы, можно привести модуль в составе АРМ «Орион Про», который позволяет организовать распознавание лиц на камерах, добавленных в «Видеосистему Орион Про», а также реализовать поиск в лиц архиве и построить систему контроля и учета персонала.

На рисунке 1.5 изображен внешний вид ПО «Распознавание лиц».



Рисунок 1.5 – Внешний вид ПО «Распознавание лиц»

Функциональные возможности программы:

- распознавание лиц в потоке;
- поиск лиц в базе данных («черные» и «белые» списки);

- поиск лиц в архиве;
- возможность создания сценария по событию распознавания лица;
- формирование отчетов.

Существует 4 вида лицензий на это программное обеспечение:

- на 1 видеоканал с неограниченной базой данных;
- на 4 видеоканала с неограниченной базой данных;
- на 10 видеоканалов с неограниченной базой данных;
- на N видеоканалов с неограниченной базой данных.

Система распознавания лиц не имеет демо-режима. Для работы ПО требуется ключ защиты.

Исходя из анализа существующих разработок было принято решение о проектировании собственной подсистемы обеспечения пропускного режима на предприятии с использованием биометрической идентификации, это позволит более тщательно управлять безопасностью и применять меры защиты, которые соответствуют требованиям и стандартам безопасности.

1.5 Выбор и обоснование проектных решений

1.5.1 Программное обеспечение

Для разработки проектного решения, связанного с идентификацией сотрудников на основе биометрических данных, с использованием искусственного интеллекта потребуется комбинация различных программных инструментов.

Python – это интерпретируемый, высокоуровневый язык программирования, который был разработан в конце 1980-х годов Гвидо ван Россумом. Он стал популярным благодаря своей простоте, читаемости и эффективности в разработке программного обеспечения.

Ключевые особенности и преимущества Python:

1. Простота использования: Python имеет простой и понятный синтаксис, который делает его легко читаемым и позволяет разработчикам писать код более продуктивно. Он придерживается принципа «читаемости кода», что делает его особенно привлекательным для начинающих программистов.

2. Обширная библиотека: Python имеет обширную стандартную библиотеку, которая предлагает множество готовых модулей и функций для решения различных задач. Это позволяет разработчикам быстро создавать приложения, не переписывая код с нуля.

3. Кросс-платформенность: Python поддерживает множество платформ, включая Windows, macOS и различные дистрибутивы Linux. Это означает, что вы можете разрабатывать приложения на Python и запускать их на разных операционных системах без изменений в исходном коде.

4. Расширяемость: Python предоставляет возможность интеграции с другими языками программирования, такими как C/C++, что позволяет использовать библиотеки и модули, написанные на этих языках. Также существует множество сторонних библиотек и фреймворков, которые расширяют возможности Python в различных областях разработки.

5. Множество применений: Python широко используется в различных областях, включая веб-разработку, научные исследования, анализ данных, искусственный интеллект, автоматизацию задач, разработку игр и многое другое. Благодаря своей гибкости и мощности, Python стал одним из наиболее популярных языков программирования.

Python используется как начинающими программистами, так и опытными разработчиками благодаря своей простоте, эффективности и широким возможностям. Он является одним из наиболее популярных языков программирования в индустрии и продолжает развиваться и расширять свои возможности.

Python имеет преимуществ для разработки нейросетей для распознавания лиц:

1. Богатая библиотека машинного обучения: Python имеет мощные библиотеки машинного обучения, такие как TensorFlow, Keras, PyTorch и scikit-learn, которые предоставляют широкий спектр инструментов и алгоритмов для разработки нейросетей. Они упрощают создание, обучение и развертывание моделей глубокого обучения для распознавания лиц.

2. Простота использования: Python имеет простой и понятный синтаксис, который облегчает разработку и отладку кода. Это особенно важно при работе с нейронными сетями, которые могут быть сложными по своей природе. Читаемость кода на Python также упрощает совместную работу в команде разработчиков.

3. Обширная сообщество и поддержка: Python имеет активное сообщество разработчиков, которое поддерживает и развивает библиотеки и фреймворки для машинного обучения. Вы найдете множество обучающих материалов, руководств и примеров кода, которые помогут вам в разработке нейросетей для распознавания лиц. Также есть возможность получить помощь и поддержку от опытных разработчиков через форумы и сообщества.

4. Интеграция с другими инструментами: Python легко интегрируется с другими инструментами и библиотеками, что позволяет использовать их в совокупности для разработки полноценных систем распознавания лиц. Например, вы можете использовать библиотеки OpenCV для обработки изображений и предварительной обработки данных перед подачей их на вход нейросети.

5. Высокая производительность: Благодаря библиотекам машинного обучения, написанным на C/C++, Python обеспечивает высокую производительность при обучении и работе с нейросетями. Библиотеки также оптимизированы для использования параллельных вычислений и аппаратного ускорения (например, с использованием графических процессоров), что позволяет эффективно работать с большими объемами данных.

Python является популярным выбором для разработки нейросетей для распознавания лиц благодаря своей простоте, богатой экосистеме и поддержке со стороны сообщества. Он предоставляет удобный инструментарий для создания мощных и эффективных систем распознавания лиц на основе глубокого обучения.

1.5.2 Техническое обеспечение

Техническое обеспечение (hardware) представляет собой физическую часть компьютерной системы, включающую в себя аппаратные компоненты, устройства и оборудование. Эти компоненты выполняют функции обработки, хранения, передачи и отображения данных.

Техническое обеспечение может включать в себя:

1. Компьютеры: Это основные устройства, которые выполняют обработку данных и запуск программного обеспечения. Они могут быть настольными компьютерами, ноутбуками, серверами или другими формами компьютеров.

2. Процессоры: Центральные процессоры (CPU) являются основными вычислительными устройствами компьютера. Они выполняют арифметические, логические и управляющие операции, необходимые для выполнения задач.

3. Память: Оперативная память (RAM) используется для временного хранения данных и инструкций, к которым процессор может быстро обратиться. Также существует постоянная память, такая как жесткий диск (HDD) или твердотельный накопитель (SSD), используемые для долгосрочного хранения данных.

4. Устройства ввода и вывода: Это устройства, которые позволяют вводить данные в компьютер (например, клавиатура и мышь) и выводить данные наружу (например, монитор, принтер или дисплей).

5. Сетевое оборудование: Компьютеры и другие устройства могут быть связаны вместе через сети. Для этого требуется сетевое оборудование, такое как маршрутизаторы, коммутаторы, модемы и сетевые кабели.

6. Периферийные устройства: Это внешние устройства, которые расширяют возможности компьютера. К ним относятся принтеры, сканеры, веб-камеры, акустические системы, USB-устройства и другие.

7. Серверное оборудование: Это специализированное оборудование, предназначенное для предоставления сетевых служб, хранения данных, выполнения вычислений и других задач на сети.

Техническое обеспечение является важной составляющей компьютерной системы и определяет ее возможности и производительность, в таблице 1.1 показаны рекомендуемые требования к оборудованию.

Таблица 1.1 – Рекомендуемые требования к оборудованию

Наименование	Характеристики
Автоматизированное рабочее место	
Центральный процессор	Core I7 (или аналогичный из линейки AMD)
Оперативная память	8 Гб
Операционная система	Microsoft Windows 7SP1/2008 Server/8/8.1/2012 Server/10/11 (32 и 64 битные версии)
IP Камера	
Требования к изображению	Резкое изображение не менее 64 градаций серого в области лица
Разрешение изображения	1920x1080 пикселей

1.5.3 Информационное обеспечение

Информационное обеспечение (ИО) включает в себя систему классификации, кодирования и обработки информации, а также методы построения данных и организации информационных потоков. Одной из подсистем ИО является система учета заявок на ремонт и обслуживание

компьютерного оборудования, а также формирование расходных документов и отчетов для принятия управленческих решений.

Информационное обеспечение ИС включает два комплекса:

1. Внемашинное информационное обеспечение, которое включает классификаторы, справочники и документы.
2. Внутримашинное информационное обеспечение, которое включает входные данные, промежуточные результаты и выходные данные.

В проектируемой ИС будет использоваться входная информация в виде изображений, полученных с камер видеонаблюдения, расположенных внутри КПП предприятия. ИС будет выполнять автоматизированный сбор и обработку информации, а также анализировать информацию на основе изображений по заданному параметру.

Результаты обработки информации будут отображаться на экране в виде отчетов или измененных наборов данных, и будет предусмотрена возможность печати результирующих данных.

База данных (БД) будет использоваться для хранения информации, и в данном случае будет содержать наборы фотографий сотрудников с целью их дальнейшей идентификации.

Таким образом, информационное обеспечение для данной системы будет включать различные компоненты, включая классификаторы, справочники, документы, базу данных для хранения фотографий сотрудников, а также функции автоматизированного сбора, обработки и анализа информации.

1.5.4 Математическое обеспечение

Математическое обеспечение важно для разработки, обучения и оптимизации нейросети СКУД. Оно позволяет достичь высокой точности и эффективности распознавания лиц, а также улучшить производительность системы контроля доступа.

Математическое обеспечение для нейросети системы контроля и управления доступом включает в себя математические методы, модели и алгоритмы, используемые для обработки данных и принятия решений.

Исходя из того, что было решено спроектировать подсистему обеспечения пропускного режима на предприятии с использованием биометрической идентификации, позволяющую распознавать сотрудников предприятия для реализации математического обеспечения необходимо охарактеризовать библиотеки, позволяющие распознавать различные изображения.

OpenCV (Open Source Computer Vision Library) является библиотекой компьютерного зрения и обработки изображений, которая предоставляет широкий спектр функций и алгоритмов для анализа и обработки изображений. Хотя OpenCV не является исключительно математическим обеспечением, оно включает в себя ряд математических алгоритмов и методов, которые используются для обработки и анализа изображений в контексте нейросети СКУД.

Способы, которыми OpenCV обеспечивает математическую поддержку для нейросети СКУД:

1. Методы обработки изображений: OpenCV предоставляет широкий набор методов и алгоритмов для обработки изображений. Это включает операции фильтрации, морфологические операции, изменение размера изображений, наложение различных эффектов и многое другое. Математические алгоритмы, такие как свертка и матричные операции, используются для эффективной обработки и изменения изображений.

2. Детектирование объектов: OpenCV предоставляет алгоритмы для детектирования объектов на изображениях, включая лица. Методы, такие как каскады Хаара и нейронные сети, используются для обнаружения и распознавания лиц на изображениях. Эти алгоритмы основаны на математических моделях и анализе признаков изображений.

3. Извлечение признаков: OpenCV предоставляет методы для извлечения различных признаков из изображений, включая признаки лиц. Например, можно использовать методы градиентного вычисления, такие как HOG (Histogram of Oriented Gradients), для извлечения характеристик лиц. Эти признаки затем могут быть использованы в нейросети для идентификации лиц.

4. Обучение и классификация: OpenCV предоставляет инструменты для обучения и классификации данных, включая обучение нейронных сетей. С помощью OpenCV можно создать и обучить нейросеть для распознавания и классификации лиц. Это включает поддержку различных алгоритмов машинного обучения, таких как SVM (Support Vector Machines) и нейронные сети.

OpenCV является мощным инструментом математического обеспечения для обработки и анализа изображений, что делает его полезным компонентом для разработки нейросети СКУД и реализации функций распознавания лиц.

Pillow – это библиотека для обработки изображений в языке программирования Python. Она предоставляет широкий спектр функций и методов для работы с изображениями, включая загрузку, сохранение, изменение размера, наложение эффектов, редактирование пикселей и многое другое.

Библиотека Pillow включает в себя ряд математических операций и алгоритмов, которые используются при обработке изображений.

Способы, которыми Pillow обеспечивает математическую поддержку:

1. Манипуляции с пикселями: Pillow предоставляет методы для доступа и манипуляции с отдельными пикселями изображения. Это включает получение и изменение значений цветовых компонент пикселей, а также выполнение математических операций, таких как смешивание цветов и коррекция яркости и контрастности.

2. Преобразования и фильтрация: Pillow позволяет применять различные преобразования и фильтры к изображениям. Это может включать изменение размера изображения, поворот, обрезку, наложение эффектов и фильтров. Математические алгоритмы используются для выполнения этих операций, такие как интерполяция при изменении размера или свертка при применении фильтров.

3. Обработка изображений: Pillow предоставляет методы для обработки изображений, включая наложение текста, рисование графических элементов, создание масок и т. д. Эти операции могут быть выполнены с использованием математических алгоритмов, таких как алгоритмы рисования и работы с масками.

4. Работа с форматами изображений: Pillow поддерживает множество форматов изображений и предоставляет методы для чтения, записи и конвертирования изображений между различными форматами. Эти операции требуют математических алгоритмов для кодирования и декодирования данных изображений.

Pillow является полезным математическим инструментом для обработки и анализа изображений в контексте разработки системы контроля и управления доступом с использованием нейросетей. Она предоставляет удобный интерфейс для работы с изображениями и реализации различных математических операций над ними.

NumPy (Numerical Python) – это библиотека для языка программирования Python, которая предоставляет мощные инструменты для работы с числовыми данными. Она является основным математическим обеспечением для выполнения вычислительных операций, особенно в области научных вычислений и обработки данных.

Некоторые преимущества и возможности, которые предоставляет NumPy:

1. Многомерные массивы: NumPy предоставляет мощный объект многомерного массива, известный как ndarray. Это позволяет эффективно

хранить и оперировать многомерные данные, такие как матрицы и векторы. Многомерные массивы NumPy предоставляют высокую производительность и эффективность при выполнении операций над большими объемами данных.

2. Математические функции: NumPy включает богатый набор математических функций, таких как тригонометрические функции, логарифмы, экспонента, арифметические операции и многое другое. Они предоставляют возможность выполнения сложных математических операций над массивами данных с высокой производительностью.

3. Бродкастинг: NumPy поддерживает механизм бродкастинга, который позволяет выполнять операции между массивами разных форм и размеров без явного цикла по элементам. Это упрощает и ускоряет выполнение операций над массивами различной формы.

4. Линейная алгебра: NumPy включает модуль `linalg`, который предоставляет функции для выполнения операций линейной алгебры, таких как умножение матриц, решение систем линейных уравнений, нахождение собственных значений и векторов, и другие операции, необходимые для анализа данных и моделирования.

5. Интеграция с другими библиотеками: NumPy является основой для многих других популярных библиотек, используемых для научных вычислений и обработки данных, таких как SciPy, Pandas и Matplotlib. Это обеспечивает совместимость и интеграцию между этими библиотеками, что позволяет создавать сложные вычислительные пайплайны и аналитические приложения.

NumPy является важным математическим инструментом для работы с числовыми данными в Python. Он предоставляет мощные функциональные возможности, которые позволяют эффективно выполнять вычисления, манипулировать данными и решать задачи анализа и моделирования.

2 Проектная часть

2.1 Разработка функционального обеспечения

На рисунке 2.1 представлена структурная модель процесса взаимодействия систем, участвующих в идентификации пользователя.



Рисунок 2.1 – Структурная модель процесса

Построенные функциональные модели AS-IS («Как есть») в подразделе «1.2 Анализ функционирования объекта исследования» аналитической части и выявленные недостатки приводят к необходимости построения моделей TO-BE («Как должно быть»). Построение модели TO-BE является важным шагом в процессе анализа. TO-BE модель позволяет определить желаемое состояние системы или организации после внесения изменений или внедрения новых процессов.

Модель ТО-ВЕ помогает идентифицировать области, где можно внести улучшения в существующие процессы. Она позволяет проанализировать текущие проблемы, узкие места и неэффективности в работе и определить, какие изменения и дополнительные функции должны быть внедрены.

На рисунке 2.2 представлена измененная контекстная модель деятельности «Осуществление пропускного режима» на предприятии.



Рисунок 2.2 – Контекстная диаграмма «Осуществление пропускного режима»

Исходя из диаграммы видно, что изменилась входная информация. А если быть точнее, то входная стрелка «Пропуск» – отсутствует.

На рисунке 2.3 показана декомпозиция контекстной диаграммы (ТО-ВЕ).

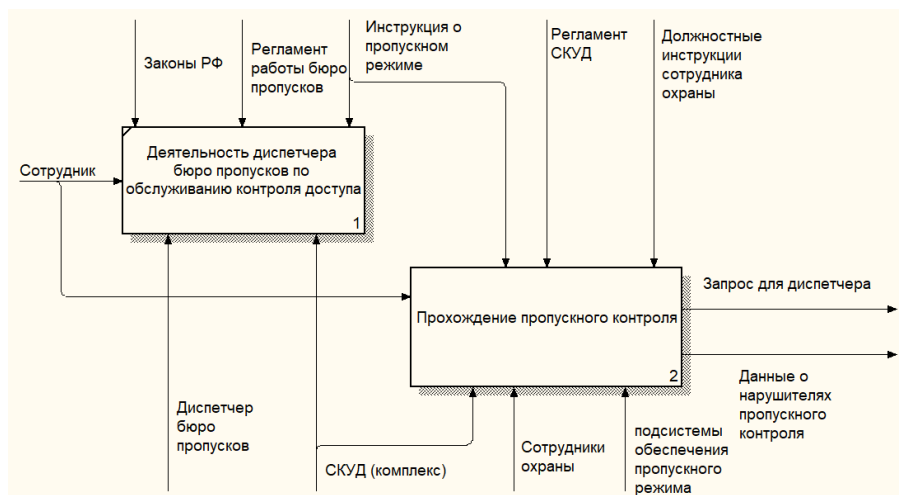


Рисунок 2.3 – Диаграмма декомпозиции «Осуществление пропускного режима»

На рисунке 2.4 показана декомпозиция процесса «Прохождение пропускного контроля».

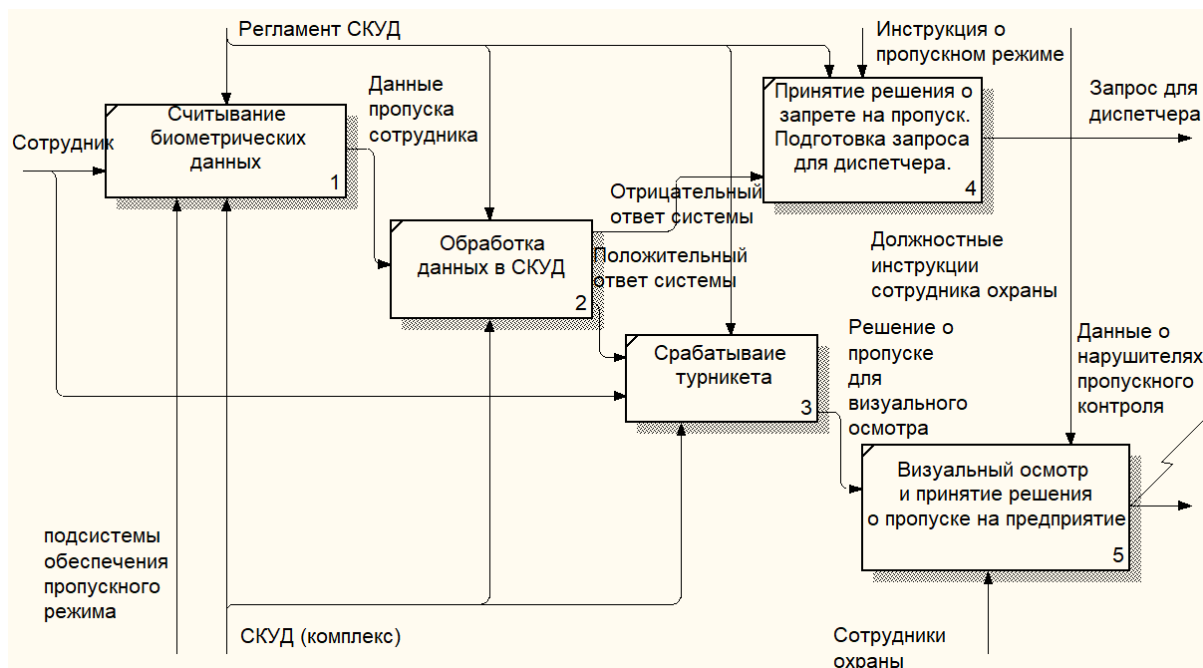


Рисунок 2.4 – декомпозиция процесса «Прохождение пропускного контроля»

Важным изменением на этой диаграмме является появление новой входной стрелки «Подсистемы обеспечения пропускного режима».

2.2 Разработка информационного обеспечения ИС

Первым этапом разработки системы было создание подсистемы для обнаружения лиц с использованием каскадов Хаара. В этом проекте был использован надежный набор каскадов Хаара, предоставляемый в OpenCV.

Для создания объектов классификатора лица был использован класс `cv2.CascadeClassifier()` в OpenCV. Этот класс позволяет загружать соответствующие XML-файлы для каскадов Хаара, которые содержат информацию о форме и особенностях лиц.

Использование каскадов Хаара позволяет системе быстро и эффективно обнаруживать лица на изображениях. Каскады Хаара основаны на обученных моделях, которые содержат информацию о различных чертах лиц, таких как глаза, нос, рот и т.д. Эти модели применяются к изображению путем сканирования его окна разных размеров и масштабов, чтобы обнаружить лица на разных уровнях детализации.

Когда система обнаруживает лицо с помощью каскадов Хаара, она может продолжать обработку изображения, выполнять распознавание лиц, анализировать выражения и другие характеристики лица, или принимать соответствующие действия в зависимости от поставленных задач.

Использование каскадов Хаара в подсистеме обнаружения лиц обеспечивает надежный и эффективный способ работы с лицами на изображениях, что является важным шагом для реализации системы компьютерного зрения.

В xml файле по детекции фронтальной части человеческого лица комбинируется несколько вейвлетов – то есть каскад, который может идентифицировать края, линии и круги с различной интенсивностью цвета, как показано на рисунке 2.5.

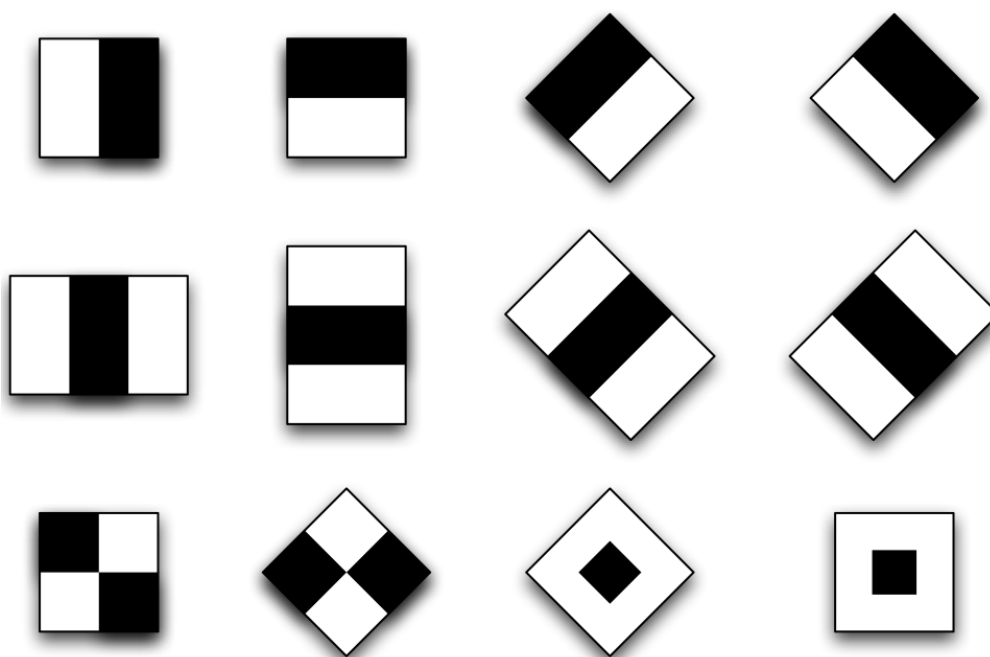


Рисунок 2.5 – Хаар подобные характеристики

Для захвата изображений создается объект камеры с помощью функции `cv2.VideoCapture()`. Затем используется метод `CascadeClassifier.detectMultiScale()` с каскадами Хаара для анализа изображения. При этом выбирается масштаб, который меньше целевого изображения.

Алгоритм обнаружения лиц с помощью каскадов Хаара работает следующим образом: сначала каскады Хаара применяются к изображению, и для каждого обнаруженного окна разных размеров и масштабов вычисляется среднее значение пикселей внутри окна. Затем происходит сопоставление и анализ различия между этим средним значением и заданным порогом. Если разница превышает порог, то это считается совпадением, и объекты различных размеров сопоставляются, возвращая их местоположение.

В нашем случае, для обнаружения человеческого лица, используется комбинация различных черт Хаара, таких как лоб, брови, глаза, нос, глаза и т.д. Каскады Хаара предоставляют набор обученных моделей, которые содержат информацию о различных чертах лица. Применяя эти модели к изображению, мы можем обнаруживать лица на основе сочетания этих черт.

Обнаружение лиц с помощью каскадов Хаара позволяет эффективно и точно определить местоположение и размеры лиц на изображении, что является важной частью нашей системы обработки изображений.

На рисунке 2.6 изображены несколько Хаар-подобных-черт, совпадающих с чертами лица.



Рисунок 2.6 – Хаар-подобные-черты, совпадающих с чертами лица

ИС использует алгоритмы и модели машинного обучения, такие как каскады Хаара, для обнаружения лиц на изображении или видео. Это позволяет системе автоматически определять наличие лица в кадре.

На рисунке 2.7 показана Блок-схема ИС для детектирования лиц.



Рисунок 2.7 – Блок-схема алгоритма для детектирования лиц

2.3 Разработка программного обеспечения

2.3.1 Структурная схема функций управления и обработки данных

При использовании каскадов Хаара для идентификации биометрии с помощью языка Python, использованы следующие методы:

1. Загрузка каскадов Хаара: Библиотека OpenCV для загрузки предварительно обученных каскадов Хаара для определенных объектов, таких как лица, глаза, носы и т. д. Метод «cv2.CascadeClassifier()» используется для создания объекта классификатора лица и загрузки соответствующего XML-файла с каскадом Хаара.

2. Детекция объектов: После загрузки каскадов Хаара они применяются для детекции объектов на изображении или видеопотоке. Метод «cascade.detectMultiScale()» используется для обнаружения объектов путем многократного масштабирования изображения и поиска соответствий каскадам Хаара.

3. Разметка обнаруженных объектов: После обнаружения объектов на изображении отображается прямоугольная рамка вокруг обнаруженных объектов, чтобы визуально показать их расположение. В Python и OpenCV для этого используются функции, такие как «cv2.rectangle()», «cv2.circle()», «cv2.putText()» и другие.

4. Идентификация лиц на основе признаков: Каскады Хаара используются для предварительного обнаружения лиц на изображении, а затем признаки, такие как контуры, текстуры или локальные дескрипторы, извлекаются из областей лица для дальнейшей идентификации с использованием методов машинного обучения – нейронных сетей.

2.3.2 Описание программных модулей

Работа модуля по набору базы данных изображений начинается с запроса на ввод имени и идентификатора. Введенное имя и идентификатор сохраняются в текстовом файле под названием «Names». Затем, система идентификации лица запускается первой. Для обеспечения качественного захвата лица, видеопоток настраивается на режим оттенков серого (grayscale).

Однако, перед захватом изображения лица, приложение проверяет уровни яркости и снимает изображение лица только при достаточной освещенности. Затем, изображение обрезаются и сохраняется с использованием идентификатора в качестве имени файла, который будет использоваться для последующей идентификации. Этот процесс повторяется, пока не будет собрано 30 качественных изображений лица.

Для сбора классификационных изображений обычно требуется ручная обработка с использованием программного обеспечения для редактирования фотографий, включая обрезку и изменение размера изображений. Однако этот трудоемкий процесс может быть автоматизирован с помощью информационной системы (ИС), которая выполняет функцию сбора 30 изображений с различными выражениями лица. ИС обнаруживает подходящие выражения в течение 300 мс, выпрямляет любой наклон и сохраняет изображения.

Сбор классификационных изображений выполняется для создания набора данных, который будет использоваться для обучения и тестирования алгоритмов классификации или моделей машинного обучения. Этот процесс позволяет создать разнообразный набор изображений, представляющих различные классы или категории объектов или событий.

Цель сбора классификационных изображений заключается в том, чтобы иметь достаточное количество примеров каждого класса для обучения модели распознавать и классифицировать новые изображения на основе их

признаков или характеристик. Это особенно важно в областях компьютерного зрения, распознавания образов и биометрической идентификации, где точность и надежность классификации играют важную роль.

Собранные классификационные изображения могут использоваться для обучения моделей глубокого обучения, таких как нейронные сети, а также для разработки и тестирования алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и распознавания образов. Более качественный и разнообразный набор данных способствует повышению эффективности и точности алгоритмов классификации.

После сбора изображений, каждое рабочее изображение проходит обработку с помощью фильтра для устранения шумов. Такой подход позволяет получить более чистые и четкие изображения лица. Этот модуль значительно улучшает процесс сбора данных, обеспечивая более эффективную и надежную систему набора базы данных изображений.

Сохранение фотографий происходит по определенному принципу «User. + ID + . + номер текущего снимка лица + .jpg ». Пример сохранения фото представлен на рисунке 2.8.



Рисунок 2.8 – Принцип сохранения фото в базе данных

Обработка коллекции изображений с помощью каскадов Хаара является важным этапом в задачах компьютерного зрения, особенно в

контексте распознавания объектов, в том числе лиц. Каскады Хаара представляют собой классификаторы, обученные на большом наборе позитивных и негативных примеров, и позволяют эффективно обнаруживать объекты на изображениях.

Структура для обработки коллекции изображений представлена на блок-схеме, показанной на рисунке 2.9.

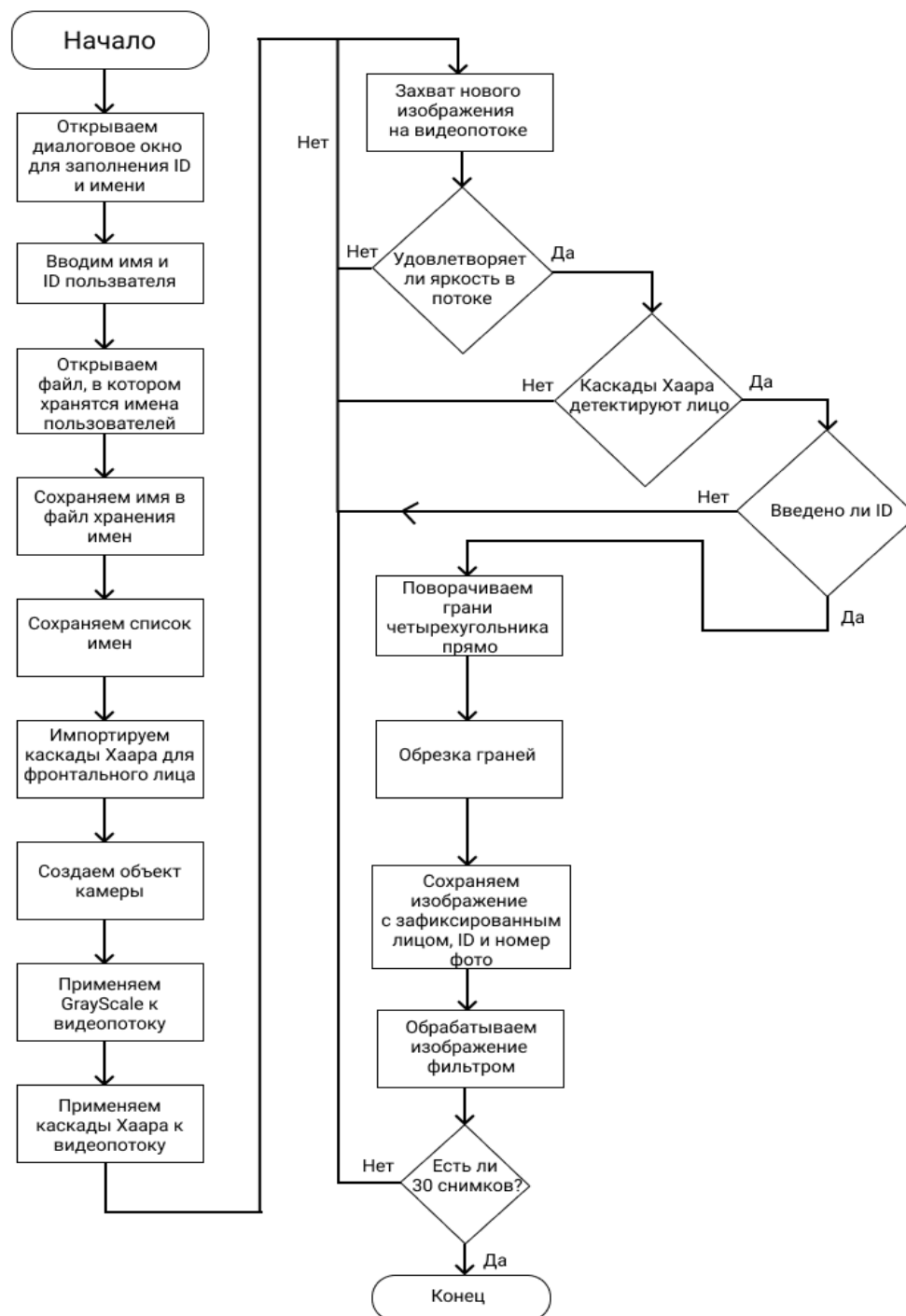


Рисунок 2.9 – Блок-схема для обработки коллекции изображений

На рисунке 2.10 изображена часть кода, предназначенного для сбора базы данных.

```
import cv2
import dataset
class WindowDataset:
    def __init__(self, width, height, title="MyWindow", resizable=(False, False), icon=None):
        self.root = Tk()
        self.root.title(title)
        self.root.geometry(f'{width}x{height}')
        self.root.resizable(resizable[0], resizable[1])
        if icon:
            self.root.iconbitmap(icon)
        self.entry = Entry(self.root)
        self.entry1 = Entry(self.root)
    def run(self):
        self.draw_widgets()
        self.root.mainloop()

1 usage
def draw_widgets(self):
    Label(self.root, width = 0, height = 0, text = "Id").pack()
    self.entry.pack()
    Label(self.root, width=0, height=0, text="Name").pack()
    self.entry1.pack()
    Button(self.root,
           width=3,
           height=1,
           text="Ok",
           relief=GRROOVE,
           bd=8,
           command = self.dataset).pack(side = RIGHT)
    Button(self.root,
           width=5,
           height=1,
           text="Cancel",
           relief=GRROOVE,
           bd=8,
           command=self.root.destroy).pack(side = RIGHT)
```

Рисунок 2.10 – Листинг коллекционирования изображений

Для реализации распознавания человеческого лица на видеопотоке необходимо выполнить несколько шагов.

1. Импортирование файлов с готовыми каскадами Хаара и xml файлом:

В процессе разработки, необходимо импортировать xml файл с готовыми каскадами Хаара, которые используются для обнаружения фронтальной части человеческого лица. Также необходимо импортировать xml файл, в котором хранятся признаки сходства каждого, занесенного в базу данных лица пользователей, для последующего распознавания пользователей в режиме реального времени.

2. Создание объекта камеры:

Для трансляции видеопотока в реальном времени необходимо создать объект камеры. Это позволяет получать кадры с видео и передавать их на обработку.

3. Создание объекта классификатора:

Для обнаружения лиц на видео используется классификатор, который подключается к объекту камеры и использует импортированный xml файл с каскадами Хаара. Классификатор позволяет обнаружить лица на каждом кадре видео.

4. Создание объекта распознавателя:

Для распознавания лиц пользователей в режиме реального времени используется объект распознавателя. Он подключается к объекту камеры и использует импортированный xml файл с признаками сходства лиц. Распознаватель анализирует лица, обнаруженные классификатором, и сравнивает их с лицами, хранящимися в базе данных, чтобы определить, является ли распознанное лицо одним из зарегистрированных пользователей.

Таким образом, описанные шаги позволяют реализовать распознавание человеческого лица на видеопотоке с использованием каскадов Хаара и признаков сходства лиц, хранящихся в базе данных.

Алгоритм обучения нейросети.

Распознаватель лиц создается и инициализируется для обработки изображений, которые хранятся в базе данных. Каждое изображение из базы данных преобразуется в массив пикселей и сохраняется в векторе. Идентификатор каждого изображения извлекается из имени файла и сохраняется в другом векторе.

Далее, с использованием метода `FaceRecognizer.train()`, распознаватель обучается на предоставленном наборе изображений. В процессе обучения модель адаптируется к особенностям лиц в базе данных и настраивается на их распознавание.

После завершения обучения, модель конфигурации сохраняется в YML-файле с помощью метода FaceRecognizer.save(). В этом файле хранится информация о параметрах и настройках модели, необходимых для последующего распознавания лиц.

Таким образом, процесс обучения классификаторов для распознавания лиц включает сбор и подготовку изображений, их преобразование в векторы, обучение модели и сохранение конфигурации в YML-файле.

Структура хранения YML-файла представлена на рисунке 2.11.

```
YAML:1.0
---
opencv_lbpfaces:
  threshold: 1.7976931348623157e+308
  radius: 1
  neighbors: 8
  grid_x: 8
  grid_y: 8
  histograms:
    - !!opencv-matrix
      rows: 1
      cols: 16384
      dt: f
      data: [ 3.15721147e-02, 2.11833455e-02, 8.92784679e-04,
6.27854872e-03, 8.76552239e-03, 1.94789388e-03,
4.62624803e-03, 3.27083841e-02, 7.30460219e-04,
4.86973469e-04, 0., 3.24648980e-04, 6.41181739e-03,
8.92784679e-04, 1.20931743e-02, 4.61001545e-02,
2.24819425e-02, 5.84368175e-03, 3.24648980e-04,
1.62324496e-03, 1.70440716e-03, 1.62324490e-04,
7.30460219e-04, 1.37975812e-03, 9.09017120e-03,
1.37975812e-03, 1.62324490e-04, 9.73946939e-04,
2.54037827e-02, 1.54208264e-03, 4.14739065e-02,
3.31953578e-02, 8.11622478e-04, 2.43486735e-04, 0.,
1.62324490e-04, 8.11622449e-05, 0., 0., 4.86973469e-04,
8.11622449e-05, 0., 0., 1.62324490e-04, 0.,
8.11622449e-05, 4.05811239e-04, 7.71041308e-03,
1.05510920e-03, 3.24648980e-04, 8.92784679e-04,
1.62324490e-04, 8.11622449e-05, 2.43486735e-04,
4.86973469e-04, 9.73946974e-03, 9.73946939e-04,
8.11622449e-05, 4.86973469e-04, 2.76763253e-02,
2.43486735e-04, 1.94789395e-02, 9.00900923e-03,
5.43688652e-03, 1.54208264e-03, 5.11523446e-05,
```

Рисунок 2.11 – Структура Yml-файла

Обучение каскадов Хаара является важным шагом для создания эффективного алгоритма обнаружения объектов, особенно в контексте распознавания лиц.

Обучение каскадов Хаара требует большого объема размеченных данных и вычислительных ресурсов для тренировки модели. Однако, благодаря своей эффективности и производительности, каскады Хаара широко применяются в системах компьютерного зрения для обнаружения и распознавания объектов на изображениях.

Блок-схема алгоритма обучения представлена на рисунке 2.12.



Рисунок 2.12 – Блок-схема алгоритма обучения

2.3.3 Схема взаимосвязи программных модулей и информационных файлов

В проектном решении участвуют 3 системы (сервис идентификации, встроенный в ИС, контроллер распознавания биометрии, СКУД). Подробная схема работы подсистемы обеспечения пропускного режима на предприятии с использованием биометрической идентификации изображена на рисунке 2.13.

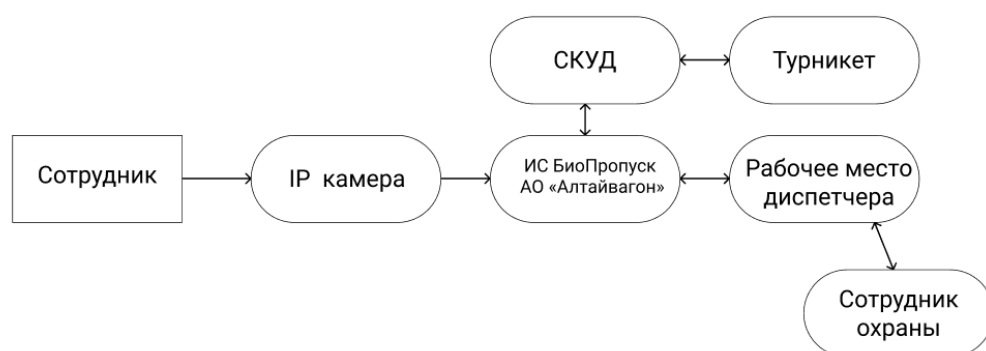


Рисунок 2.13 – Подробная схема работы подсистемы

Структурная схема функций управления и обработки данных в данном случае может выглядеть следующим образом:

1. Получение данных о сотрудниках из СКУД:
 - информационная система (ИС) отправляет запрос в СКУД по протоколу SOAP для получения данных о сотрудниках;
 - СКУД возвращает информацию о сотрудниках, включая фотографии и другие идентификационные данные.
2. Обработка данных в ИС:
 - ИС использует встроенную нейросеть для анализа и распознавания лица на фотографии сотрудника;

- нейросеть обрабатывает фотографию и возвращает результат идентификации, указывая, является ли лицо на фотографии сотрудником или нет.

3. Отправка запроса в СКУД:

- при успешной идентификации сотрудника на основе анализа лица, ИС отправляет запрос в СКУД по протоколу SOAP для открытия турникета;
- запрос содержит информацию о сотруднике, необходимую для аутентификации и открытия турникета.

4. Открытие турникета:

- СКУД принимает запрос от ИС и осуществляет аутентификацию сотрудника на основе предоставленных данных;
- при успешной аутентификации, СКУД открывает турникет, предоставляя доступ сотруднику.

Взаимодействие между ИС и СКУД с помощью SOAP-запросов может быть организовано следующим образом:

1. Создание SOAP-сервиса в ИС: ИС должна предоставить SOAP-сервис, который будет принимать запросы от СКУД и обрабатывать их. Этот сервис должен быть настроен для приема SOAP-запросов и предоставления соответствующего функционала.

2. Определение методов SOAP-сервиса: SOAP-сервис должен определить методы, которые могут быть вызваны из СКУД. Эти методы должны выполнять необходимые операции, такие как проверка идентификации сотрудника, отправка данных в СКУД и т.д.

3. Создание клиента SOAP в СКУД: СКУД должна создать клиента SOAP, который будет отправлять SOAP-запросы на SOAP-сервис ИС. Клиент SOAP должен быть настроен для формирования и отправки запросов на правильный URL SOAP-сервиса ИС.

4. Формирование SOAP-запросов: В СКУД необходимо сформировать SOAP-запросы, которые будут содержать необходимую информацию для взаимодействия с ИС. Это может быть информация о сотруднике, запрос на проверку идентификации и т.д.

5. Отправка SOAP-запросов: Клиент SOAP в СКУД должен отправлять сформированные SOAP-запросы на SOAP-сервис ИС. Запросы должны быть отправлены на правильный URL SOAP-сервиса ИС с использованием соответствующих протоколов (например, HTTP/HTTPS).

6. Обработка SOAP-ответов: После отправки SOAP-запросов SOAP-сервис ИС должен обработать эти запросы и выполнить соответствующие операции. SOAP-сервис должен вернуть SOAP-ответ, который содержит результаты операций.

7. Обработка SOAP-ответов в СКУД: Клиент SOAP в СКУД должен обработать полученные SOAP-ответы от SOAP-сервиса ИС. Ответы могут содержать информацию о результате операции, данные о сотруднике и т.д. СКУД должна обработать эту информацию и принять соответствующие действия на основе полученных результатов.

Все это взаимодействие между ИС и СКУД происходит с использованием SOAP-протокола. SOAP-запросы и SOAP-ответы могут содержать структурированные данные в формате XML, что позволяет передавать сложные объекты и информацию между системами.

SOAP является протоколом, основанным на обмене сообщениями, который позволяет взаимодействовать между различными системами, независимо от используемых языков программирования и платформ. SOAP-запросы и ответы могут содержать структурированные данные в формате XML, что делает их универсальными и позволяет передавать сложные объекты и информацию между системами.

В контексте данной дипломной работы, использование SOAP-протокола позволяет обеспечить взаимодействие между информационной системой и системой контроля и управления доступом.

На рисунке 2.14 изображен пример кода для выполнения SOAP запроса с использованием библиотеки zeep.

```
from zeep import Client

# Создание клиента SOAP
client = Client('http://example.com/your-soap-wsdl-url')

# Формирование SOAP запроса
request_data = {
    'username': 'your-username',
    'password': 'your-password',
    'employee_id': 12345
}

# Вызов метода SOAP и получение ответа
response = client.service.your_soap_method(request_data)

# Обработка SOAP ответа
result = response.your_result_property

# Вывод результата
print(result)
```

Рисунок 2.14 – Формирование SOAP запроса

В данном коде используется библиотека «zeep» для работы с SOAP-сервисами в Python.

1. Создание клиента SOAP:

Здесь создается экземпляр класса «Client» из библиотеки «zeep». В конструктор передается URL WSDL-документа SOAP-сервиса, который описывает доступные методы и структуру запросов и ответов.

2. Формирование SOAP запроса:

Здесь создается словарь «request_data», который содержит данные, необходимые для выполнения запроса к SOAP-сервису. Это может быть информация о пользователе (username, password) и идентификатор сотрудника (employee_id).

3. Вызов метода SOAP и получение ответа:

Здесь вызывается метод «your_soap_method» из SOAP-сервиса, передавая ему данные из «request_data». Результатом вызова метода является объект «response», содержащий SOAP-ответ.

4. Обработка SOAP ответа:

Здесь из объекта «response» извлекается нужное свойство «your_result_property», которое содержит результат операции, возвращенный SOAP-сервисом.

5. Вывод результата:

Здесь результат операции выводится на экран.

Таким образом, код осуществляет формирование и отправку SOAP-запроса к указанному SOAP-сервису, получение SOAP-ответа и обработку полученных данных.

2.3.4 Компоненты пользовательского интерфейса

Графический интерфейс (GUI) для системы обеспечения пропускного режима на предприятии с использованием биометрической идентификации является важной частью дипломной работы. Он предоставляет диспетчеру бюро пропусков удобный и интуитивно понятный способ взаимодействия с системой.

Разработка GUI должна учитывать принципы дизайна пользовательского интерфейса и эргономики. Это включает в себя выбор правильных цветовых схем, шрифтов, расположение элементов интерфейса, удобную навигацию и прочие аспекты, которые обеспечат удобство использования и повысят эффективность работы диспетчера. За основу проектирования пользовательского интерфейса были использованы цвета веб-сайта предприятия, чтобы обеспечить единообразный и согласованный стиль визуального представления системы обеспечения пропускного режима.

Основное окно (Live-режим): В основном окне графического интерфейса диспетчеру предоставляется обзорная информация о текущем состоянии системы, такая как количество активных турникетов, список прошедших сотрудников и т.д.

Интерфейс основного окна представлен на рисунке 2.15.

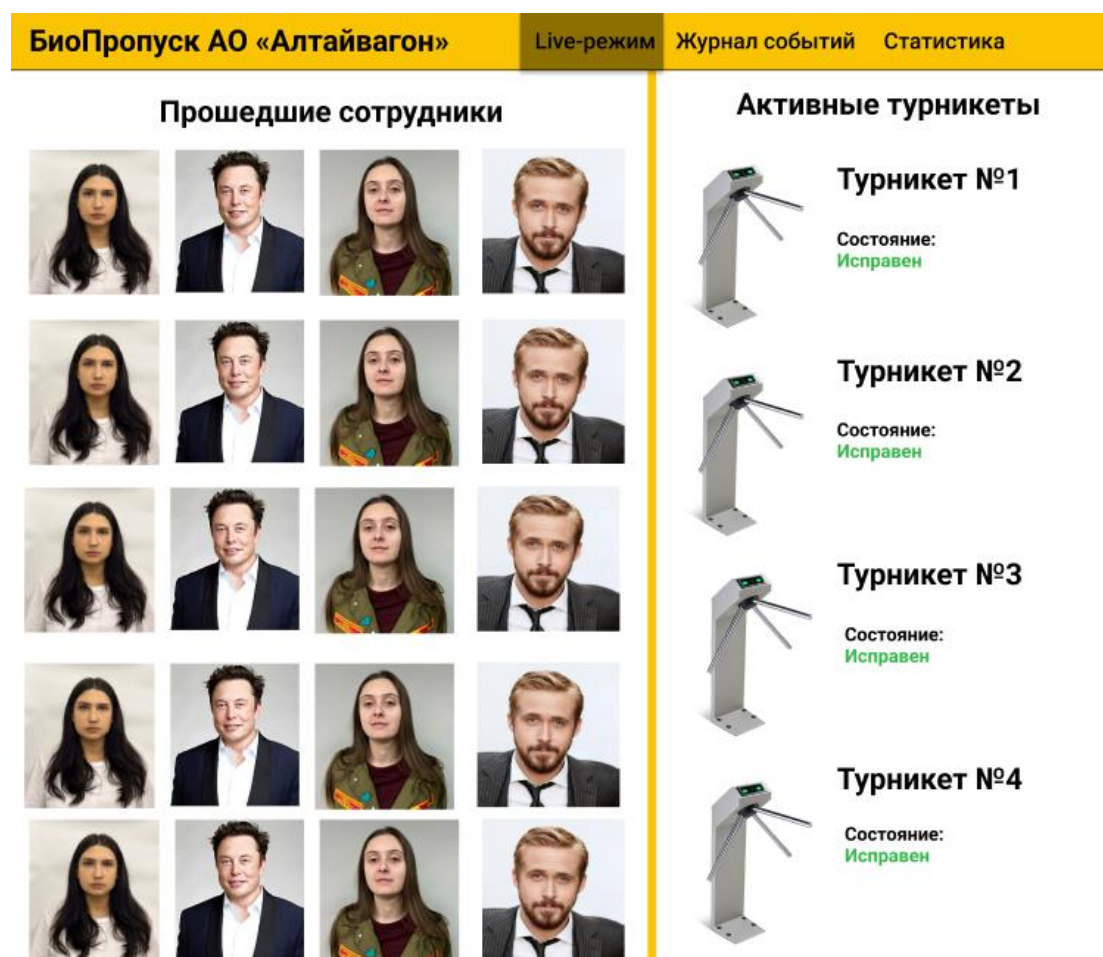


Рисунок 2.15– Интерфейс окна «Основное окно»

Журнал событий: В интерфейсе может быть предусмотрена область, где отображаются записи о каждом событии прохода сотрудников через турникеты. Здесь могут отображаться детали, такие как время прохода, идентификатор сотрудника, фотография и другая информация. Журнал событий предоставляет информацию о каждом проходе сотрудников через турникеты. Он позволяет диспетчеру бюро пропусков мониторить и контролировать активность и движение сотрудников на предприятии.

Диспетчер может видеть, кто и когда прошел через определенный турникет, что помогает в отслеживании активности и обеспечении безопасности.

Журнал событий в интерфейсе системы обеспечения пропускного режима является ценным инструментом для контроля и мониторинга активности сотрудников, обеспечения безопасности и проведения анализа данных.

Интерфейс окна представлен на рисунке 2.16.

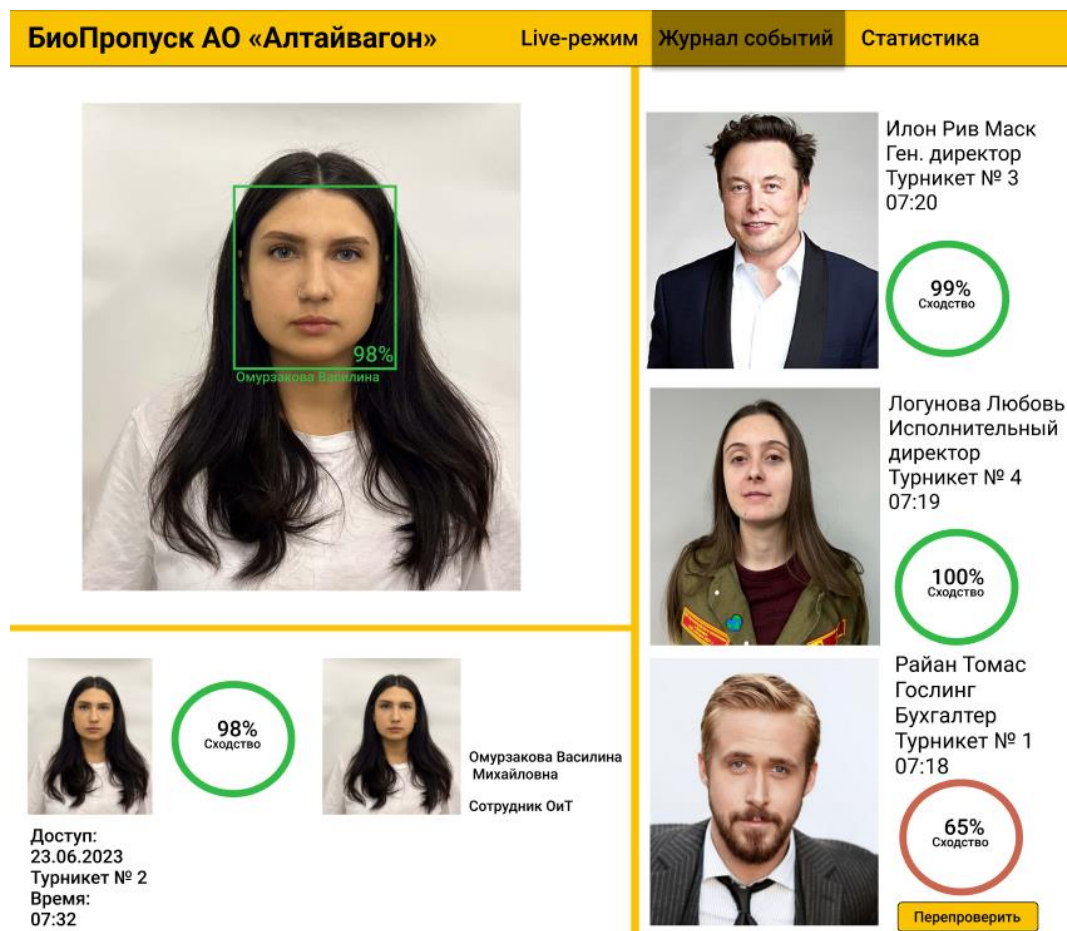


Рисунок 2.16 – Интерфейс окна «Журнал событий»

Статистика: Графический интерфейс может предоставлять графическую визуализацию данных, например, статистику по проходам сотрудников, диаграммы, графики и другие элементы, которые помогут диспетчеру лучше анализировать информацию.

3 Оценка эффективности внедрения информационной системы

3.1 Общие положения

При выполнении проекта по информатизации для любого предприятия принципиально важен вопрос об эффективности выполняемых работ.

Для реализации конкретного проекта ИС необходимо четко определить, какие параметры и показатели необходимо вывести в технико-экономическое обоснование, как можно точнее оценить затраты на проект, провести оценку доходов, рассчитать график возврата вложенных средств для того, чтобы показать необходимость проектирования или внедрения ИС.

Эффективность ИС – это свойство системы выполнять поставленную цель в заданных условиях использования и с определенным качеством. Основные задачи, стоящие при создании ИС – минимизация стоимости и обеспечение требуемого качества ИС.

Основными показателями качества ИС являются:

- надежность;
- достоверность;
- безопасность.

Надежность – важнейшая характеристика качества любой системы, поэтому разработана специальная теория – теория надежности.

Надежность является важным аспектом информационных систем и может быть определена как способность системы работать без сбоев и отказов в течение заданного периода времени. Она является комплексным свойством системы, которое включает в себя несколько более простых свойств, таких как безотказность, ремонтпригодность и долговечность.

Теория надежности является научной дисциплиной, которая изучает закономерности, необходимые для обеспечения оптимального уровня

надежности системы с минимальными затратами ресурсов. Её целью является разработка методов и моделей для оценки надежности систем, прогнозирования вероятности отказов, определения оптимальных стратегий технического обслуживания и ремонта.

Показатель надежности представляет собой количественную характеристику одного или нескольких свойств, определяющих надежность системы. Он может основываться на оценке наработки системы, то есть продолжительности или объема работы, выполненной системой без сбоев. Показатель надежности, связанный с отдельным свойством надежности, называется единичным показателем.

Оценка надежности информационной системы включает анализ ее компонентов, структуры, алгоритмов работы и методов резервирования. Также проводится анализ вероятности возникновения отказов и оценка последствий таких отказов для организации. По результатам анализа разрабатываются стратегии обеспечения надежности системы, включающие в себя техническое обслуживание, резервирование, обновление компонентов и другие меры.

Оценка надежности информационной системы позволяет выявить ее слабые места, предотвратить возможные отказы и улучшить общую производительность и эффективность системы. Это важный аспект при проектировании и эксплуатации информационных систем, поскольку надежность играет ключевую роль в обеспечении бесперебойной работы системы и удовлетворении потребностей пользователей.

Достоверность функционирования – свойство системы, обуславливающее безошибочность производимых ею преобразований информации. Достоверность функционирования информационной системы полностью определяется и измеряется достоверностью ее результатной информации.

Достоверность информации – это свойство информации отражать реально существующие объекты с необходимой точностью. Достоверность

информации измеряется вероятностью того, что отражаемое информацией значение параметра отличается от истинного значения этого параметра в пределах необходимой точности.

Одним из наиболее действенных средств обеспечения достоверности информации в ИС является ее контроль. Контроль – процесс получения и обработки информации с целью оценки соответствия фактического состояния объекта предъявляемым к нему требованиям и выработки соответствующего управляющего решения.

Методы контроля достоверности информации, применяемые в ИС, весьма разнообразны. Классификация методов контроля может быть выполнена по большому числу признаков, в частности: по назначению, по уровню исследования информации, по способу реализации, по степени выявления и коррекции ошибок.

3.2 Показатели эффективности

При оценке эффективности внедрения информационной системы показатели эффективности могут характеризовать различные аспекты работы системы и их влияние на бизнес-процессы организации. Некоторые общие показатели, которые могут быть использованы, включают:

1. Автоматизация процессов: Оценка степени, до которой информационная система автоматизирует и упрощает бизнес-процессы организации. Может измеряться, например, через сокращение времени на выполнение задач, снижение ошибок и повышение эффективности.

2. Улучшение доступа к информации: Оценка способности системы обеспечить более быстрый и удобный доступ к необходимой информации. Это может включать снижение времени поиска информации, улучшение ее структурирования и предоставление релевантных данных для принятия решений.

3. Интеграция и совместимость: Оценка способности информационной системы интегрироваться с существующими системами и совместимости с требованиями организации. Это может включать снижение необходимости в ручном вводе данных, автоматический обмен информацией между системами и согласование бизнес-процессов.

4. Улучшение аналитики и отчетности: Оценка способности системы предоставлять аналитические инструменты и отчетность для мониторинга и анализа бизнес-процессов и результатов. Это может включать создание сводных отчетов, графиков, аналитических моделей и возможности быстрого извлечения данных.

5. Безопасность и защита данных: Оценка уровня защиты данных и конфиденциальности, обеспечиваемых информационной системой. Это может включать механизмы аутентификации, шифрование данных, контроль доступа и системы резервного копирования.

6. Удовлетворенность пользователей: Оценка мнения и отзывов пользователей системы о ее удобстве использования, функциональности и полезности для выполнения их задач. Удовлетворенные пользователи могут свидетельствовать о позитивном влиянии системы на их работу и процессы.

Важно выбрать показатели эффективности, которые наилучшим образом отражают цели и потребности организации, а также специфику внедряемой информационной системы.

3.3 Расчет экономической эффективности

Для оценки эффективности проектирования подсистемы обеспечения пропускного режима на предприятии с использованием биометрической идентификации необходимо рассчитать все возможные материальные затраты, а также эффективность работы сотрудников до и после внедрения проектного решения.

Таблица 3.1 – Расчет временных затрат участников идентификации сотрудников при прохождении контрольно-пропускного пункта

Работник	Название работ	Базовая ИС T_0		Предлагаемая ИС T_j	
		В день, минут	В год, часов	В день, минут	В год, часов
Сотрудник охраны	Проверка документов	60	360	20	120
	Установление личности	120	720	30	180
	Занесение данных в журнал	40	240	10	60
Итого сотрудник охраны		220	1320	60	360
Техник ОиТ	Выпуск карт	240	1440	0	0
Итого техник ОиТ		240	1440	0	0
Итого по всем		460	2760	60	360

В таблице 3.1 представлены приблизительные расчеты временных затрат всех участников процесса идентификации сотрудников при прохождении контрольно-пропускного пункта.

В таблице T_0 – показатель величины трудоемкости без использования подсистемы обеспечения пропускного режима на предприятии с использованием биометрической идентификации, T_j – показатель величины трудоемкости с использованием подсистемы обеспечения пропускного режима на предприятии с использованием биометрической идентификации.

$$\Delta T = T_0 - T_j, \quad (3.1)$$

Для нахождения показателя снижения трудовых затрат ΔT воспользуемся формулой (3.1). В результате получим показатель 2400 часов.

$$K_m = \Delta T / T_0 * 100\%, \quad (3.2)$$

Используя формулу (3.2), рассчитаем коэффициент относительного снижения трудовых затрат. В результате получим коэффициент 87 %.

Такой показатель обусловлен внедрением подсистемы обеспечения пропускного режима на предприятии с использованием биометрической идентификации, которая позволит значительно сократить время, затраченное сотрудником охраны на идентификацию сотрудников.

Таблица 3.2 – Расчет часовых ставок оплаты труда

Работник	Часовая оплата с учетом всех налогов и отчислений	Базовая ИС T_0		Предлагаемая ИС T_j	
		Часов в год	Рублей в год ($C_{0з/пл}$)	Часов в год	Рублей в год ($C_{1з/пл}$)
Итого сотрудник охраны	140	1320	184 800	280	39 200
Итого техник ОиТ	190	1440	273 600	0	0
Итого по всем			458 400		39 200

В таблице 3.2 представлены приблизительные расходы на оплату работы сотрудников до внедрения подсистемы обеспечения пропускного режима на предприятии с использованием биометрической идентификации и после.

Коэффициент накладных расходов в организации равен 0,62.

Расходы на материалы для годового выпуска карт составляют 72000.

Тогда общие стоимостные затраты по базовому и предлагаемому вариантам равны соответственно:

$$C_0 = 458400 + 458400 \cdot 0,62 + 72000 = 814608 \text{ руб/год.}$$

$$C_1 = 39200 + 39200 \cdot 0,62 = 87804 \text{ руб/год.}$$

Годовое снижение стоимостных затрат рассчитывается по формуле 3.3.

$$\Delta C = C_0 - C_j, \quad (3.3)$$

Для нашего проекта годовое снижение стоимостных затрат равно 726804 руб/год.

Коэффициент снижения стоимостных затрат рассчитывается исходя из формулы 3.4.

$$K_c = \Delta C / C_0 * 100\%, \quad (3.4)$$

Для нашего проекта коэффициент снижения стоимостных затрат составляет 89 %.

В таблице 3.3. приведены расчеты на укомплектование (доукомплектование) техническими средствами.

Таблица 3.3 – Затраты на укомплектование (доукомплектование) техническими средствами

Наименование	Количество	Стоимость, шт.	Стоимость, всего
IP камера	4	3000	12 000
Терминал	4	60000	240 000
Итого		63 000	252 000

Затраты на лицензионное ПО, а именно модуль интеграции «Орион про» составляют 32 750 руб/год.

Таким образом, капитальные вложения по предлагаемому варианту составляют:

$$K_j = 252000 + 32750 = 284750 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект рассчитывается по формуле (3.5), представляет собой разность между приведенными затратами по базовому и предлагаемому вариантам.

$$\mathcal{E} = Z_0 - Z_j = \Delta C - E_n \cdot \Delta K, \quad (3.5)$$

где E_n – коэффициент эффективности капитальных вложений, равный для организации 0,15. ΔK – разница капитальных вложений по базовому и предлагаемому вариантам.

В нашем проекте капитальные вложения по базовому варианту равны нулю. Расчёт годового экономического эффекта проводится по формуле 3.6.

$$\mathcal{E} = \Delta C - E_n \cdot K_j, \quad (3.6)$$

Рассчитаем годовой экономический эффект:

$$\mathcal{E} = 726804 - 0,15 \cdot 284750 = 684\,092 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости рассчитывается по формуле (3.7).

$$T_{\text{ок}} = \Delta K / \Delta C, \quad (3.7)$$

Для нашего проекта он равен:

$$T_{\text{ок}} = \frac{284750}{726804} = 0,4 \text{ года}$$

Таким образом, срок окупаемости будет составлять не более 5 месяцев.

Коэффициент эффективности проекта вычисляется по формуле 3.8.

$$T_3 = 1 / T_{\text{ок}}, \quad (3.8)$$

Для нашего проекта

$$T_3 = \frac{1}{0,4} = 2,5$$

Полученный коэффициент эффективности для нашего проекта существенно больше коэффициента эффективности капитальных вложений, что говорит об очень высоком положительном эффекте внедрения проекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках данной выпускной квалификационной работы была поставлена цель спроектировать подсистему обеспечения пропускного режима на предприятии на основе биометрической идентификации с применением нейросетевых технологий (на примере АО «Алтайвагон»). Для достижения цели выпускной квалификационной работы были поставлены и выполнены следующие задачи:

- 1) проведен технико-экономический анализ объекта исследования;
- 2) выявлены недостатки при существующей технологии пропускного режима СКУД;
- 3) выработаны функциональные требования к разрабатываемой информационной системе;
- 4) выполнено проектирование по обеспечивающим подсистемам;
- 5) реализованы проектные решения по функциональной архитектуре и обеспечивающим подсистемам;
- 6) произведена оценка экономической эффективности внедрения проекта.

Оценка экономической эффективности подсистемы обеспечения пропускного режима на предприятии на основе биометрической идентификации с применением нейросетевых технологий показала следующие результаты:

- снижение стоимостных затрат составило 726804 руб/год, или 89%;
- снижение трудовых затрат составило 2400 часа, или 87%;
- срок окупаемости проекта составляет примерно 5 месяцев.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что внедрение спроектированной подсистемы является экономически выгодным и эффективным решением для предприятия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Антонио, Д. Библиотека Keras – инструмент глубокого обучения. Реализация нейронных сетей с помощью библиотек Theano и TensorFlow / Д. Антонио, П. Суджит ; перевод с английского А. А. Слинкин. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 294 с. — Режим доступа. <https://e.lanbook.com/book/111438> – Загл. с экрана.
2. Астапчук, В. А. Корпоративные информационные системы: требования при проектировании : учебное пособие для вузов / В. А. Астапчук, П. В. Терещенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 113 с.] — Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/514213> – Загл. с экрана.
3. Бессмертный, И. А. Системы искусственного интеллекта : учебное пособие для вузов / И. А. Бессмертный. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 157 с. — Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/490657>. — Загл. с экрана.
4. Волк, В. К. Базы данных. Проектирование, программирование, управление и администрирование: учебник / В. К. Волк. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 244 с. [Электронный ресурс] — Режим доступа. <https://e.lanbook.com/book/126933> – Загл. с экрана.
5. Воронов, М. В. Системы искусственного интеллекта : учебник и практикум для вузов / М. В. Воронов, В. И. Пименов, И. А. Небаев. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 256 с. [Электронный ресурс] — Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/519916>. — Загл. с экрана.
6. Гордеев, С. И. Организация баз данных в 2 ч. Часть 1: учебник для вузов / С. И. Гордеев, В. Н. Волошина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 310 с. [Электронный ресурс] — Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/457145>. — Загл. с экрана.
7. Гордеев, С. И. Организация баз данных в 2 ч. Часть 2: учебник для вузов / С. И. Гордеев, В. Н. Волошина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва:

Издательство Юрайт, 2020. – 513 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/457146>. – Загл. с экрана.

8. Гостев, И. М. Операционные системы : учебник и практикум для вузов / И. М. Гостев. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 164 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/470010>. – Загл. с экрана.

9. Долганова, О. И. Моделирование бизнес-процессов: учебник и

10. Загорулько, Ю. А. Искусственный интеллект. Инженерия знаний : учебное пособие для вузов / Ю. А. Загорулько, Г. Б. Загорулько. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 93 с. – Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/494205>– Загл. с экрана.

11. Зыков, С. В. Программирование. Объектно-ориентированный подход: учебник и практикум для академического бакалавриата / С. В. Зыков. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 155 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/451488>. – Загл. с экрана.

12. Казарин, О. В. Надежность и безопасность программного обеспечения: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / О. В. Казарин, И. Б. Шубинский. – Москва : Издательство Юрайт, 2021 – 342 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/454453>. – Загл. с экрана.

13. Кувшинов, Д. Р. Основы программирования: учебное пособие для вузов / Д. Р. Кувшинов. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 104 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/473570>. – Загл. с экрана.

14. Кудрявцев, В. Б. Распознавание образов : учебное пособие для вузов / В. Б. Кудрявцев, Э. Э. Гасанов, А. С. Подколзин. – 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 107 с. – Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/520462> – Загл. с экрана.

15. Лаврищева, Е. М. Программная инженерия и технологии программирования сложных систем : учебник для вузов /

Е. М. Лаврищева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 432 с. — Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/513067>— Загл. с экрана.

16. Маран, М. М. Программная инженерия : учебное пособие / М. М. Маран. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 196 с. [Электронный ресурс] — Режим доступа. <https://e.lanbook.com/book/169168>. — Загл. с экрана.

17. Маркин, А. В. Программирование на SQL в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для вузов / А. В. Маркин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 403 с. [Электронный ресурс] — Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/452357>. — Загл. с экрана.

18. Маркин, А. В. Программирование на SQL в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для вузов / А. В. Маркин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 340 с. [Электронный ресурс] — Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/469959>. — Загл. с экрана.

19. Миркин, Б. Г. Введение в анализ данных : учебник и практикум / Б. Г. Миркин. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 174 с. — Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/511121>— Загл. с экрана.

20. Нестеров, С. А. Основы информационной безопасности: учебное пособие / С. А. Нестеров. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 324 с. [Электронный ресурс] — Режим доступа. <https://e.lanbook.com/book/165837>. — Загл. с экрана.

21. Никитина, Т. П. Программирование. Основы Python для инженеров / Т. П. Никитина, Л. В. Королев. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 156 с. — Режим доступа. <https://e.lanbook.com/book/302720> — Загл. с экрана.

22. Новиков, Ф. А. Символический искусственный интеллект: математические основы представления знаний : учебное пособие для вузов / Ф. А. Новиков. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 278 с. — Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/512382>. — Загл. с экрана.

23. Новиков, Ф. А. Символический искусственный интеллект: математические основы представления знаний : учебное пособие для вузов /

Ф. А. Новиков. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 278 с. — Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/512382>— Загл. с экрана.

24. О персональных данных: Закон РФ от 27.07.2006 №152-ФЗ (ред. от 02.07.2021). — Текст : электронный // КонсультантПлюс. — Режим доступа. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801/. — Загл. с экрана.

25. Платонов, А. В. Машинное обучение : учебное пособие для вузов / А. В. Платонов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 85 с. — Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/520544>. — Загл. с экрана.

26. Подбельский, В. В. Программирование. Базовый курс C# : учебник для вузов / В. В. Подбельский. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 369 с. [Электронный ресурс] — Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/456697>. — Загл. с экрана.

27. Подиновский, В. В. Многокритериальные задачи принятия решений: теория и методы анализа : учебник для вузов / В. В. Подиновский. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 486 с. — Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/520483> — Загл. с экрана.

28. Прохорова, О. В. Информационная безопасность и защита информации: учебник / О. В. Прохорова. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 124 с. [Электронный ресурс] — Режим доступа. <https://e.lanbook.com/book/169817>. — Загл. с экрана.

29. Рашка, С. Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения : руководство / С. Рашка ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 418 с. — Режим доступа. <https://e.lanbook.com/book/100905> — Загл. с экрана.

30. Селянкин, В. В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений / В. В. Селянкин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 152 с. — Режим доступа. <https://e.lanbook.com/book/276455> — Загл. с экрана.

31. Советов, Б. Я. Базы данных : учебник для вузов / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 420 с. [Электронный ресурс] — Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/468635>. — Загл. с экрана.

32. Станкевич, Л. А. Интеллектуальные системы и технологии : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Л. А. Станкевич. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 495 с — Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/530660> (дата обращения: 06.06.2023) — Загл. с экрана.

33. Тёрк, М. Компьютерное зрение. Передовые методы и глубокое обучение / М. Тёрк, Р. Дэвис ; перевод с английского В. С. Яценкова. — Москва : ДМК Пресс, 2022. — 690 с. — Режим доступа. <https://e.lanbook.com/book/314900> — Загл. с экрана.

34. Толстобров, А. П. Управление данными : учебное пособие для вузов / А. П. Толстобров. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 272 с. — Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/519787> — Загл. с экрана.

35. Трофимов, В. В. Алгоритмизация и программирование : учебник для вузов / В. В. Трофимов, Т. А. Павловская ; под редакцией В. В. Трофимова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 137 с. — Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/513269> — Загл. с экрана.

36. Тузовский, А. Ф. Проектирование и разработка web-приложений : учебное пособие для вузов / А. Ф. Тузовский. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 219 с — Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/530767> — Загл. с экрана.

37. Федоров, Д. Ю. Программирование на языке высокого уровня Python : учебное пособие для среднего профессионального образования / Д. Ю. Федоров. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 214 с. — Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/510042>. — Загл. с экрана.

38. Чернова, Е. В. Информационная безопасность человека : учебное пособие для вузов / Е. В. Чернова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 243 с. — Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/518441>— Загл. с экрана

39. Чертыковцев, В. К. Организация человеко-машинного взаимодействия : учебное пособие для вузов / В. К. Чертыковцев. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 114 с. — Режим доступа. <https://urait.ru/bcode/520290> — Загл. с экрана

40. Шолле, Ф. Глубокое обучение с R и Keras / Ф. Шолле ; перевод с английского В. С. Яценкова. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — 646 с. — Режим доступа. <https://e.lanbook.com/book/315488> — Загл. с экрана