

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа: ИШИТР

Направление подготовки: 09.03.02 «Информационные системы и технологии»

Отделение школы (НОЦ): Информационных технологий

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Интегрируемая система видеоаналитики для отслеживания посетителей общественных мест (модуль детектирования лиц)

УДК 004.932.2:004.932.72'1

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И7А	Чепкасов Иван Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Пономарев Алексей Анатольевич	к.т.н.		

Со-руководитель (по разделу «Концепция стартап-проекта»)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Селевич Ольга Семеновна	к.э.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Аверкиев Алексей Анатольевич	-		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Цапко Ирина Валериевна	к.т.н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
<b>УК(У)-1</b>	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
<b>УК(У)-2</b>	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
<b>УК(У)-3</b>	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
<b>УК(У)-4</b>	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной форме на государственном и иностранном (-ых) языке
<b>УК(У)-5</b>	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этническом и философском контекстах
<b>УК(У)-6</b>	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течении сей жизни
<b>УК(У)-7</b>	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
<b>УК(У)-8</b>	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
<b>ОПК(У)-1</b>	Владеет широкой общей подготовкой (базовыми знаниями) для решения практических задач в области информационных систем и технологий
<b>ОПК(У)-2</b>	Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
<b>ОПК(У)-3</b>	Способен применять основные приемы и законы создания и чтения чертежей и документации по аппаратным и программным компонентам информационных систем
<b>ОПК(У)-4</b>	Понимает сущность и значения информации в развитии современного информационного общества, соблюдает основные требования к информационной безопасности, в том числе защите государственной тайны
<b>ОПК(У)-5</b>	Способен использовать современные компьютерные технологии поиска информации для решения поставленной задачи, критического анализа этой информации и обоснования принятых идей и подходов к решению
<b>ОПК(У)-6</b>	Способен выбирать и оценивать способ реализации информационных систем и устройств (программно-, аппаратно- или программно-аппаратно-) для решения поставленной задачи
<b>Профессиональные компетенции</b>	
<b>ПК(У)-11</b>	Способен к проектированию базовых и прикладных информационных технологий

<b>ПК(У)-12</b>	Способен разрабатывать средства реализации информационных технологий (методические, информационные, математические, алгоритмические, технические и программные)
<b>ПК(У)-13</b>	Способен разрабатывать средства автоматизированного проектирования информационных технологий
<b>ПК(У)-14</b>	Способен использовать знание основных закономерностей функционирования биосферы и принципов рационального природопользования для решения задач профессиональной деятельности
<b>ДПК(У)-1</b>	Способен использовать технологии разработки объектов профессиональной деятельности в бизнесе и осуществлять все виды деятельности в условиях экономики информационного общества.



<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Аналитический обзор;</li> <li>– Разработка модуля на основе выбранного алгоритма;</li> <li>– Интеграция модуля в систему;</li> <li>– Концепция стартап-проекта;</li> <li>– Социальная ответственность;</li> <li>– Заключение по работе.</li> </ul>
<b>Перечень графического материала</b>	Презентация в формате *.pptx

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

Раздел	Консультант
Концепция стартап-проекта	Доцент ШИП Селевич Ольга Семеновна
Социальная ответственность	Ассистент ООД ШБИП Аверкиев Алексей Анатольевич

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**


<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	25.01.2021
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Пономарев Алексей Анатольевич	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И7А	Чепкасов Иван Сергеевич		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа: ИШИТР

Направление подготовки: 09.03.02 «Информационные системы и технологии»

Уровень образования: бакалавриат

Отделение школы (НОЦ): Информационных технологий

Период выполнения: весенний семестр 2020/2021 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа
---------------------

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2021
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Основная часть	75
	Концепция стартап-проекта	15
	Социальная ответственность	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Пономарев Алексей Анатольевич	К.Т.Н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Цапко Ирина Валериевна	К.Т.Н.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«КОНЦЕПЦИЯ СТАРТАП-ПРОЕКТА»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8И7А	Чепкасов Иван Сергеевич

<b>Школа</b>	<b>ИШИТР</b>	<b>Направление</b>	09.03.02 «Информационные системы и технологии»
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат		

<b>Перечень вопросов, подлежащих разработке:</b>	
<i>Проблема конечного потребителя, которую решает продукт, который создается в результате выполнения НИОКР (функциональное назначение, основные потребительские качества)</i>	Описание общей концепции программного продукта, основных причин, по которым потребители предпочтут пользоваться программным продуктом.
<i>Способы защиты интеллектуальной собственности</i>	Планирование способов защиты ИС.
<i>Объем и емкость рынка</i>	Оценка количества пользователей и рекламодателей, анализ рынка.
<i>Современное состояние и перспективы отрасли, к которой принадлежит представленный в ВКР продукт</i>	Определение текущей ситуации в отрасли, анализ существующих вендоров и определение возможного пути развития.
<i>Себестоимость продукта</i>	Оценка себестоимости продукта.
<i>Конкурентные преимущества создаваемого продукта</i>	Определение ключевых отличий разрабатываемой ИС от решений конкурентов.
<i>Сравнение технико-экономических характеристик продукта с отечественными и мировыми аналогами</i>	Анализ особенностей продуктов конкурентов в сравнении с разрабатываемой системой, а также определение их основных проблем.
<i>Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта</i>	Описание целевых сегментов потребителей разрабатываемого продукта, а также предполагаемые типичные ситуации, которые приведут пользователя к его использованию.
<i>Бизнес-модель проекта</i>	Разработка бизнес-модели проекта, планирование потоков доходов и расходов по проекту.
<i>Производственный план</i>	Планирование работ над проектом по этапам и срокам их выполнения.
<i>План продаж</i>	Составление плана продаж продукта.

<b>Перечень графического материала:</b>	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы (например, бизнес-модель)</i>	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	25.01.2021
---	------------

Задание выдал консультант по разделу «Концепция стартап-проекта» (со-руководитель ВКР):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Селевич Ольга Семеновна	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И7А	Чепкасов Иван Сергеевич		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8И7А	Чепкасов Иван Сергеевич

<b>Школа</b>	<b>ИШИТР</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Отделение информационных технологий</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Информационные системы и технологии

Тема ВКР:

Интегрируемая система видеоаналитики для отслеживания посетителей общественных мест (модуль детектирования лиц)

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объектом исследования является процесс детектирования области лица на изображении или в видеопотоке. Рабочая зона – аудитория с естественным и искусственным освещением, оборудованная системой отопления и кондиционирования воздуха. Область применения – любые предприятия, которые используют систему видеонаблюдения для решения задач безопасности и отслеживания.</p>
---	---

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Требования к организации и оборудованию рабочих мест с ПЭВМ согласно требованиям СанПин 2.2.2.542-96. Регулирования организации рабочего места при выполнении работы сидя проводятся согласно ГОСТ 12.2.032-78. Организация рабочих мест с электронно-вычислительными машинами регулируется согласно СанПиН 2.2.2.542-96. Трудовые отношения регулируются согласно ТК РФ ФЗ–197 от 30.12.2001. Превышение уровня шума рассматривается согласно СанПиН 2.2.2.542-96. Опасность поражения электрическим током по ГОСТ 12.1.038–82 и ГОСТ 12.1.019-2017. Технический регламент по ПБ и норм пожарной безопасности (НПБ 105-03) и удовлетворять требованиям по предотвращению и тушению пожара по ГОСТ 12.1.004-91 и СНиП 21-01-97.</p>
--	--

	Нормы естественного, искусственного и совмещенного освещения зданий устанавливаются согласно СП 52.13330.2016 "Естественное и искусственное освещение". Опасные и вредные производственные факторы определяются согласно ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ.
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Выявленные вредные факторы: – отклонение показателей микроклимата; – недостаток освещенности рабочей зоны или его отсутствие; – монотонный режим работы; – повышенный уровень электромагнитного излучения. Выявленные опасные факторы: – опасность поражения электрическим током; – опасность возникновения пожара.
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	Анализ негативного воздействия на окружающую среду: утилизация компьютеров, других аппаратных средств и люминесцентных ламп. Негативное воздействие на гидросферу и атмосферу заключается в наличии отходов при производстве различной оргтехники и ламп. Негативное воздействие на литосферу происходит по причине образования отходов при поломке оргтехники и утилизации ее составных частей.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Возможные чрезвычайные ситуации: пожар, наводнение, землетрясение. Наиболее типичная чрезвычайная ситуация: пожар, по причине возгорания электрических проводов и перегрева частей компьютера. Создание общих правил и рекомендаций по поведению во время пожара.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.01.2021
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Аверкиев Алексей Анатольевич	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И7А	Чепкасов Иван Сергеевич		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 93 с., 31 рис., 29 табл., 15 источников, 3 прил.

Ключевые слова: видеонаблюдение, детектирование лица, система видеоаналитики, алгоритм Виолы-Джонса, каскады Хаара, ip-камера.

Объектом исследования является процесс детектирования области лица на изображении или в видеопотоке.

Цель работы – разработка модуля детектирования лиц, входящего в интегрируемую систему видеоаналитики. Представленный модуль позволяет найти лицо на изображении или в кадре видеопотока, выделить данную область и передать обработанные данные для дальнейшего распознавания.

В процессе исследования проводились: аналитический обзор, реализация алгоритма в рамках разрабатываемого модуля, интеграция модуля в систему.

Степень внедрения: минимальный жизнеспособный продукт

Область применения: системы видеонаблюдения.

## **Список сокращений**

ИС – Информационная система

ПО – Программное обеспечение

ЧС – Чрезвычайная ситуация

HTTP – HyperText Transfer Protocol

RTSP – Real Time Streaming Protocol

RSVP – Resource ReSerVation Protocol

RTP – Real-time Transport Protocol

TCP – Transport Control Protocol

UDP – User Datagram Protocol

IP – Internet Protocol

# Оглавление

<b>Введение.....</b>	<b>16</b>
<b>1. Обзор и сравнение существующих алгоритмов детектирования лиц.....</b>	<b>18</b>
1.1 Обзор существующих групп алгоритмов детектирования лиц..	18
1.2 Сравнение алгоритмов детектирования лиц .....	24
<b>2. Разработка модуля детектирования лиц.....</b>	<b>27</b>
2.1 Общие сведения о разрабатываемой интегрируемой системе видеоаналитики .....	27
2.2 Применяемый стек технологий.....	27
2.3 Реализация алгоритма Виолы-Джонса .....	28
<b>3. Тестирование модуля и интеграция с модулем распознавания лиц</b>	<b>31</b>
3.1 Подбор параметров для наилучшей работы алгоритма.....	31
3.2 Подключение ip-камеры для тестирования модуля.....	39
3.3 Интеграция с модулем распознавания лиц.....	43
<b>4. Концепция стартап проекта.....</b>	<b>44</b>
4.1 Описание продукта как результата НИР .....	44
4.2 Способы защиты интеллектуальной собственности.....	47
4.3 Объем и емкость рынка .....	48
4.4 Современное состояние и перспективы отрасли .....	50
4.4.1 Обзор отрасли .....	50
4.4.2 Основные вендоры рынка .....	51
4.4.3 Предпосылки роста отрасли.....	52

4.4.4	Препятствия для роста отрасли.....	53
4.4.5	Прогнозы роста рынка.....	53
4.5	Себестоимость продукта .....	55
4.6	Конкурентные преимущества создаваемого продукта .....	65
4.7	Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта.....	69
4.8	Бизнес-модель проекта .....	71
4.9	Стратегия продвижения продукта на рынок .....	73
<b>5.</b>	<b>Социальная ответственность.....</b>	<b>74</b>
5.1	Введение.....	74
5.2	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	74
5.2.1	Специальные правовые нормы трудового законодательства 74	
5.2.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 76	
5.3	Производственная безопасность.....	77
5.3.1	Вредные производственные факторы.....	78
5.3.2	Опасные производственные факторы.....	81
5.4	Экологическая безопасность .....	84
5.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	85
5.6	Вывод.....	86
	<b>Заключение.....</b>	<b>88</b>
	<b>Список использованных источников.....</b>	<b>89</b>
	<b>Приложение А. Сравнение результатов работы классификаторов в зависимости от критериев .....</b>	<b>91</b>
	<b>Приложение Б. Листинг файла «webcam_face_detection» .....</b>	<b>92</b>

<b>Приложение В. Листинг файла «image_face_detection».....</b>	<b>93</b>
--	-----------

## Введение

В современном мире для решения широкого спектра задач все чаще используются системы видеонаблюдения в связке информационными технологиями. Также существенно улучшается и качество видеоданных, расширяется функционал их обработки, что несомненно свидетельствует об увеличении доверия различных предприятий системам видеонаблюдения и видеоаналитики. Существует множество задач, которые могут решать такие системы, начиная от идентификации личности и заканчивая проблемами безопасности на предприятии.

На сегодняшний день существуют всевозможные методы видеоанализа, которые решают задачи различной сложности. Данные технологии удобно использовать для поиска объектов в архиве по различным критериям, либо для детектирования объектов в реальном времени. Искомые критерии также могут быть различны: от характерных примет человека или области его лица до его размера и положения в кадре. Правильность результатов работы программы напрямую зависит от оригинальности критериев поиска [1].

Почти во всех случаях задача распознавания лица и его черт в видеопотоке или на изображении требует решения задачи уровнем ниже – задачи детектирования лица. Кроме того, информация об определенном количестве лиц в кадре может быть полезна во всевозможных системах подсчета количества людей на объекте, в системах предотвращения чрезвычайных ситуаций на предприятии, а также в системах, в которых предусмотрен пропускной контроль.

Объектом исследования является детектирование области лица на изображении или в видеопотоке.

Целью данной работы является разработка модуля детектирования лиц, входящего в интегрируемую систему видеоаналитики. Представленный модуль позволяет найти лицо на изображении или в кадре видеопотока,

выделить данную область и передать обработанные данные для дальнейшего распознавания.

Для достижения поставленной цели были выделены следующие задачи:

1. Изучить предметную область и актуальное состояние проблемы;
2. Провести обзор основных групп алгоритмов детектирования лиц;
3. Провести сравнение групп алгоритмов детектирования лиц между собой и выбрать лучший для реализации;
4. Реализовать выбранный алгоритм в рамках разрабатываемого модуля детектирования лиц;
5. Протестировать время работы алгоритма и качество детектирования в соответствии с настраиваемыми параметрами, произвести сравнение;
6. Протестировать работу модуля детектирования лиц в связке с ip-камерой, сравнить качество передачи видеопотока, используя различные протоколы стриминга;
7. Произвести интеграцию модуля детектирования лиц и модуля распознавания лиц.

# 1. Обзор и сравнение существующих алгоритмов детектирования лиц

## 1.1 Обзор существующих групп алгоритмов детектирования лиц

В настоящее время все методы детектирования лица в видеопотоке или на изображении подразделяются на четыре группы. В разных группах используются разные подходы и методологические особенности детектирования [2]. Далее приведено подробное описание каждой из четырех групп методов детектирования лица.

### Методы «knowledge based top-down»

Данная группа методов основывается на знаниях «сверху-вниз». Она предусматривает реализацию алгоритма, который содержит некоторые правила, которым должно удовлетворять изображение, чтобы быть признанным человеческим лицом. Эти правила являются попыткой формализовать эмпирические знания о том, как должно выглядеть лицо человека на изображениях и чем руководствуются люди при принятии решения: видят они лицо или какой-либо другой объект.

Требования для данной группы методов:

- область лица должна содержать два симметрично расположенных глаза, рот и нос, которые резко отличаются по яркости в сравнении с остальной частью лица;
- отличие в яркости между верхней и центральной частью лица должно быть значительным;
- центр лица должен иметь одинаковый цвет и яркость.

Самым распространенным методом рассматриваемой группы считается метод Yang & Huang. Этот метод прежде всего подвергает изображение значительному сжатию для уменьшения вычислительных операций, а также для сглаживания помех. На уменьшенном фрагменте изображения намного легче определить область равномерного распределения яркости и впоследствии проверить наличие резко отличающихся по цвету и

яркости участков внутри. Данные участки можно с определенной долей вероятности детектировать как лицо.



Рисунок 1 – Метод Yang & Huang

Рассмотренные выше методы имеют хорошие показатели по детектированию лиц на участках изображения с однородным фоном, они легко реализуются с помощью машинного кода. Впоследствии было разработано множество подобных алгоритмов. Однако, данные методы совершенно не подходят для обработки кадров, которые содержат сложный задний фон или большое количество лиц. Кроме того, они очень чувствительны к повороту или наклону головы.

### **Методы «Feature invariant approaches»**

Вторую группу методов обнаружения лиц образуют методы характерных инвариантных признаков. Эти методы основываются на знаниях «снизу-вверх». В отличие от первой группы методов детектирования лиц, здесь нет попытки в явном виде формализовать процессы, происходящие в человеческом мозге. Алгоритмы, входящие в данную группу, находят инвариантные особенности лица неявно, выявляют свойства и закономерности изображения лица, независимо от угла наклона и положения.

Основные особенности методой этой группы:

- обнаружение границы лица, его формы, яркости, текстуры и цвета;
- поиск на фрагменте изображения явных признаков лица: глаз, рта и носа;
- объединение всех найденных инвариантных признаков и их верификация.

Самым распространенным методом в данной группе считается метод детектирования лиц в сложных сценах. Он предусматривает поиск правильных геометрических расположений черт лица в кадре. Для этого используется гауссовский производный фильтр с множеством различных ориентаций и масштабов. После обработки фрагмента, случайным перебором осуществляется поиск соответствия выявленных черт и их взаимного расположения.

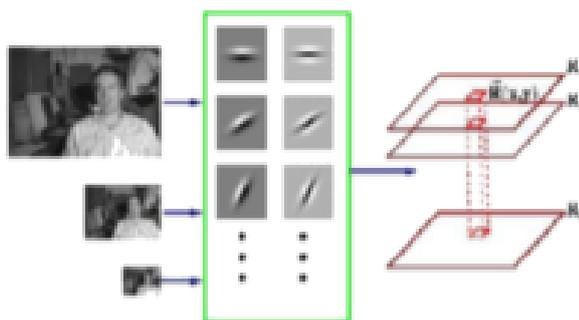


Рисунок 2 – Мультимасштабная разноориентированная фильтрация

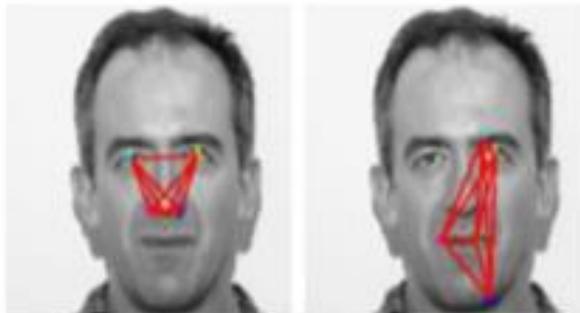


Рисунок 3 – Верные и ложные срабатывания

Методы этой группы в качестве достоинств имеют возможность детектировать лицо в различных положениях, вне зависимости от наклона или поворота головы. Однако, даже при небольшом загромождении лица какими-либо объектами, возникновении шумов или плохом освещении процент верных обнаружений значительно снижается.

### **Методы «Template Matching»**

В третьей группе методов детектирования лиц используется обнаружение лица при помощи шаблонов, которые задает разработчик.

Шаблоны определяют некий стандартный образ изображения лица с помощью описания свойств его отдельных областей и их возможного взаимного расположения. Детектирование лица с использованием шаблона заключается в проверке каждого фрагмента изображения на соответствие заранее определенному шаблону.

Особенности рассматриваемой группы методов:

- шаблоны являются необучаемыми, они заранее запрограммированы;
- используются два вида шаблонов: деформируемые и недеформируемые;
- для нахождения лица на изображении используется корреляция.

Из данной группы методов наиболее популярными являются модели распределения опорных точек. Это статистические модели, представляющие объекты, форма и размер которых может меняться. Они имеют полезную особенность – способность выделить форму переменных объектов в пределах учебного набора с небольшим количеством параметров формы. Эта точная и компактная параметризация используется для разработки эффективных систем классификации.

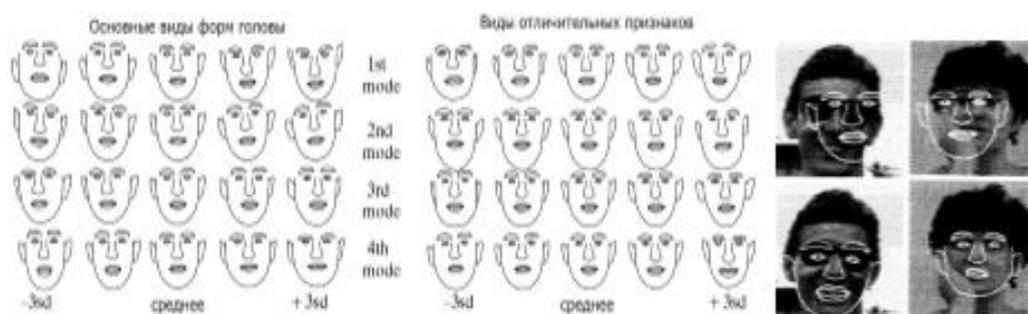


Рисунок 4 – Модели распределения опорных точек

К достоинствам обнаружения лиц с помощью шаблонов относят неплохие результаты на фрагментах изображений с не очень сложным задним фоном и относительную простоту реализации. Но, главным недостатком этой группы методов является необходимость калибровки шаблона вблизи с фрагментом изображения лица. Также ставят под вопрос

целесообразность их использования и немалая трудоёмкость вычисления шаблонов для разных поворотов и ракурсов лица.

### **Методы обнаружения лица по внешним признакам**

Заключительная группа методов детектирования лица – методы обнаружения лица по внешним признакам. Нередко в данной группе алгоритмов нужно проводить обучение системы с использованием обработки тестовых кадров и фрагментов изображений. Фрагменту изображения сопоставляется некоторым образом вычисленный вектор признаков, использующийся для классификации фрагментов на два класса — «лицо» или «не лицо». В основном обнаружение лиц на изображениях с помощью методов, которые основаны на построении математической модели изображения лица, сводится к полному перебору всех прямоугольных фрагментов изображения различных размеров и проверке каждого фрагмента на наличие лица. Так как схема полного перебора определенно имеет такие безусловные недостатки, как огромная вычислительная сложность и избыточность, разработчиками алгоритмов используются всевозможные методы уменьшения количества фрагментов, подлежащих рассмотрению.

Принципы данной группы методов:

- кадр разбивается на пересекающиеся или непересекающиеся области всевозможных масштабов и проводится оценка с использованием алгоритмов оценки весов векторов;
- каждый кадр или фрагмент изображения сканируется окном и представляется векторами ценности.

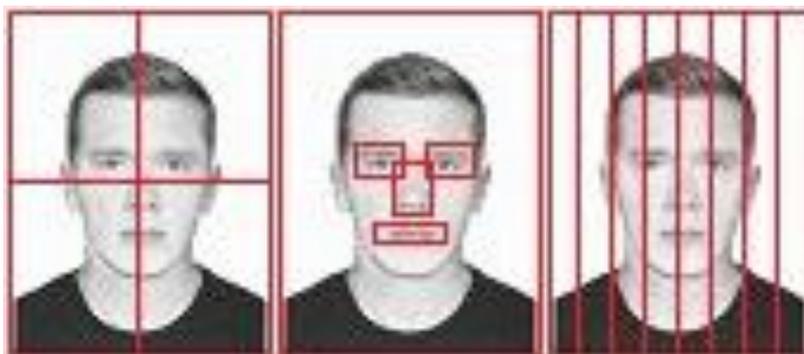


Рисунок 5 – Разбиение изображения на участки

Важнейшей задачей является выделение сильных классификаторов. Именно они будут иметь наивысший приоритет для проверки найденных признаков в изображении. Количество же более слабых классификаторов следует уменьшать за счёт схожести друг с другом, а также удалении классификаторов, возникших за счёт шумовых выбросов.

Самым перспективным на сегодняшний день в плане высокой производительности и низкой частоты ложных срабатываний и большим процентом верных обнаружений лиц выглядит метод Виолы-Джонса. Именно этот метод был выбран для дальнейшей реализации. Основные принципы, на которых основан метод, таковы:

- используются каскады Хаара, которые используются для поиска лица и его черт;
- используются изображения в интегральном представлении, что позволяет быстрее вычислять необходимые объекты;
- для выбора наиболее подходящих признаков для искомого объекта на фрагменте изображения используется бустинг;
- все признаки поступают на вход классификатора, дающий результат: «правда» либо «ложь»;
- для быстрого отбрасывания фрагментов, где не лицо не обнаружено, используются каскады признаков.

Остановимся подробнее на признаках (каскадах) Хаара. Каскады Хаара – это наборы масок, прямоугольных окошек, представляющие собой изображения с определенной комбинацией черно-белых узоров. Таких изображений может быть неограниченное количество, сложность узоров также может быть различной. Эти маски накладываются на различные фрагменты кадра, и с помощью этого наложения программа определяет, содержит ли рассматриваемый фрагмент лицо (рисунок б). Наложение маски на определенную фрагмент кадра дает числовое значение – результат свертки маски с кадром. Далее складывается яркость всех пикселей фрагмента, попавших при наложении в белую часть маски, а также яркость всех

пикселей, попавших в черную часть маски, после этого вычисляется разность этих значений. Наконец, результат свертки сравнивается с пороговой величиной, на основе этого сравнения принимается решение, содержит рассматриваемый фрагмент лицо или нет [3].

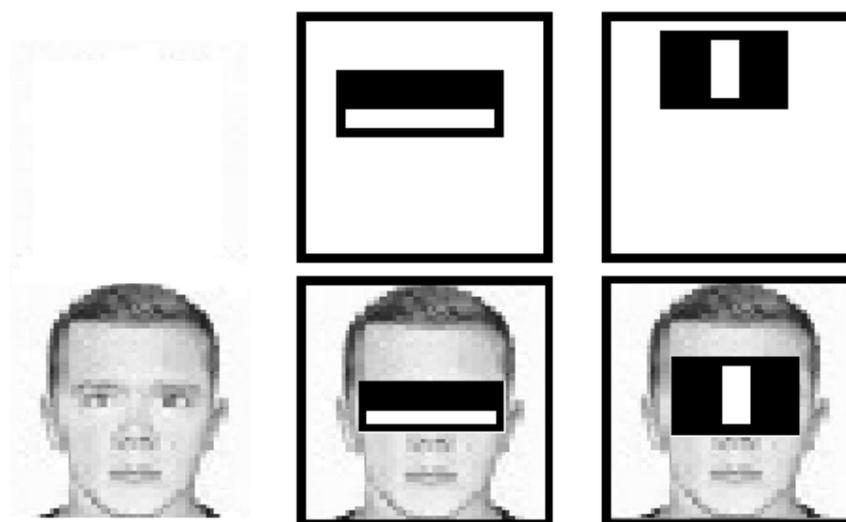


Рисунок 6 – Наложение каскадов Хаара

Классификаторы в виде каскадной модели идеально подходят для фрагментов, которые имеют небольшое количество образов, подлежащих детектированию. При этом условии, алгоритм быстрее принимает решение о том, что данный фрагмент не содержит лица, и переходит к следующему фрагменту. В случае, если системе на вход передается цветное изображение, имеется возможность существенно ускорить работу алгоритма с помощью обработки кадра с использованием цветового кодирования. Более того, данный прием помогает снизить процент ложных срабатываний алгоритма.

## 1.2 Сравнение алгоритмов детектирования лиц

Чтобы выбрать наиболее подходящий алгоритм обнаружения лиц для разрабатываемого модуля, необходимо провести их сравнение. Для сравнения вышеприведенных групп методов детектирования лиц в видеопотоке или на изображении были выделены следующие критерии оценивания:

- верные срабатывания при наличии каких-либо предметов на лице (в рамках данной работы для экспериментов выбирались изображения, содержащие лицо, загроможденное очками, маской или козырьком от кепки);
- верные срабатывания при некачественном освещении (эксперименты проводились с фрагментами изображений, сделанных при освещении в диапазоне 2-3 лк, что приблизительно соответствует освещению ночного клуба);
- верные срабатывания при наличии нескольких лиц на изображении (для экспериментов по данному критерию использовались фрагменты изображений, содержащие от двух до двенадцати лиц);
- верные срабатывания при наклоне или повороте головы (использовались фрагменты, содержащие лица, отклоненные от вертикали в диапазоне от 5 до 50 градусов);
- верные срабатывания при неоднородном фоне (для экспериментов выбирались изображения с фоном в виде сложного разноцветного узора).

Оценка данных критериев проводилась по шкале от 1 до 5 баллов (где 1 балл – вероятность верного срабатывания 20% и меньше, а 5 баллов – вероятность верного срабатывания близка к 100%). Результаты оценки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Оценка основных групп методов детектирования лиц

	Методы «knowledge based top-down»	Методы «Feature invariant approaches»	Методы «Template Matching»	Методы обнаружения лица по внешним признакам
Верные срабатывания при наличии предметов на лице	1	1	2	3
Верные срабатывания при некачественном освещении	2	2	2	2
Верные срабатывания при наличии нескольких лиц	2	2	4	4

### Продолжение таблицы 1

Верные срабатывания при наклоне головы	1	5	1	2
Верные срабатывания при неоднородном фоне	2	2	2	4

Для наглядности, по результатам данной оценки была построена лепестковая диаграмма, представленная на рисунке 7.

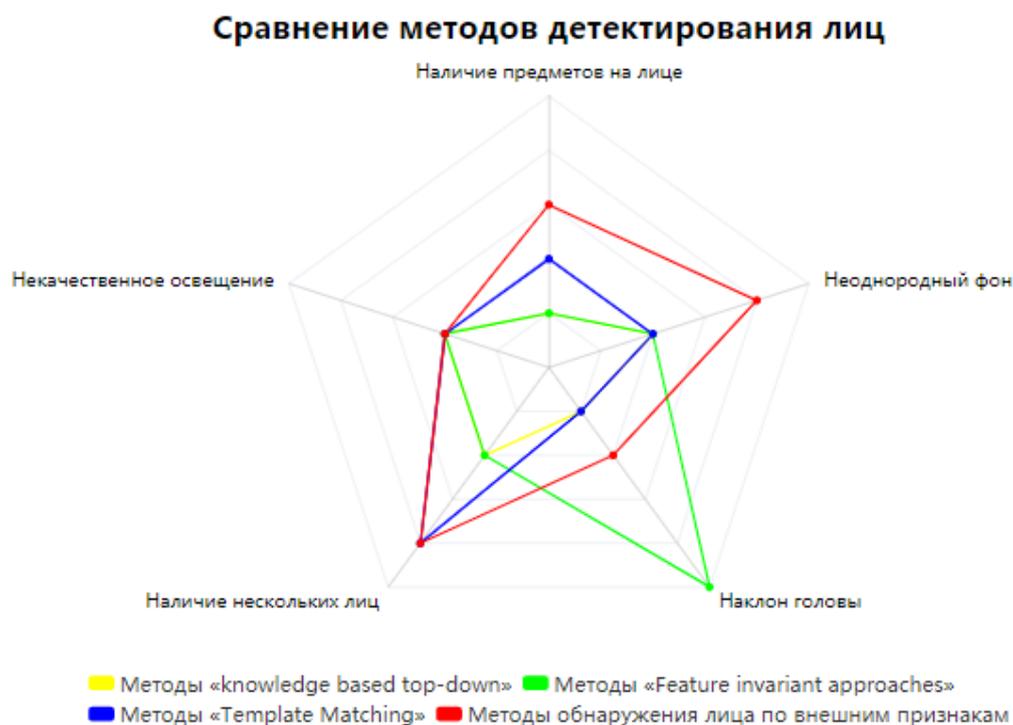


Рисунок 7 – Диаграмма сравнения методов детектирования лиц

Из данной диаграммы можно сделать вывод, что больше всего верных срабатываний при различных помехах у группы методов обнаружения лица по внешним признакам. Для реализации в конечной системе был выбран метод именно из этой группы – алгоритм Виолы-Джонса, который на сегодняшний день является самым востребованным ввиду своей высокой скорости работы и высокой точности срабатывания.

## 2. Разработка модуля детектирования лиц

### 2.1 Общие сведения о разрабатываемой интегрируемой системе видеоаналитики

Архитектура разрабатываемой системы видеоаналитики для отслеживания посетителей общественных мест состоит из сервера, который подключен непосредственно к видеокамерам. Также сервер работает с пользовательским интерфейсом, видеоархивом и базой данных. Кроме того, сервер может обращаться к модулям для решения нужной системе задачи. UML-диаграмма компонентов системы представлена на рисунке 8.

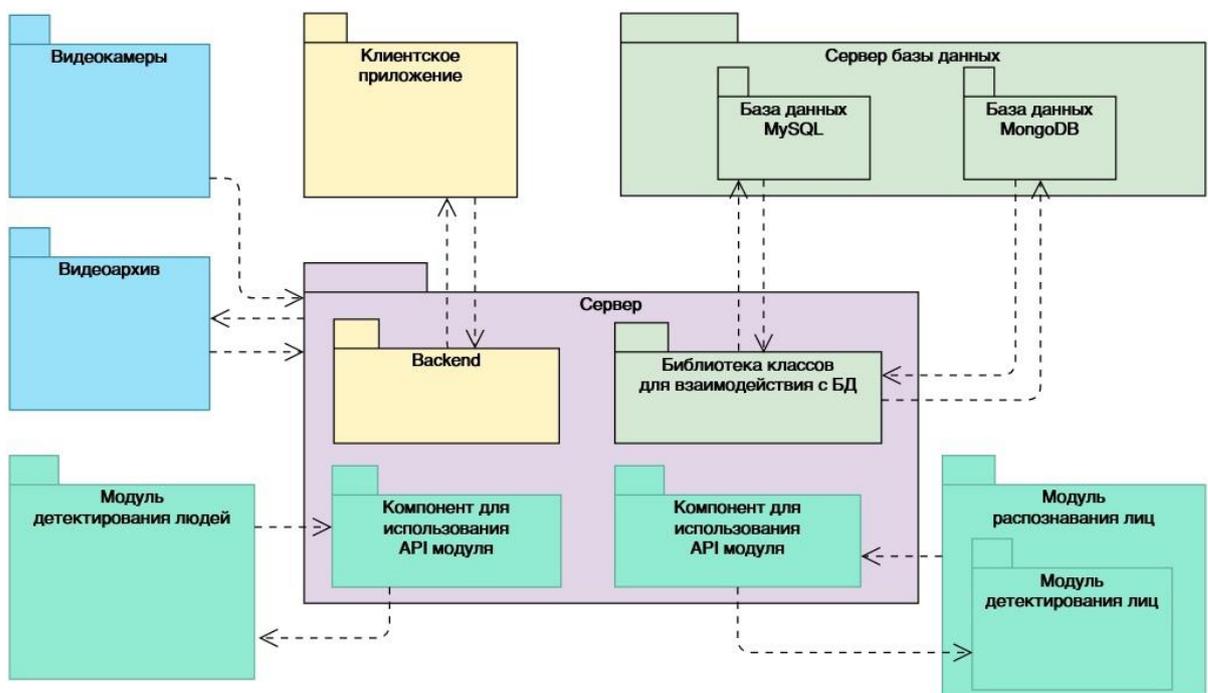


Рисунок 8 – UML-диаграмма компонентов системы

### 2.2 Применяемый стек технологий

Разработка модуля детектирования лиц производилась на языке программирования Python с использованием библиотеки OpenCV. Разработка велась в интегрированной среде разработки PyCharm. Основа модуля состоит из двух скриптов: первый файл содержит код для обработки видеопотока, второй – для обработки изображений. Код из данных файлов приведен в приложении Б и В.

Библиотека OpenCV содержит достаточное количество классификаторов для обнаружения лиц [4]. Первоначально в данной работе использовался классификатор «haarcascade\_frontalface\_alt.xml». Затем были подключены еще три классификатора и проведено сравнение результатов их работы.

### 2.3 Реализация алгоритма Виолы-Джонса

Первый скрипт предназначен для детектирования лица из видеопотока. При помощи метода «VideoCapture» захватывается видеопоток с веб-камеры, и затем анализируется каждый кадр. Для начала мы преобразуем цветовую модель кадра в оттенки серого, затем с помощью метода «detectMultiScale» и заранее подключенного классификатора находим лицо в кадре. Если лицо найдено, строим прямоугольник по его координатам. Наконец, преобразуем назад в цветовую модель RGB и выводим результат на экран [5]. Результаты работы программы представлены на рисунке 9.

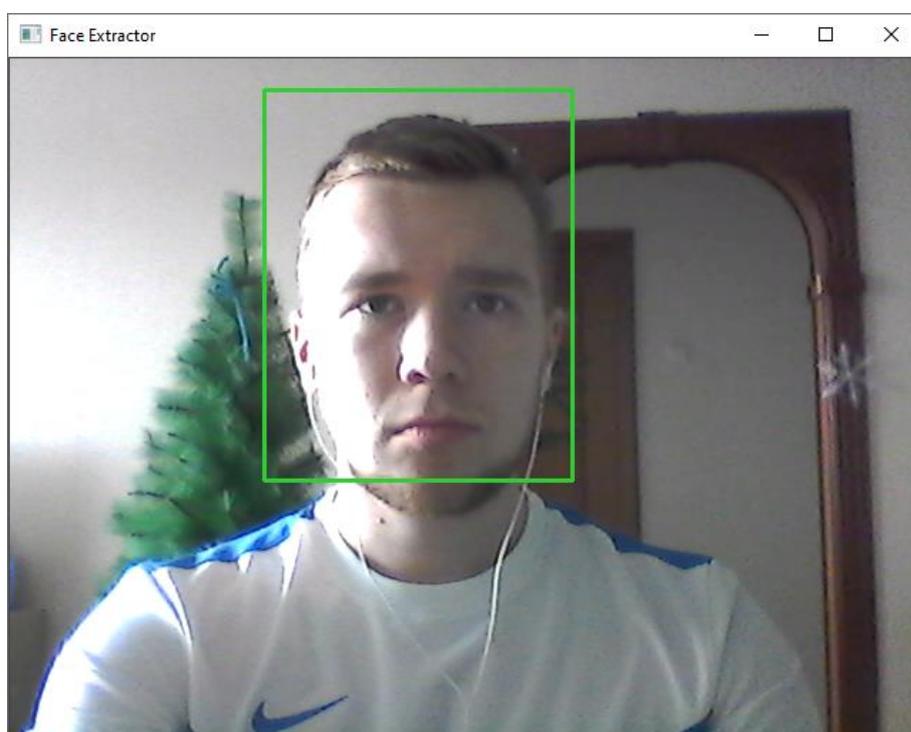


Рисунок 9 – Детектирование лица в видеопотоке

Второй скрипт работает точно так же, как первый. Единственное отличие – на вход поступают изображения. Результаты работы представлены на рисунках 10-11.

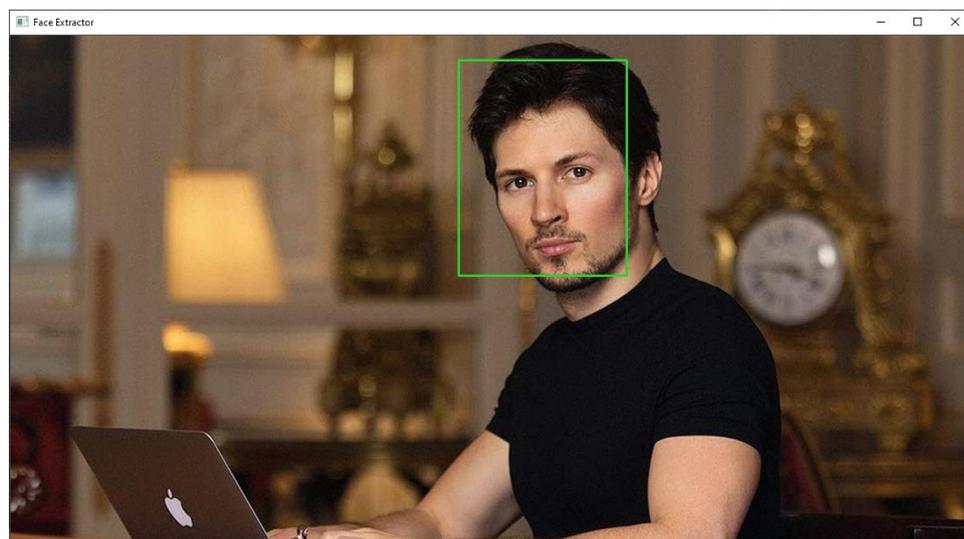


Рисунок 10 – Детектирование лица на изображении

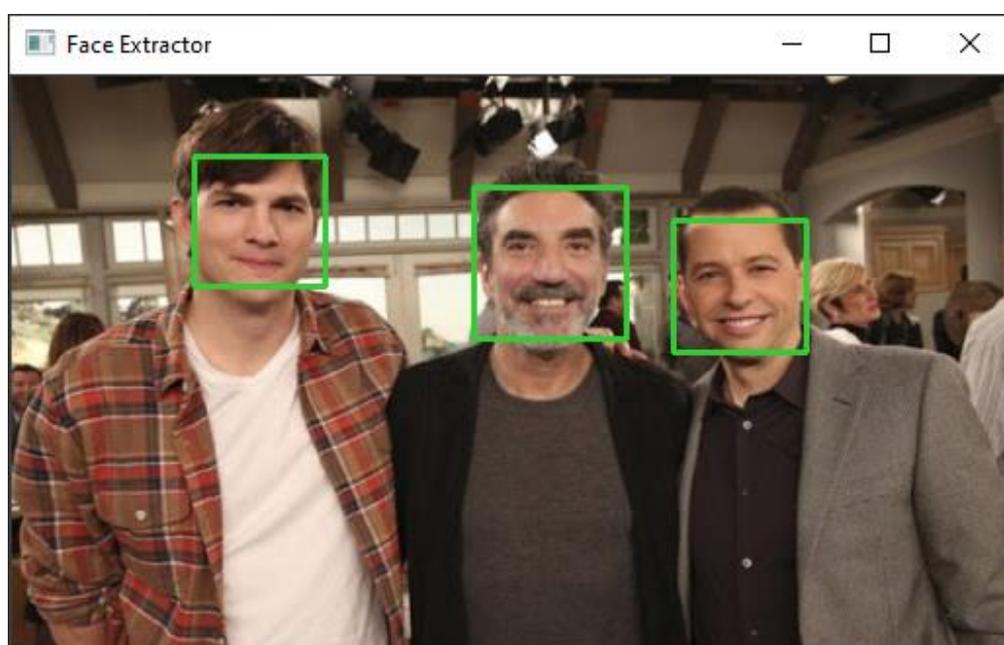


Рисунок 11 – Детектирование на изображении с тремя лицами

Наконец, была реализована функция обрезки лиц для дальнейшей передачи в модуль распознавания лиц. Для наглядности также было реализовано сохранение обрезанных лиц в файлы, однако данную функцию реализовывать в конечной системе не планируется. Результат работы представлен на рисунке 12.

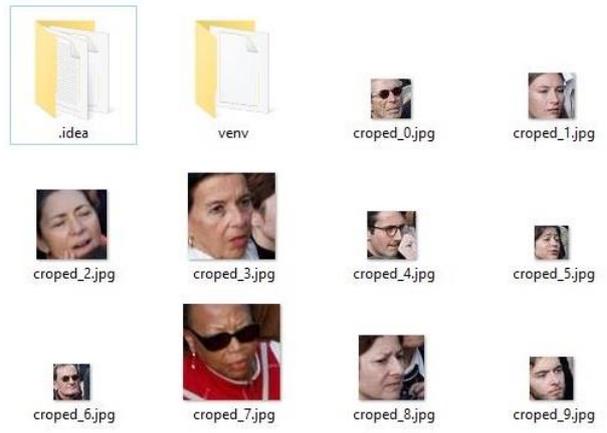
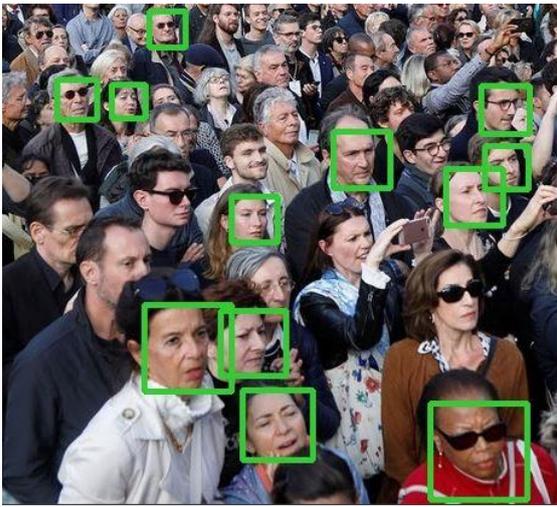


Рисунок 12 – Обрезка лиц и сохранение в файл

### 3. Тестирование модуля и интеграция с модулем распознавания лиц

#### 3.1 Подбор параметров для наилучшей работы алгоритма

Добившись удовлетворительной работы алгоритма, были подключены еще три классификатора и было произведено поочередное сравнение их работы по тем же критериям, по которым проводилось сравнение групп методов детектирования лиц. Для этого были подобраны изображения, удовлетворяющие данным критериям. Для наглядности, результаты работы всех классификаторов объединены в таблицу в приложении 1.

Далее была проведена количественная оценка классификаторов по шкале от 1 до 3 баллов (где 1 балл – вероятность верного срабатывания 20% и меньше, а 3 балла – вероятность верного срабатывания близка к 100%). Результаты оценки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Оценка классификаторов по выбранным критериям

	"haarcascade_frontalface_alt.xml"	"haarcascade_frontalface_alt2.xml"	"haarcascade_frontalface_default.xml"	"haarcascade_frontalface.xml"
Верные срабатывания при наличии предметов на лице	1	3	3	1
Верные срабатывания при некачественном освещении	2	2	3	1
Верные срабатывания при наличии нескольких лиц	3	3	2	1
Верные срабатывания при наклоне головы	2	2	3	1
Верные срабатывания при неоднородном фоне	3	3	3	1

По результатам оценки была также построена лепестковая диаграмма, которая приведена на рисунке 13.

## Сравнение классификаторов

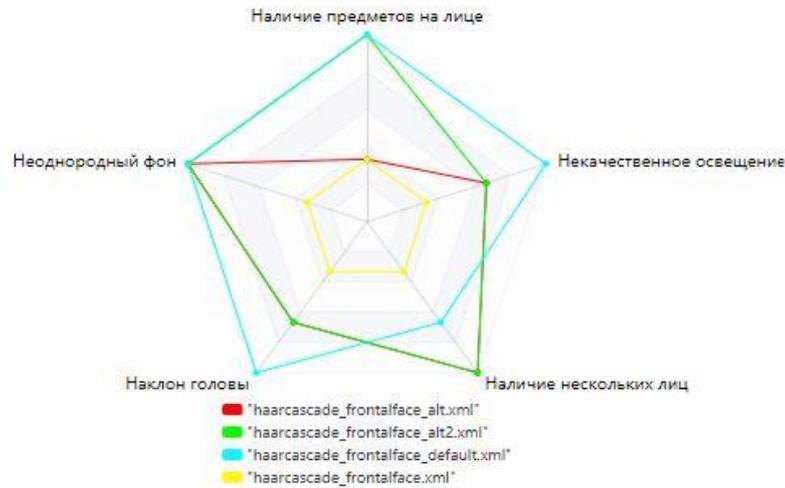


Рисунок 13 – Диаграмма сравнения классификаторов

Из сравнения результатов работы классификаторов можно сделать вывод, что лучше всего срабатывает классификатор "haarcascade\_frontalface\_default.xml". Однако, с другой стороны, это означает, что в работе данного классификатора количество ложных срабатываний также велико, по сравнению с остальными классификаторами. Стоит отметить, что в случае, когда на изображении находится много лиц, лучше всех отработал классификатор "haarcascade\_frontalface\_alt2.xml". Это значит, что лучше подбирать определенный классификатор под конкретно поставленную задачу, в зависимости от освещения, количества человек на изображении и т.д.

После выбора классификатора, для оптимальной работы алгоритма, нужно подобрать еще несколько параметров. У метода «detectMultiScale», который находит лицо в кадре, имеются следующие параметры:

- scaleFactor – параметр, который показывает, насколько уменьшается размер изображения его при масштабировании. Если указать минимальное значение данного параметра, повысится шанс совпадения с размером детектируемой модели. Однако, данная манипуляция приведет к более детальной обработке фрагмента и,

как следствие – на детектирование будет затрачиваться большее время. При передаче значения, стремящегося к максимальному, время обработки алгоритма сократится, но качество детектирования существенно снизится. В частности, существует большая вероятность не обнаружить некоторые лица;

- `minNeighbors` – параметр, который показывает количество соседних прямоугольных областей рядом с фрагментом, который должен быть детектирован как лицо. От значения данного параметра зависит площадь обнаруженной области, например, будет ли входить в нее подбородок, прическа, уши человека и т.д. При указании максимального значения данного параметра, количество детектированных областей на фрагменте изображения должно снизиться, однако это будут аккуратно выделенные лица без лишних деталей, которые не нужны для дальнейшего распознавания.

Далее было измерено время работы алгоритма в секундах и качество его срабатывания (по 3-бальной шкале) по все тем же критериям в соответствии с различными значениями вышеописанных параметров. Результаты измерений приведены в таблицах 3-12. Также, для того чтобы наглядно показать зависимость скорости и качества работы алгоритма от задаваемых параметров, были построены пузырьковые диаграммы по каждому критерию. Диаграммы представлены на рисунках 14-18. Диаметр пузырьков на диаграммах соответствует времени работы алгоритма, а цветовое обозначение соответствует качеству детектирования (красный – низкий процент верных срабатываний, имеются ложные срабатывания; желтый – средний процент верных срабатываний; зеленый – высокий процент верных срабатываний, ложных срабатываний нет).

Таблица 3 – Время работы для критерия «Наличие предметов на лице»

<b>scaleFactor:</b>					
<b>minNeighbors:</b>	<b>1,1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	<b>1,9</b>

Продолжение таблицы 3

<b>2</b>	0,180	0,137	0,119	0,112	0,103
<b>4</b>	0,179	0,132	0,123	0,101	0,110
<b>6</b>	0,213	0,121	0,145	0,098	0,095
<b>8</b>	0,171	0,129	0,101	0,102	0,083

Таблица 4 – Качество работы для критерия «Наличие предметов на лице»

<b>scaleFactor:</b>		<b>1,1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	<b>1,9</b>
<b>minNeighbors:</b>						
<b>2</b>		3	3	3	3	3
<b>4</b>		3	3	3	0	3
<b>6</b>		3	3	3	0	0
<b>8</b>		3	3	3	0	0

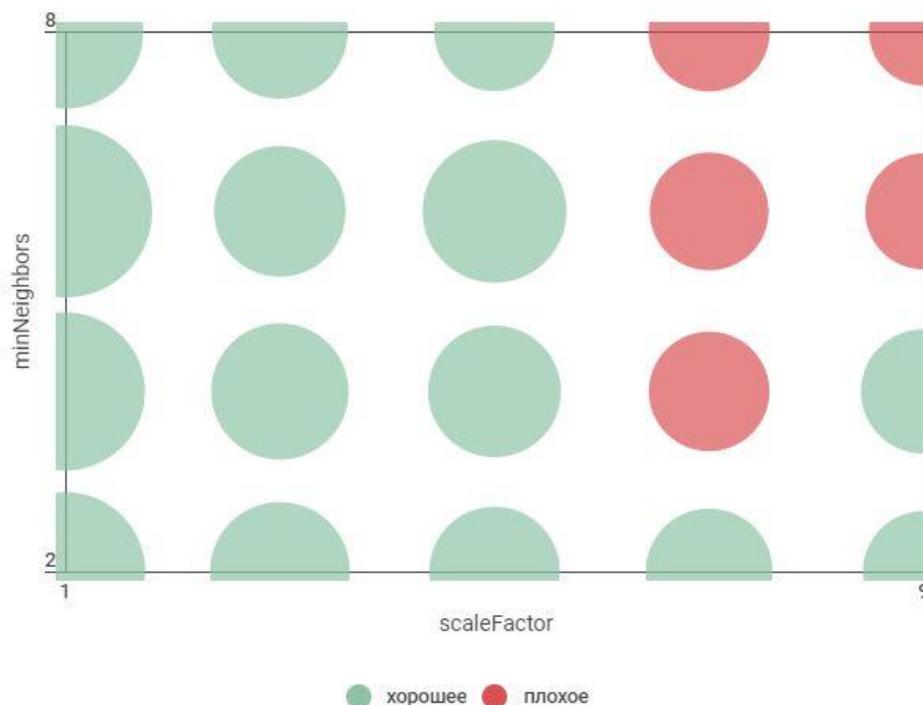


Рисунок 14 – Диаграмма для критерия «Наличие предметов на лице»

Таблица 5 – Время работы для критерия «Некачественное освещение»

<b>scaleFactor:</b>		<b>1,1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	<b>1,9</b>
<b>minNeighbors:</b>						
<b>2</b>		0,171	0,130	0,093	0,096	0,090
<b>4</b>		0,165	0,114	0,098	0,108	0,088
<b>6</b>		0,171	0,150	0,113	0,093	0,088
<b>8</b>		0,176	0,109	0,093	0,093	0,083

Таблица 6 – Качество работы для критерия «Некачественное освещение»

<b>scaleFactor:</b> <b>minNeighbors:</b>	<b>1,1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	<b>1,9</b>
<b>2</b>	3	2	2	1	2
<b>4</b>	2	2	1	1	1
<b>6</b>	2	1	1	1	0
<b>8</b>	2	1	1	1	0

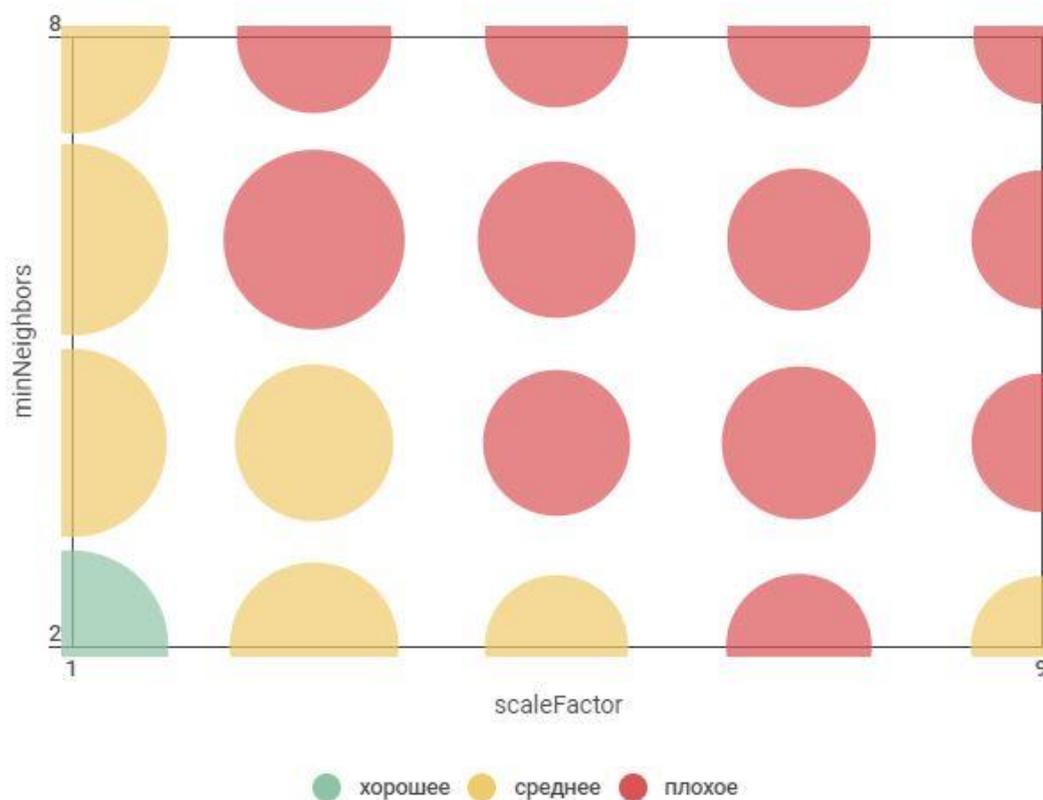


Рисунок 15 – Диаграмма для критерия «Некачественное освещение»

Таблица 7 – Время работы для критерия «Наличие нескольких лиц»

<b>scaleFactor:</b> <b>minNeighbors:</b>	<b>1,1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	<b>1,9</b>
<b>2</b>	0,498	0,228	0,187	0,143	0,145
<b>4</b>	0,381	0,215	0,159	0,124	0,132
<b>6</b>	0,359	0,263	0,157	0,127	0,116
<b>8</b>	0,387	0,203	0,151	0,142	0,128

Таблица 8 – Качество работы для критерия «Наличие нескольких лиц»

<b>scaleFactor:</b> <b>minNeighbors:</b>	<b>1,1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	<b>1,9</b>
<b>2</b>	3	2	2	1	1
<b>4</b>	3	2	1	1	1
<b>6</b>	2	1	0	0	0
<b>8</b>	2	1	0	0	0

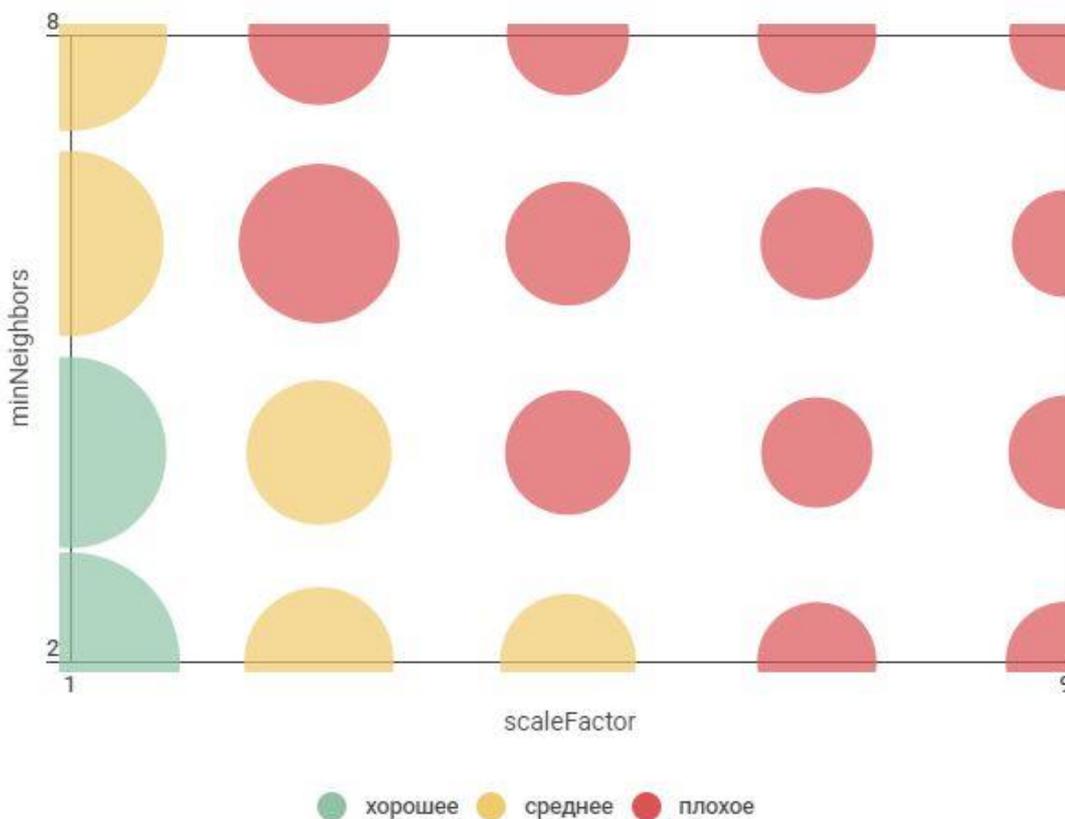


Рисунок 16 – Диаграмма для критерия «Наличие нескольких лиц»

Таблица 9 – Время работы для критерия «Наклон головы»

<b>scaleFactor:</b> <b>minNeighbors:</b>	<b>1,1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	<b>1,9</b>
<b>2</b>	0,194	0,129	0,111	0,109	0,103
<b>4</b>	0,187	0,135	0,116	0,107	0,107
<b>6</b>	0,188	0,125	0,111	0,114	0,104
<b>8</b>	0,208	0,127	0,136	0,109	0,099

Таблица 10 – Качество работы для критерия «Наклон головы»

<b>scaleFactor:</b> <b>minNeighbors:</b>	<b>1,1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	<b>1,9</b>
<b>2</b>	3	3	3	3	1
<b>4</b>	3	3	3	3	1
<b>6</b>	3	3	3	3	0
<b>8</b>	3	3	3	3	0

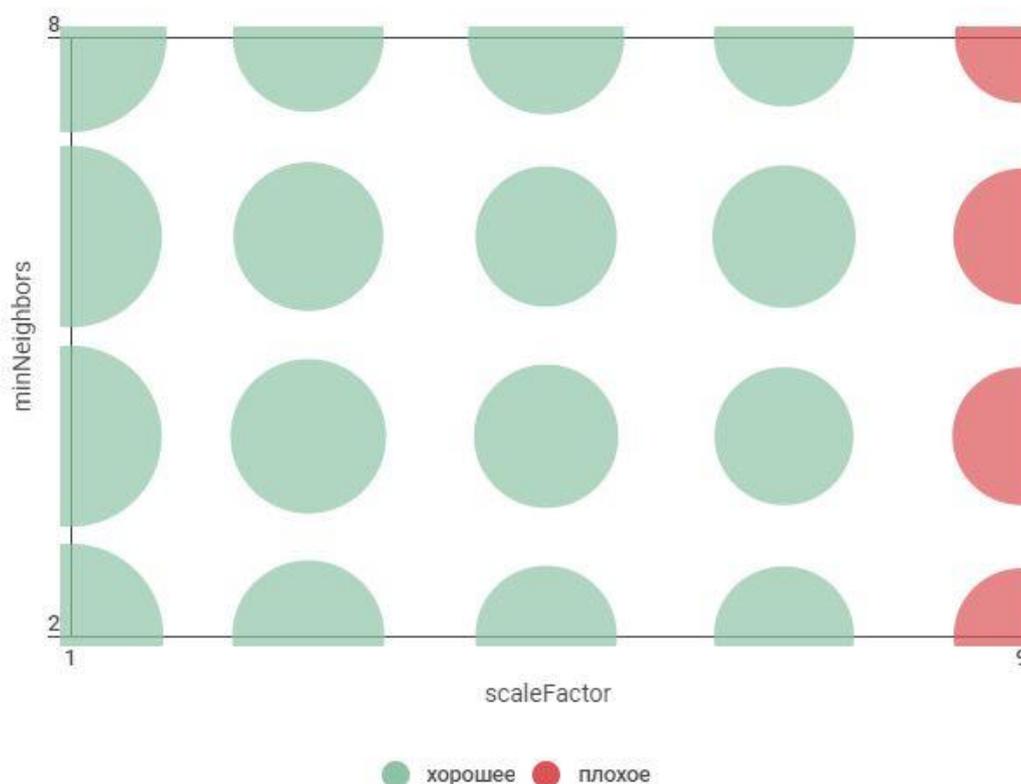


Рисунок 17 – Диаграмма для критерия «Наклон головы»

Таблица 11 – Время работы для критерия «Неоднородный фон»

<b>scaleFactor:</b> <b>minNeighbors:</b>	<b>1,1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	<b>1,9</b>
<b>2</b>	0,286	0,168	0,142	0,134	0,116
<b>4</b>	0,281	0,164	0,135	0,137	0,109
<b>6</b>	0,297	0,198	0,144	0,125	0,120
<b>8</b>	0,312	0,170	0,140	0,121	0,110

Таблица 12 – Качество работы для критерия «Неоднородный фон»

<b>scaleFactor:</b> <b>minNeighbors:</b>	<b>1,1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	<b>1,9</b>
<b>2</b>					
<b>4</b>					
<b>6</b>					
<b>8</b>					

Продолжение таблицы 12

<b>2</b>	2	3	3	2	2
<b>4</b>	3	3	3	3	0
<b>6</b>	3	3	3	3	0
<b>8</b>	3	3	3	3	0

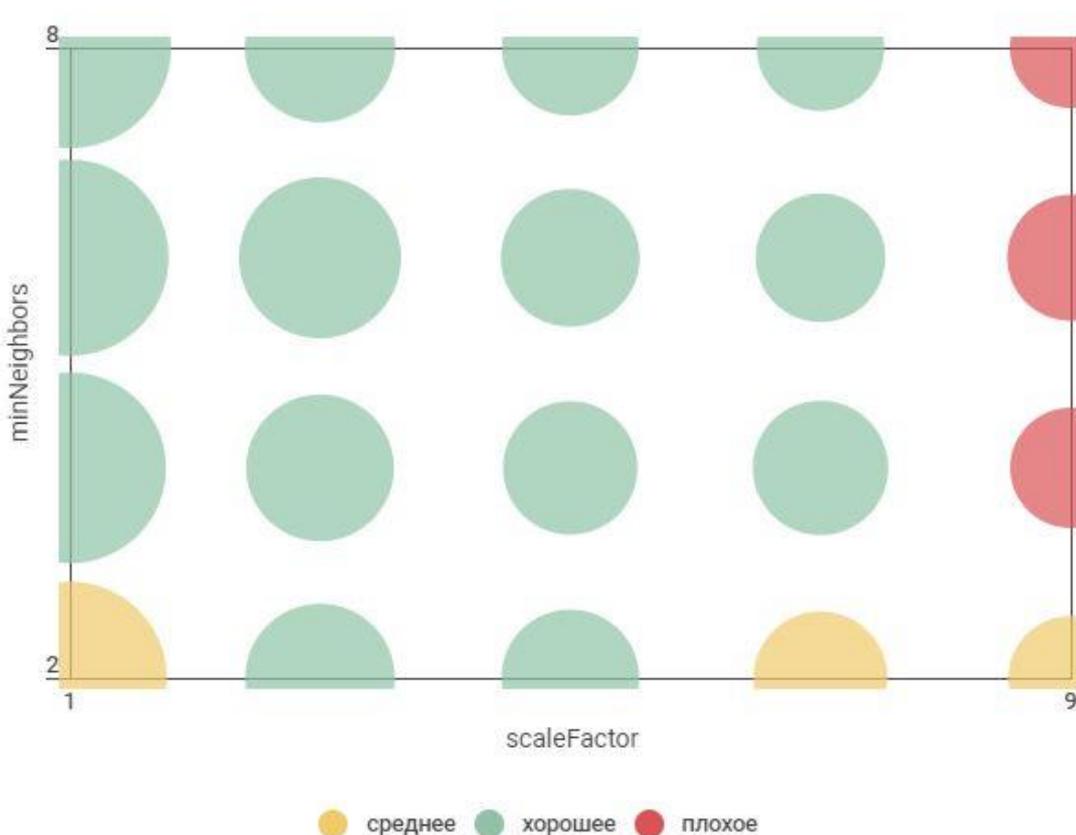


Рисунок 18 – Диаграмма для критерия «Неоднородный фон»

Как можно заметить из диаграмм, для каждого критерия существует определенная пара значений параметров, которая дает наименьшее время и наилучшее качество детектирования. Причем для различных критериев эти пары значений различны. Это означает, что лучшим решением будет подбирать значения данных параметров в зависимости от поставленной задачи. Например, имеется камера в узком, плохо освещенном коридоре, через который ежедневно проходит большое количество людей. В этом случае значения параметров `scaleFactor` и `minNeighbors` нужно приблизить к их минимальным значениям, это повысит точность детектирования, однако будет работа алгоритма Виолы-Джонса будет занимать чуть больше времени.

### 3.2 Подключение ip-камеры для тестирования модуля

До этого момента работа модуля детектирования лиц тестировалась либо на изображениях, либо на видеопотоке с веб-камеры компьютера. Однако в конечной системе предусмотрено использование ip-камер для транслирования видеопотока на сервер и дальнейшей обработки другими программными модулями.

Для тестирования разработанного модуля использовалась ip-камера D-Link DCS-2230. Данное устройство поддерживает следующие протоколы стриминга, по которым сервер будет получать видеопоток с камеры:

- HTTP – протокол передачи данных прикладного уровня. На сегодняшний день используется для передачи произвольным данным. Основан на технологии «клиент-сервер». В используемой камере по умолчанию данные передаются по протоколу HTTP.
- RTSP – протокол прикладного уровня, который может предоставлять возможность управления медиапоток. Используется вместе с протоколами нижнего уровня, например, RSVP, RTP, TCP/UDP и IP. Данный формат использует стандарт сжатия видео H.264 и узкополосный аудиокодек G.711 [7].

Было принято решение сравнить некоторые параметры работы вышеописанных протоколов стриминга для того, чтобы выбрать наиболее подходящий для взаимодействия с разработанным модулем детектирования лиц. Сравнение производилось по таким параметрам, как: приблизительное время задержки воспроизведения, количество верных срабатываний алгоритма детектирования при непрерывном нахождении лица в кадре за 5, 10 и 15 секунд. Результаты сравнения приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Результаты сравнения протоколов стриминга

	<b>HTTP</b>	<b>RTSP</b>
Приблизительное время задержки воспроизведения, сек	1,38	2,63

Продолжение таблицы 13

Количество верных срабатываний алгоритма детектирования при непрерывном нахождении лица в кадре за 10 секунд	5	51
Количество верных срабатываний алгоритма детектирования при непрерывном нахождении лица в кадре за 10 секунд	12	93
Количество верных срабатываний алгоритма детектирования при непрерывном нахождении лица в кадре за 10 секунд	23	147

Далее, по результатам сравнения протоколов стриминга с ip-камеры была построена столбчатая диаграмма, наглядно показывающая отличия в производительности между HTTP и RTSP. Диаграмма представлена на рисунке 19.

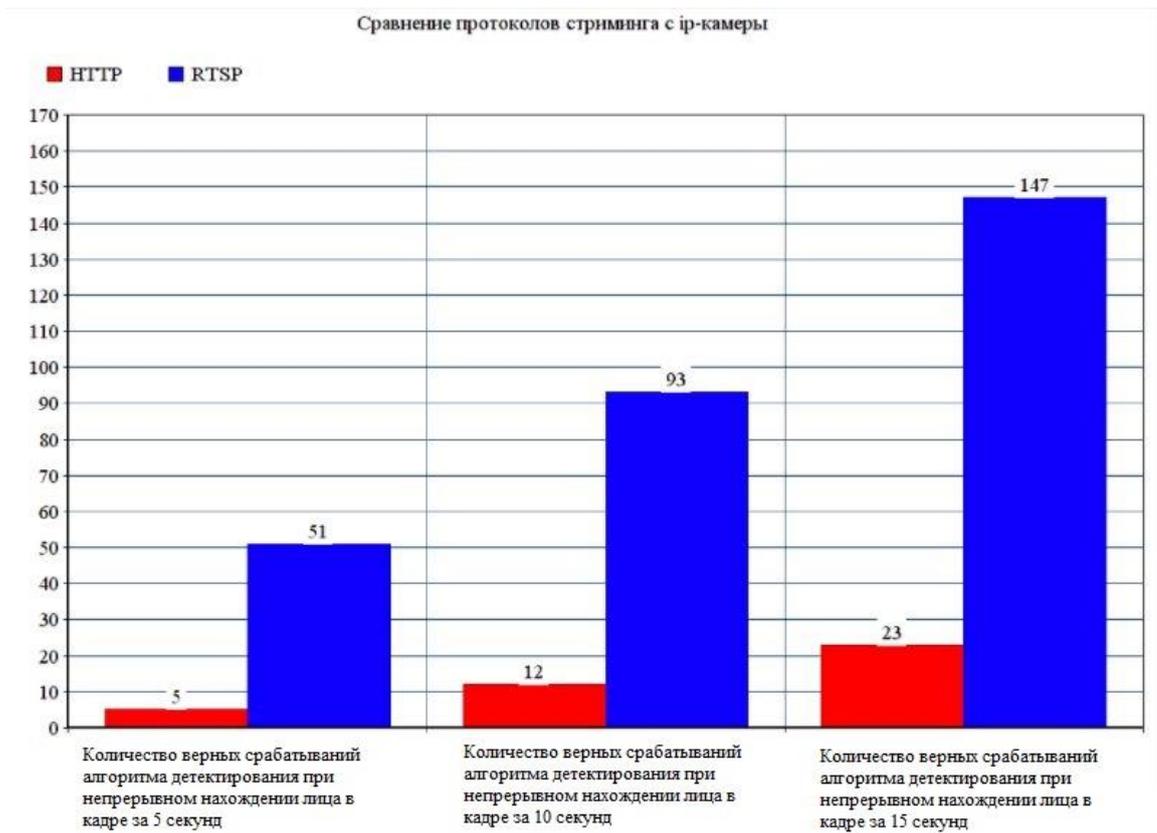


Рисунок 19 – Диаграмма сравнения HTTP и RTSP

Из представленной диаграммы видно, что несмотря на большую в два раза задержку воспроизведения, протокол RTSP имеет значительное отличие по производительности. HTTP, в свою очередь, не подходит для потокового стриминга в реальном времени, в котором важны время задержки и интерактивность [6].

При подключении камеры к сети и к маршрутизатору, ей назначается ip-адрес, который можно узнать через программное обеспечение камеры. Данная процедура показана на рисунке 20.



### 3.3 Интеграция с модулем распознавания лиц

Разрабатываемый в данной работе модуль детектирования лиц встроен в модуль распознавания лиц, который в свою очередь взаимодействует с сервером напрямую. Модуль распознавания лиц получает от сервера видеопоток, либо кадр из него и отправляет запрос в модуль детектирования. После ответа от модуля детектирования, если лицо нашлось, модуль распознавания получает координаты лица в кадре, вычисляет кому оно принадлежит и отправляет ответ на сервер. Схема взаимодействия модулей детектирования и распознавания показана на рисунке 22.

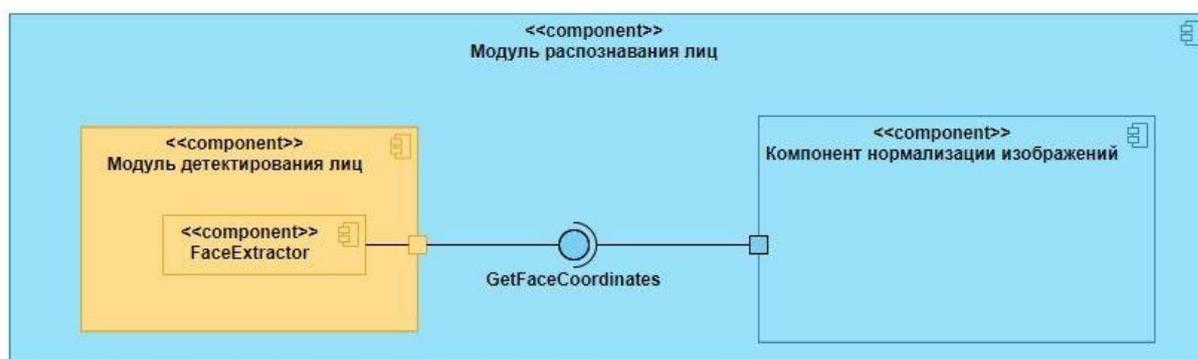


Рисунок 22 – Взаимодействие модулей детектирования и распознавания лиц

Для интеграции модуля детектирования лиц и модуля распознавания лиц был реализован класс FaceExtractor, с которым напрямую взаимодействует компонент обрезки и нормализации изображений в модуле распознавания лиц. В данном классе представлен метод GetFaceCoordinates, в качестве параметра которого выступает кадр в видеопотоке. Этот метод возвращает координаты лиц на изображении для дальнейшей обработки в модуле распознавания лиц.

## **4. Концепция стартап проекта**

### **4.1 Описание продукта как результата НИР**

В настоящее время вопрос безопасности приобретает все больший приоритет. В связи с этим возникает спрос на решение в области видеоаналитики. Системы видеоаналитики с применением современных нейросетевых алгоритмов способны эффективно решать вопросы обеспечения безопасности, а использование новых веб-технологий и фреймворков позволяет автоматизировать многие бизнес-процессы, такие как составление отчетов или визуализация данных.

Разрабатываемая система решает большинство из них:

- оповещение о несанкционированном доступе к объектам;
- составление статистики;
- формирование отчета.

Для того, чтобы обеспечить доступ субъектов к тем или иным объектам безопасности (помещениям), используется модуль детектирования лица и сопоставления с базой данных. Это позволит определить, зарегистрирован ли человек в базе данных и какие права ему предоставлены. В разрабатываемой системе по умолчанию имеется несколько уровней доступа. Каждому человеку, работающему на объекте, сопоставляется уровень доступа, который регламентирует его привилегии по отношению к остальным объектам защиты.

В система также имеется уровни активности, по которым система оповещает оператора. В случае, если система обнаружила нарушение, то необходимо провести квитиование, то есть система оповещает о нарушении оператора и требует от него подтверждение, что инцидент был обнаружен оператором и подтвержден. Нейронные сети способны не только определить нарушение, но и факт наличия подозрительной активности, например, большое количество людей в определенной зоне, не предназначенной для такого числа людей.

Наличие пользовательского интерфейса также позволяет строить графики и на основе которых можно сделать выводы об активности организации в целом. Например, за определенный период можно посмотреть динамику нарушений или количество посещений тех или иных зон предприятия. Пользователь может выбрать показатель и время, по которым и будет производиться расчет графиков.

Формирование отчета также является очень важным моментом, поскольку для большинства организаций необходима отчетность, и возможность автоматизировать данный процесс экономит время. В разрабатываемой информационной системе имеется модуль, использующий достаточно функциональную библиотеку, с помощью которой можно формировать множество видов отчетов. В них можно поместить как тестовую информацию, так и изображения и графики. В зависимости от потребностей заказчика можно формировать любой макет страницы отчета благодаря используемым решениям. Этот подход является преимуществом нашей системы, поскольку является адаптируемым решением под нужды бизнеса. Также возможно применение сторонних решений, в случае если требования заказчика к отчетности достаточно сложны.

На рисунке 24 представлен отчет, где имеется список сотрудников. При нажатии на определенном сотрудники появляется страница о перемещениях сотрудника за определенный период времени. Отчет можно изменять по датам посредством написания SQL запросов. Это является гибким решением. Отчеты были построены ПО Fast Report. Если же потребности заказчика не столь большие, то можно обойтись встроенным модулем по составлению отчетов в клиентском приложении.

## Персонал



Рисунок 23 – Отчет по сотрудникам

### Отчет по трекингу

Дата и время обнаружения	Помещение
25.05.2021 22:39:10	Офис
26.05.2021 8:28:10	Офис
26.05.2021 2:43:10	Коридор 2
26.05.2021 6:55:10	Вход
26.05.2021 1:15:10	Коридор 2
25.05.2021 23:22:04	Кладовая 1
25.05.2021 21:43:33	Офис
26.05.2021 4:19:10	Кладовая 2
26.05.2021 1:27:10	Офис
26.05.2021 3:54:10	Офис
26.05.2021 11:50:10	Кладовая 3
26.05.2021 0:33:10	Коридор 2
25.05.2021 21:33:33	Серверная 2
25.05.2021 23:45:10	Офис
25.05.2021 20:39:33	Вход
26.05.2021 10:28:10	Кладовая 1
25.05.2021 21:53:33	Кладовая 1
26.05.2021 10:29:10	Коридор 2
25.05.2021 23:27:04	Коридор 2
26.05.2021 11:25:10	Кладовая 2
25.05.2021 22:22:10	Вход
26.05.2021 0:53:10	Офис
25.05.2021 23:05:04	Вход
26.05.2021 10:10:10	Офис
26.05.2021 5:54:10	Кладовая 1
26.05.2021 0:24:10	Комната с ограниченным доступом
25.05.2021 21:36:10	Комната охраны
25.05.2021 20:47:04	Кладовая 3
26.05.2021 0:28:10	Вход
26.05.2021 12:54:10	Офис
26.05.2021 6:36:10	Офис
26.05.2021 4:21:10	Офис
26.05.2021 4:47:10	Кладовая 1
26.05.2021 7:33:10	Комната с ограниченным доступом

Рисунок 24 – Отчет по трекингу сотрудника компании

Научно-исследовательская часть работы заключается в том, что при разработке системы были изучены современные подходы к разработке комплексных систем. Со стороны серверной части были изучены современные нейронные сети и алгоритмы машинного обучения. Были определены наиболее подходящие алгоритмы, которые были доработаны и улучшены для более высокой производительности и эффективности совпадения. Со стороны разработки клиентской составляющей были рассмотрены различные фреймворки и библиотеки. Проведено сравнение их и сделан выбор для разработки. Также изучены современные подходы к проектированию frontend приложений: паттерны проектирования и архитектура. Не менее важным этапом было изучение подходов к интеграции приложения. Также был проведен сравнительный анализ различных типов СУБД, по результатам которого было принято решение использование документоориентированной СУБД для быстрой записи данных в реальном времени, а реляционная СУБД для целостного и долговременного хранения информации необходимой для функционирования системы.

#### **4.2 Способы защиты интеллектуальной собственности**

В настоящее время предусмотрено три варианта защиты по правовой собственности программы для ЭВМ: авторское право, патентное право и законодательство о коммерческой тайне. Защита программы для ЭВМ в качестве авторского права является наиболее популярным вариантом. В данном случае главный критерий охраноспособности – творческая составляющая. Согласно статья 1261 ГК РФ, программа для ЭВМ включает в себя следующие составляющие:

- исходный код;
- объектный код;
- аудиовизуальное отображение;
- подготовительные материалы.

Поскольку продукт обладает всеми этими составляющими, то он вполне способен претендовать на защиту в качестве авторского права.

### 4.3 Объем и емкость рынка

По оценке fortune business insights мировой рынок видеоаналитики на 2019 год оценивается в 213,3 млн. руб [8].

По оценке TAdviser, среднегодовой темп роста CAGR составит 20,4%. В 2019 году рынок видеоаналитики в России оценивается в 18,79 млрд руб. На 2025 год прогнозируемый объем рынка составляет 51,75 млрд руб [9].

На основе найденных оценок можно сделать вывод, что объем рынка обладает внушительным размером как в мировом масштабе, так и в пределах России. Прогнозируемые значения, показанные на рисунке 25, говорят о значительном прогрессе данной предметной области.



Рисунок 25 – Рост рынка видеоаналитики в России с 2019 по 2025 г.

Изучая емкость рынка для нашего предприятия, были выделены следующие факторы и показатели, как показано в таблице 14.

Таблица 14 – Факторы и показатели проекта

Факторы и показатели	Описание
Период	Год
Границы рынка	город Томск
Критерии расчета	возможный уровень потребления
Потребители	B2B, B2G: – Банки, финансы, страхования – Розничная торговля – здравоохранение – Транспорт и логистика – Госуправление – Энергетика – Производство – Добыча полезных ископаемых – Туристический бизнес – Развлекательная сфера
Товарные группы	Рынок видеоаналитики: программное обеспечение для видеонаблюдения и видеоаналитики, послепродажное обслуживание.
Единица измерения	– Единицы продукции – Национальная валюта

Из найденных данных можно сделать подсчет емкости рынка для Томска. Всего удалось найти 32862 подходящих организаций, как показано на рисунках 26 и 27 [10].

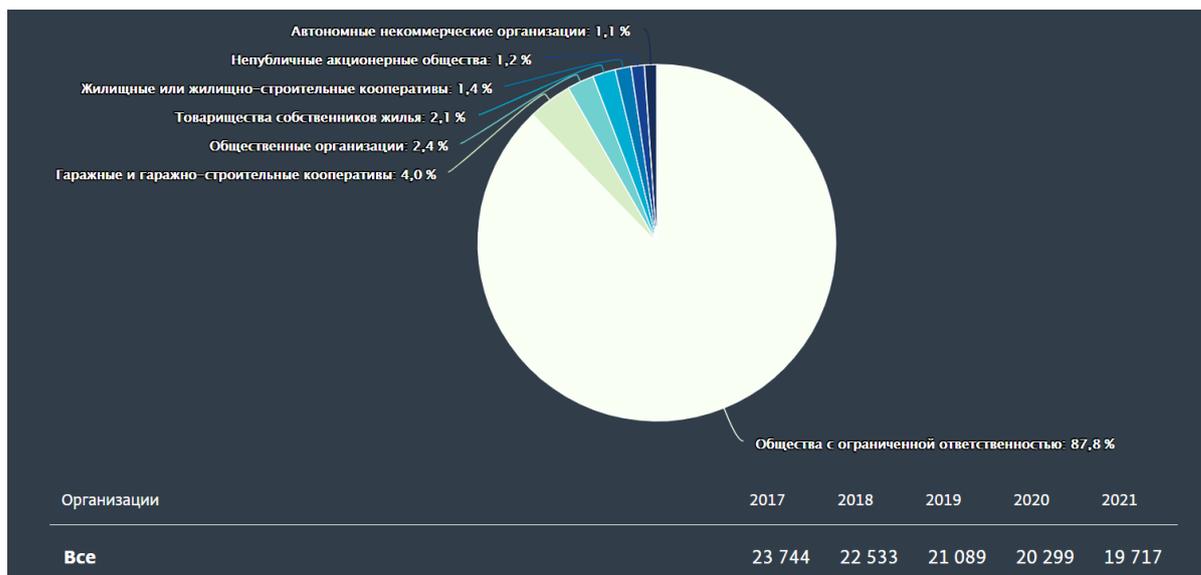


Рисунок 26 – Динамика количества юридических лиц

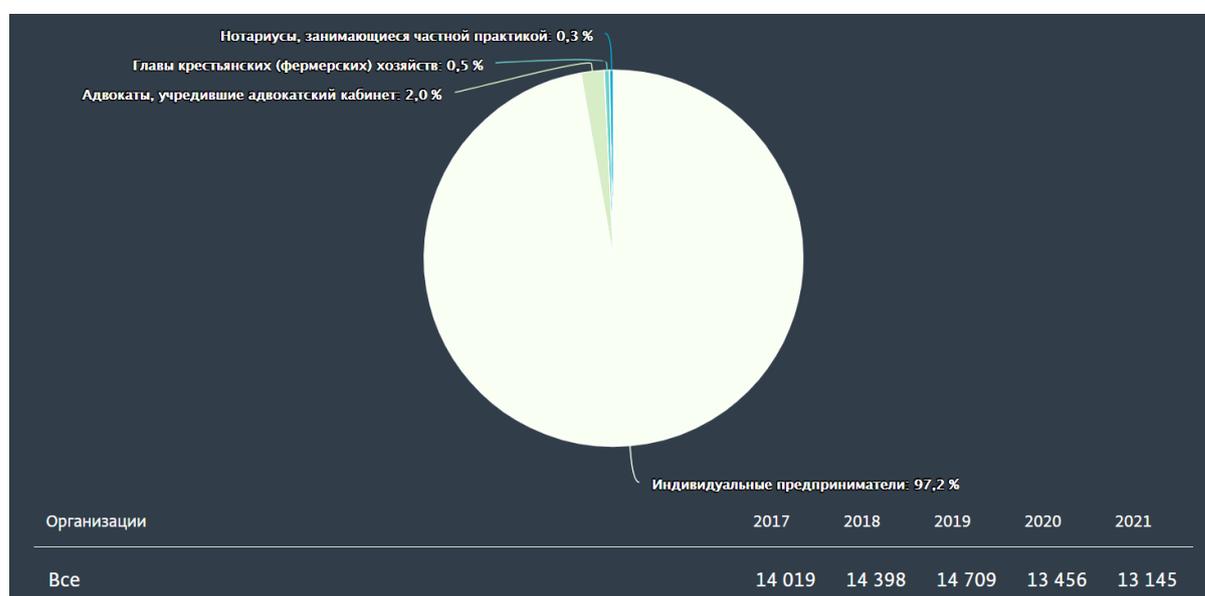


Рисунок 27 – Динамика количества индивидуальных предпринимателей

Исследуя данные из открытых источников, не было найдено локальных производителей с похожими товарными группами. Следовательно, имея стоимость продукта в 39 тыс. рублей емкость рынка может составить 1,28 млрд. рублей. От данного значения нам достаточно 0,0393% в год, чтобы окупить свои затраты.

#### 4.4 Современное состояние и перспективы отрасли

##### 4.4.1 Обзор отрасли

Если говорить о мире в целом, то рынок видеоаналитики испытывает быстрый рост из-за снижающихся цен на видеокамеры с высоким

разрешением. Представители различных категорий бизнеса, в том числе малого и среднего, сейчас вполне способны приобрести автономную систему видеонаблюдения с элементарными функциями видеоаналитики. IP-камеры имеют высокое разрешение и возможность устанавливать удалённый доступ, как через Интернет, так и внутри корпоративных сетей.

До настоящего времени алгоритмы видеоаналитики применялись, в основном, для следующих целей:

- подсчёт посетителей;
- распознавание опасных предметов;
- распознавание лиц и идентификация людей;
- обеспечение безопасности в местах большого скопления людей, на охраняемых территориях и государственных объектах.

Следующим шагом развития систем видеонаблюдения является использование методов видеоаналитики для повышения эффективности работы персонала, автоматического отслеживания каких-либо необходимых событий в режиме реального времени, а также генерация и анализ статистики на основе полученных данных.

#### **4.4.2 Основные вендоры рынка**

Компания "Центр 2М" называет следующих наиболее заметных участников отрасли в России [9]:

- Loginom Company,
- SAP SE,
- ООО «Видеоинтеллект»,
- MicroStrategy,
- Axxon,
- Macroscop Eocortex,
- Vocord,
- НПЦ «БизнесАвтоматика»,
- SAS Institute Inc,

- ООО ДиСиКон,
- Contour Components,
- ООО «Синезис»,
- QlikTech.

#### **4.4.3 Предпосылки роста отрасли**

Стоимость IP-оборудования, в том числе и камер, постепенно уменьшается. Одновременно с этим, в настоящее время стоимость владения IP-системами видеонаблюдения снизилась, что делает данные технологии доступными и способствует широкому распространению программного обеспечения и приложений видеоаналитики.

По мнению Марины Иванченко, заместителя генерального директора по стратегическому развитию компании «Центр 2М», видеоаналитика пока далека от массового внедрения в России. Но в отрасли наметились три важных тенденции, которые, существуя вместе и усиливая друг друга, обеспечат быстрый рост рынка в будущем [11].

Во-первых, это рост доверия к умным решениям. Рынок видеоаналитики ориентируется на успешные пилотные проекты и развивается благодаря им. Чем больше таких игроков на рынке, тем больший интерес к отрасли будут проявлять новые.

Во-вторых, это рост количества и качества камер и датчиков. В крупных городах установлены целые сети, состоящие из множества камер, но большинство устройств являются технически устаревшими и не подходящими для реализации решений видеоаналитики. Однако, в процессе их обновления будет расти и количество реализованных на практике систем видеоаналитики, а также данных, обрабатываемых системами.

И третья тенденция – это так называемая экономика совместного потребления. Для успешного развития отрасли необходимо, чтобы владельцы камер были готовы предоставить другим инфраструктурам доступ к своему оборудованию, камерам и потокам данных, извлекаемых с их помощью.

#### **4.4.4 Препятствия для роста отрасли**

Основное ограничение отрасли – соображения приватности. Это заставляет разработчиков программного обеспечения для видеоаналитики анализировать проблемы безопасности и создавать дополнительный функционал, идущий в комплекте с основным, для соответствия правовым ограничениям в сфере приватности и персональных данных. Примером такого регулятора может послужить постановление GDPR (Общий регламент защиты персональных данных), вступившее в силу в мае 2018 года. Оно содержит политики ограничения видеонаблюдения в публичных местах и в значительной мере ограничивает деятельность многих вендоров европейского рынка [12].

В России также есть аналогичный закон. В Российской Федерации принят Федеральный закон "О персональных данных" от 27.07.2006 N 152-ФЗ, согласно которому, материалы с изображениями граждан, полученные в результате видеосъёмки в публичных местах и на охраняемых территориях не являются биометрическими персональными данными [13]. Однако, если используются системы для распознавания лиц, присваивающая изображениям или людям определенные идентификаторы, то данный Федеральный закон уже вступает в силу, а пользователь такой системы приравнивается к оператору персональных данных, и организация хранения такой информации должна соответствовать требованиям ФЗ-152.

#### **4.4.5 Прогнозы роста рынка**

В соответствии с данными компании Statista, доходы от оборудования, программного обеспечения и услуг видеоаналитики к 2022 году достигнут 3 млрд. долларов со среднегодовым темпом роста 19,6% [14]. Прогноз и доли рынка по сегментам показаны на рисунке 28.

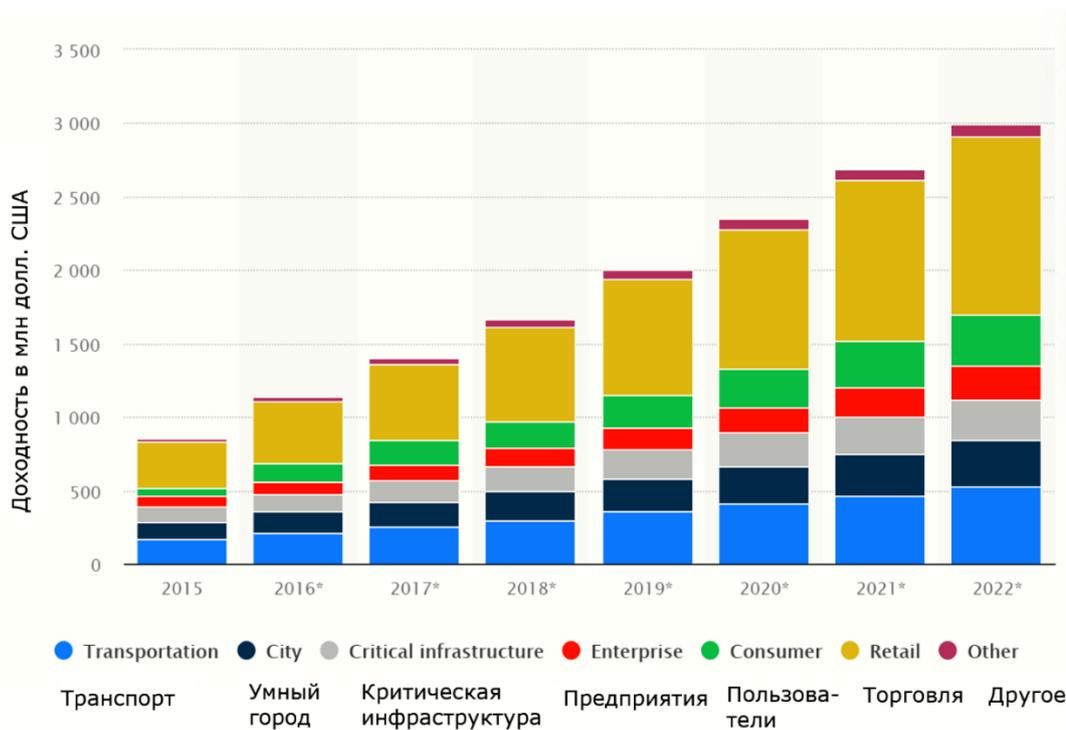


Рисунок 28 – Прогноз роста мирового рынка видеоаналитики

По данным исследовательской фирмы Allied Market Research, объем рынка систем видеоаналитики в мире в 2023 году составит более 13 млрд. долларов при среднегодовом темпе роста около 26% [15].

Прогноз рынка видеонаблюдения в Российской Федерации до 2022 г. согласно оценке МГТС, к которому отрасль видеоаналитики имеет прямое отношение, приведен на рисунке 29.



Рисунок 29 – Прогноз российского рынка видеонаблюдения

## 4.5 Себестоимость продукта

Расчёт стоимости продукта будет основываться на полных затратах на разработку, потенциальном количестве продаж и желаемом сроке окупаемости – 2 года.

Выбор срока окупаемости основывается на следующих факторах:

1. 2 года – относительно небольшой срок, поэтому точность расчётов пострадает не так сильно.
2. Выбор более низкого срока означает потерю конкурентного преимущества в виде низкой цены.
3. Выбор более высокого срока означает понижение инвестиционной привлекательности проекта.

Для подсчёта стоимости продукта, которая обеспечит максимальную выгоду, прежде всего, необходимо рассчитать себестоимость продукта, для чего необходимо определить издержки и затраты.

Поскольку прямой расчет затрат выполнить затруднительно в силу отсутствия полной и достоверной информации, в качестве элементов затрат мы будем рассматривать издержки альтернативного использования наших ресурсов. Первым элементом альтернативных издержек является заработная плата, которую могли получать участники проекта, работая на различных должностях по специальности вместо работы над проектом.

Вторым элементом издержек является использование оборудования, в этом случае ноутбуков, которые могли сдаваться в аренду в период работы над проектом.

Решение включить альтернативные издержки в затраты проекта было принято, так как работа над проектом должна быть прибыльна, в первую очередь, для её участников. Если участники проекта не могут извлечь из него выгоду, то об инвестиционной привлекательности не может идти и речи. Следовательно, проект должен окупить все затраченные на него ресурсы, в том числе альтернативные издержки. Если проект не способен покрыть величину расходов, равную альтернативным издержкам, связанным с

работой участников по специальности и сдачей оборудования в аренду (то есть обеспечить среднерыночную доходность), возникают сомнения в его прибыльности и обоснованности.

Также учитываются затраты на электричество и интернет, потраченные во время работы.

Все участники проекта вели разработку из дома дистанционно, поэтому расходы на офис не включаются в затраты по проекту.

В ходе работы использовались следующие программные продукты и библиотеки:

1. Visual Studio;
2. Entity Framework;
3. MySQL Server;
4. MySQL Workbench;
5. MongoDB;
6. PyCharm;
7. OpenCV;
8. Vue.js;
9. Figma;
10. WebRTC
11. SignalR
12. ASP NET CORE
13. Hamachi

Все технологии использовались на основе бесплатной лицензии или как open source решение, по этому их стоимость в затраты проекта также не входит.

Заработная плата была выявлена в соответствии с имеющимися вакансиями junior-разработчиков, средняя начальная заработная плата по таким вакансиям в Томске составляет 40 тыс. руб. Информация по заработным платам взята с ресурсов [tomsk.hh.ru](http://tomsk.hh.ru) [16] и [www.riatomsk.ru](http://www.riatomsk.ru).

Расходы на оплату труда рассчитывались следующим образом:

$$\text{Заработная плата} = \frac{\text{Затраченные часы на разработку}}{\text{Количество рабочих часов в году}} * \text{Годовая зарплата}$$

Соответственно, годовая зарплата рассчитывалась как месячная \* 12.

С затраченными часами на разработку можно ознакомиться в таблице 15.

Таблица 15 – Затраченное время на разработку

<b>Участник команды</b>	<b>Время работы, часы</b>
Игорь	200
Алексей	220
Михаил	200
Артур	200
Иван	200
Руслан	200
Антон	200

Далее по указанной формуле с учётом месячной зарплаты 40 тыс. руб. была рассчитана упущенная выгода по каждому участнику команды, а также общая для проекта. Результат расчёта представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Затраты на заработную плату без страховых взносов

<b>Участник команды</b>	<b>Затраты на ЗП, рубли</b>
Игорь	48682
Алексей	53550
Михаил	48682
Артур	48682
Иван	48682
Руслан	48682
Антон	48682
Общие	345638

Таким образом, общие затраты по фонду оплаты труда без страховых взносов равны 345639 рублей.

После расчёта заработной платы необходимо учесть страховые взносы. Налоговый кодекс предусматривает страховые взносы на обязательное пенсионное страхование (ОПС) в размере 22% от заработной платы, на обязательное медицинское страхование (ОМС) в размере 5,1% от заработной платы и в фонд социального страхования в размере 2,9% от заработной платы.

Затраты на заработную плату с учётом указанных страховых выплат приведена в таблице 17.

Таблица 17 – Затраты по заработной плате с учётом страховых взносов

<b>Участник команды</b>	<b>Затраты на ЗП с учётом страховых выплат, рубли</b>
Игорь	63286
Алексей	69615
Михаил	63286
Артур	63286
Иван	63286
Руслан	63286
Антон	63286
Общие	449331

Таким образом, общие затраты по фонду оплаты труда с учетом страховых взносов равны 449331 рублей.

Далее была рассчитана упущенная выгода за сдачу ноутбуков в аренду на период работы. Стоимость аренды ноутбука сформирована на основе цен организации «Мир аренды ноутбуков». Стоимость суток аренды составляет 150 рублей, следовательно, час аренды стоит 6,25 рублей. Альтернативные издержки за аренду оборудования рассчитывались по формуле:

Упущенная выгода за аренду ноутбуков =

Стоимость часа аренды \* Затраченные часы на разработку

С результатами расчёта можно ознакомиться в таблице 18.

Таблица 18 – Издержки за аренду ноутбуков

<b>Участник команды</b>	<b>Издержки за аренду ноутбуков, рубли</b>
Игорь	1250
Алексей	1375
Михаил	1250
Артур	1250
Иван	1250
Руслан	1250
Антон	1250
Общие	8875

Далее были рассчитаны затраты на электроэнергию. Расчёты велись по формуле:

Затраты на электроэнергию =

Стоимость киловатта в час \* Затраченные часы на разработку

Стоимость киловатта электроэнергии в час была взята с ресурса energovorpros.ru и составила 3,66 рублей [11]. Затраченные часы на разработку были указаны ранее в таблице 1. Результаты расчёта расходов на электричество представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Расходы на электричество

<b>Участник команды</b>	<b>Расходы на электричество, рубли</b>
Игорь	47,57
Алексей	185,28
Михаил	98,75
Артур	47,57
Иван	32,96
Руслан	98,75
Антон	47,57
Общие	558,43

Расходы на интернет были рассчитаны по следующей формуле:

Расходы на интернет =

$$\frac{\text{Затраченные часы на разработку}}{\text{Количество часов в году}} * \text{Стоимость интернета в год}$$

Стоимость интернета в год рассчитывалась как стоимость интернета в месяц \* 12. Стоимость интернета в месяц показана в таблице 20.

Таблица 20 – Стоимость оплаты интернета

<b>Участник команды</b>	<b>Оплата интернета, руб/мес</b>
Игорь	350
Алексей	360
Михаил	350
Артур	350
Иван	550
Руслан	350
Антон	350

Результаты расчёта затрат на интернет представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Расходы на интернет

<b>Участник команды</b>	<b>Расходы на интернет, рубли</b>
Игорь	95,89
Алексей	108,49

Продолжение таблицы 21

Михаил	95,89
Артур	95,89
Иван	150,68
Руслан	95,89
Антон	95,89
Общие	738,63

Таким образом, себестоимость продукта рассчитывается как сумма описанных выше затрат и издержек:

Себестоимость продукта =

Издержки заработной платы + Издержки аренды ноутбуков  
+ Затраты на электроэнергию + Затраты на интернет

Просуммированные издержки по всем участникам, а также общие показаны в таблице 22.

Таблица 22 – Общие затраты на разработку

<b>Участник команды</b>	<b>Общие затраты, рубли</b>
Игорь	64679
Алексей	71283
Михаил	64731
Артур	64679
Иван	64720
Руслан	64731
Антон	64679
Общие	459503

Из вышесказанного следует, что затраты на разработку продукта составляют 459503 руб. (округлим до 460 тыс. руб. для удобства расчетов).

В соответствии со стратегией продвижения, продукт будет продаваться в виде годовой подписки и единоразовой покупки. У обоих вариантов есть как преимущества, так и недостатки. В условиях продолжительного использования единоразовая покупка будет обходиться дешевле для потребителя, с другой стороны, осуществление поддержки и обновления будут проводиться только для версии по подписке. На поддержку и выпуск обновлений со стороны разработчиков планируется ежегодно тратить 70000 рублей.

Кроме затрат на разработку и обновления необходимо учесть затраты на маркетинг и продвижение продукта. Сюда входят затраты на разработку сайта, рекламу и непосредственный поиск клиентов согласно Push стратегии.

На сайте будет находиться необходимая информация, можно будет сделать заказ, а также будет указана контактная информация. Сайт должен соответствовать таким требованиям как:

1. приятный дизайн;
2. простой и интуитивно понятный пользовательский интерфейс;
3. информативность;
4. возможность сделать заказ.

Создание сайта, отвечающего этим требованиям, обойдётся в 30 тысяч рублей, а хостинг на сервисе alex-group стоит 250 рублей в месяц [12].

В целом на рекламу и продвижение планируется тратить 100 тысяч рублей в год. В эту стоимость входит оплата различной таргетированной рекламы в социальных сетях и точечное привлечение клиентов – поиск подходящих фирм на рынке, их изучение и работа по созданию заинтересованности в приобретении продукта.

Было принято решение сделать расчёт показателей за 3 года. Небольшой промежуток времени взят для большей точности, так как чем долгосрочнее и длиннее прогноз, тем ниже точность и достоверность полученных данных.

Принимая во внимание расходы на разработку продукта – 460000 рублей, затраты на выпуск обновлений – 70 тысяч рублей в год, затраты на разработку сайта – 30 тысяч рублей, стоимость хостинга – 250 руб./мес. и затраты на рекламу и продвижение – 100 тысяч рублей в год, общие расходы по проекту составляют 1008503 рубля за 3 года.

Для оценки потенциально возможных продаж обратимся к рынку. По данным за 2020 год в Томской области насчитывается 42 тысячи предприятий малого и среднего бизнеса.

Воспользуемся методом воронки продаж и предположим конверсии.

Из 42 тысяч предприятий только около 50 % будут подходить по предметной области и имеющемуся оборудованию. У остальных просто не будет необходимости в установки нашего продукта, из-за специфики предметной области и потребностей предприятия.

Из оставшейся 21 тысячи предприятий, только у 40% кто-либо из заинтересованных лиц в руководстве увидит рекламу нашего продукта.

Из 8400 увидевших рекламу, только 30% заинтересуются продуктом и захотят узнать дополнительную информацию.

Из 2520 заинтересовавшихся и узнавших дополнительную информацию, только 18% осознают потребность в подобном продукте для своего предприятия.

Из 453 предприятий, осознавших потребность в подобном продукте, приобретут продукт только 10%.

В итоге получим 45 потенциальных продаж продукта.

Визуализация воронки продаж показана на рисунке 30. Стоит отметить, что на рисунке допущено пренебрежение действительными размерами блоков для улучшения наглядности.

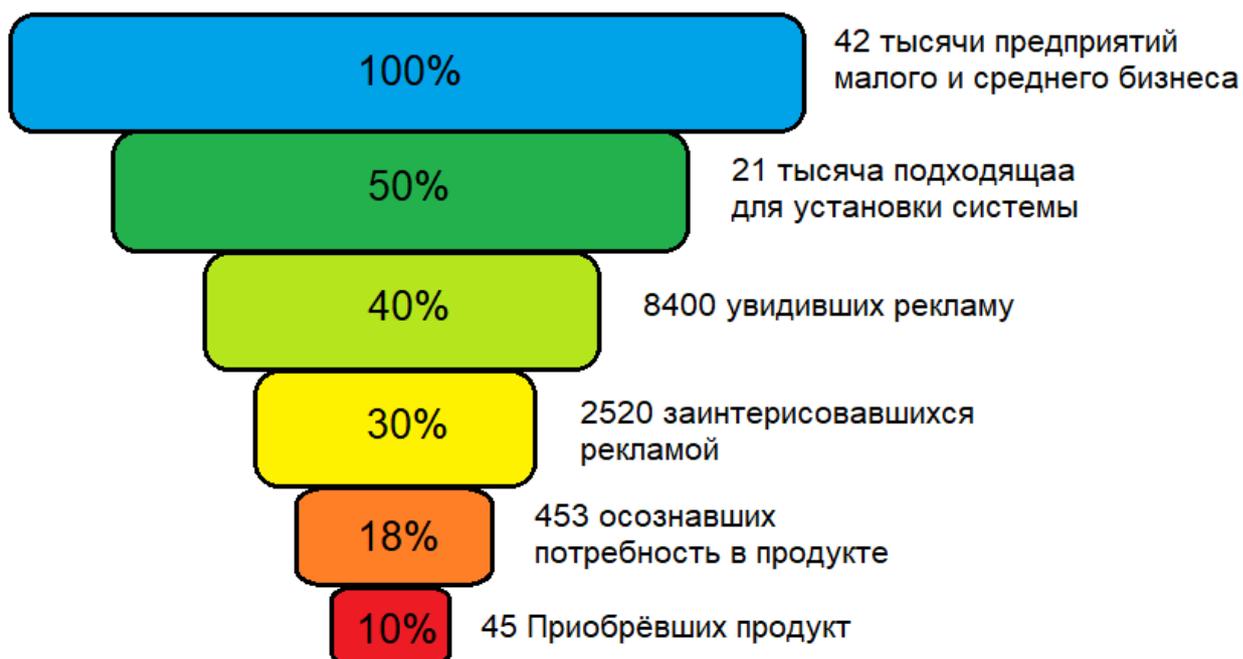


Рисунок 30 – Воронка продаж

Разобьём их на 3 года с нарастающим эффектом, так как в первый год из-за отсутствия репутации и популярности на рынке количество продаж будет ниже.

В результате имеем следующее распределение:

- первый год – продажа 10 копий продукта;
- второй год – продажа 15 копий продукта;
- третий год – продажа 20 копий продукта.

Теперь, чтобы рассчитать стоимость, необходимо учесть срок окупаемости. Обратимся к формуле.

$$\text{Срок окупаемости} = \frac{\text{Общие затраты за рассматриваемый срок}}{\text{Средняя выручка за рассматриваемый срок}}$$

Значит, для того чтобы окупить наш проект за 2 года, мы должны получать среднюю выручку в размере:

$$\text{Средняя выручка} = \frac{\text{Общие затраты за 3 года}}{\text{Срок окупаемости}} = \frac{1008503}{2} = 504252 \text{ руб.}$$

То есть, годовая выручка должна быть не меньше 504252 тыс. руб. в год. Это обеспечит нам окупаемость проекта в течение 2 лет и получение за 3й год прибыли в размере 504252 тыс. руб. В расчете на 3 года получается хорошая норма прибыли, выше среднерыночной доходности (в среднем  $50\% / 3 = 16,67\%$  годовых).

Так как за 3 года планируется продажа 45 копий, следовательно, в среднем в год будет продаваться 15 копий. Тогда цена одной копии продукта составит  $504252 / 15 = 33617$  рублей.

Но, так как планируется два варианта продаж, необходимо рассчитать стоимость подписки. Соотношение единоразовых продаж и подписок в год было принято 50% на 50%, а при условии нечётного числа продаж за год, считается больше на одну продажу по подписке, так как данный вариант привлекателен для покупателей благодаря обновлениям. Цену годовой подписки планируется сделать такой, чтобы количество денег, потраченное

на подписку за 3 года, превышало стоимость единоразовой покупки на несколько тысяч рублей.

Если при формировании стоимости подписки отталкиваться от рассчитанной ранее цены единоразовых продаж (33617 рублей), то срок окупаемости увеличится, так как подписки уменьшают количество моментальной прибыли. Поэтому, чтобы приблизить срок окупаемости к 2 годам, цена единоразовой покупки была установлена 39 тысяч рублей, а цена годовой подписки 14 тысяч рублей.

Далее, с учётом полученной стоимости были рассчитаны полная и чистая прибыль по итогам 3-х лет. С расчётами можно ознакомиться в таблице 23.

Таблица 23 – Расчёт чистой прибыли за 3 года

Показатели	Значения показателей			
	0	1	2	3
Номер года	0	1	2	3
Количество продаж, шт.	-	10	15	20
Количество подписок, шт.	-	5	13	23
Количество покупок без подписки, шт.	-	5	7	10
Прибыль от подписок, руб.	-	70000	182000	322000
Прибыль от продаж без подписки, руб.	-	195000	273000	390000
Суммарная прибыль, руб	-	265000	720000	1432000
Ежегодные затраты на маркетинг, обновление продукта и поддержку сайта, руб.	-	173000	173000	173000
Полные затраты, руб	489503	662503	835503	1008503
Чистый денежный поток, руб.	-489503	-397503	-115503	423497

Также был построен график, наглядно отражающий соотношение прибыли и затрат по проекту в зависимости от времени пребывания на рынке. С графиком можно ознакомиться на рисунке 31.

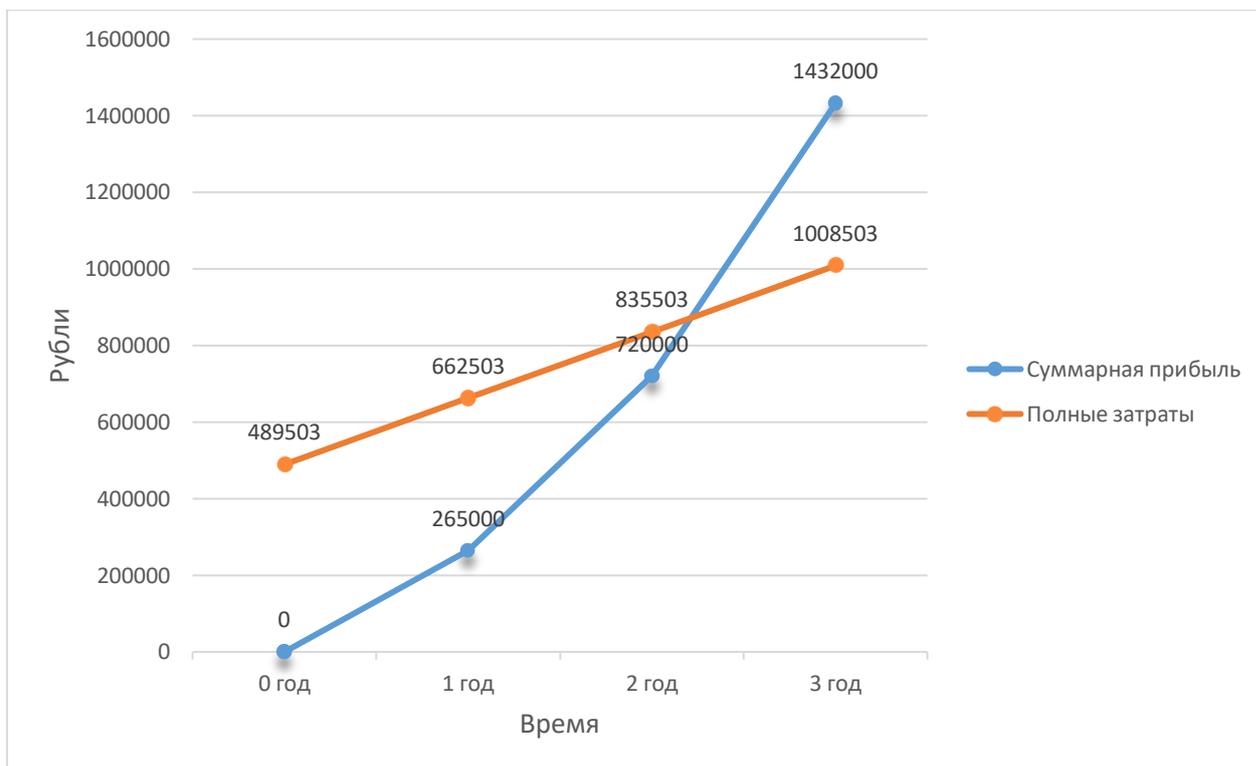


Рисунок 31 – Соотношение расходов и доходов за 3 года

Таким образом, по итогам расчётов срок окупаемости составил 2,11 лет, а норма прибыли в среднем  $42\% / 3 = 14\%$  годовых.

#### 4.6 Конкурентные преимущества создаваемого продукта

Были выделены следующие конкурентные преимущества создаваемой ИС:

- экономный ценовой сегмент;
- доступность;
- широкий функционал;
- низкие требования к техническому обеспечению и уровню подготовки персонала компаний клиентов;
- возможность использования системы во время чрезвычайных ситуаций;
- автоматическое информирование и передача информации экстренным службам в случае ЧС;
- повышение продуктивности работы сотрудников;

- простота установки и интеграции системы видеоаналитики с имеющимися ИС предприятия;
- высокая производительность системы;
- простота в работе с системой;
- снижение уровня несчастных случаев при ЧС;
- подстройка функционала и дизайна системы под требования заказчика;
- повышение уровня безопасности на территории предприятия и репутации организации.

На текущий момент большинство существующих на рынке систем видеоаналитики имеют ограниченный базовый функционал, который позволяют распознавать лица и идентифицировать личности, а также вести статистические отчеты [9]. Примерами таких ИС являются FindFace Security от NTechLab (Россия), GOALCity Agata от Спецлаб (Россия), Ivideon Analytics от Ivideon (Россия), Luna Platform от VisionLabs (Россия), AXIS Store Optimization Suite от AXIS Communication (Швеция) и IDIS FaceTracker от IDIS (Южная Корея).

Ключевой особенностью разрабатываемой системы видеоаналитики, отличающей её от других аналогичных систем, является возможность контроля доступа субъектов к тем или иным объектам безопасности (помещениям), а также контроль численности людей в помещениях.

В таблице 24 представлено сравнение с отечественными и мировыми аналогами.

Таблица 24 – Сравнение с аналогами

Параметр	Продукты						
	Разрабатываемая ИС	FindFace Security	GOALCity Agata	Ivideon Analytics	Luna Platform	AXIS Store Optimization Suite	IDIS FaceTracker
Стоимость	39 000 руб. пожизненная подписка или 14 000 руб./год	1 500 долл. США/6 мес. [13]	7 500 руб./камера [14]	4 750 руб./камера/мес. [15]	0,1–1 млн долл. США для банковской сферы, 0,1–100 тыс. долл. США для сферы торговли (стоимость лицензии на установку) [16]	108 000 руб. [17]	80 000 руб./2 камеры
Страна	Россия	Россия	Россия	Россия	Россия	Швеция	Южная Корея
Разработчик	ТПУ	NTechLab	Спецлаб	Ivideon	VisionLabs	AXIS Communication	IDIS
Точность распознавания лиц	95%	99%	96%	95%	99%	95%	Не менее 95%

Продолжение таблицы 24

Возможность интеграции	Да	Да	Да	Да	Да	Нет	Да
Функционал	-Идентификация посетителей и сотрудников; -контроль доступа; -отслеживание перемещений; -сбор статистики и предоставление отчетов; -интеграция с МЧС.	-Идентификация лиц; -сбор статистики и выгрузка отчетов.	-Идентификация лиц; -хранение и автоповтор ключевых моментов.	-Распознавание клиентов; -подсчет новых и повторных визитов клиентов; -отчеты по возрасту и полу посетителей; -контроль очередей.	- Обнаружение лиц; - извлечение дескриптора лица; - хранение дескрипторов и быстрый поиск; - группировка дескрипторов лица; - сопоставление дескрипторов лица; - определение атрибутов лица; - уведомление сторонних систем о событиях.	- Подсчет количества посетителей; - определение пола и возраста; - оценка заполненности помещения; - отслеживание наличия очередей; - предоставление доступа к данным, триггерам, отчетам и статистике.	- Регистрация лиц людей; - распознавание движущихся лиц; - оповещения и уведомления в режиме реального времени.

#### 4.7 Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта

Стартап ориентирован на следующие целевые сегменты потребителей:

- бизнес-центры (контроль и учет посетителей и сотрудников, сбор статистики по посетителям);
- больницы, поликлиники, частные клиники (контроль и учет посетителей, пациентов и сотрудников, контроль доступа);
- учебные заведения: ВУЗы, школы, профессиональные училища (контроль посещаемости и доступа);
- торгово-развлекательные центры (контроль посетителей и сотрудников, сбор статистики по посетителям, контроль доступа);
- супермаркеты и магазины (контроль и учет посетителей и сотрудников, сбор статистики по посетителям).

С учетом проблем, решаемых системой, а также предназначения и планируемой стоимости продукта можно сделать вывод, что основными целевыми сегментами являются малый и средний бизнес, а также муниципальные организации. Предприятия большинства указанных выше отраслей работают на актуальном и прибыльном рынке, что позволяет выделять средства на развитие предприятия. Данная прибыль позволяет бизнесу вкладываться в инновационные проекты, обновлять оборудование, монтировать новейшие системы, как производственные, так и вспомогательные, вкладываться в развитие IT-инфраструктуры предприятия.

Типичная ситуация осознания потребности: на территории предприятия установлены камеры видеонаблюдения, но текущая система малоэффективна и не обеспечивает должным образом безопасность на объекте. Функционал системы сильно ограничен и позволяет только просматривать видеоряд в реальном времени, а также хранить и просматривать записи с камер. Затраты на охрану становятся существенной

статьей расходов, при этом штат охраны только расширяется с увеличением самого предприятия. Сотрудники часто нарушают график рабочего дня предприятия (опаздывают, уходят с рабочего места раньше положенного, отлучаются по личным делам во время рабочего дня). Время от времени происходят инциденты, связанные с проникновением в помещения посторонних лиц. В продукте видят возможность прекратить постоянный рост сотрудников охраны, а также снизить число возможных инцидентов.

Типичная ситуация на работе: компания создает условия для полного соблюдения трудового кодекса и техники безопасности на предприятии. При этом руководство ищет способы одновременного увеличения прибыли и эффективности работы сотрудников, а также уменьшения риска несчастных случаев, остановов на предприятии и случаев нарушения режима. Компания заботится о своей репутации, работает на качество, узнаваема на рынке.

Типичная ситуация покупки: отделы экономической и информационной безопасности, а также эксперты по цифровизации и служба охраны (если такие имеются) внимательно изучают возможности предлагаемого программного продукта, обсуждают необходимость отдельных программных компонент. Проводятся переговоры со специалистом компании разработчика о совместимости с установленными камерами видеонаблюдения и возможности интеграции с имеющимися ИС. В случае принятия решения о приобретении ИС ответственные лица создают договор на поставку ПО, который подписывается обеими сторонами.

Типичная ситуация потребления: несколько месяцев внимательно отслеживают динамику инцидентов, связанных с нарушением режима, Предприятие прекращает увеличение штата охраны. Проводят расчеты, связанные с влиянием динамики нарушений на премирование сотрудников, общую прибыльность предприятия и т.д., надеются на улучшение показателей, чтобы в дальнейшем начать сокращения штата охраны, при

этом подумав о развертывании аналогичных продуктов и в своих филиалах и дочерних компаниях (если таковые имеются).

#### **4.8 Бизнес-модель проекта**

Для данного проекта была использована матрица Остервальдера, которая отражает как производственный план, так и план продаж, и саму бизнес-модель процесса в целом. В этой бизнес-модели показана логика процесса создания ценности в виде девяти взаимосвязанных блоков, разделенных на четыре основные сферы бизнеса: продукт, взаимодействие с потребителем, инфраструктура и финансовая эффективность. Матрица Остервальдера представлена в таблице 25.

Таблица 25 – Бизнес-модель проекта по Остервальдеру

<p><b>Ключевые партнеры</b> Компании, предоставляющие услуги установки камер видеонаблюдения</p>	<p><b>Ключевые виды деятельности</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Разработка и выведение на рынок продукта;</li> <li>- Решение проблем и конкретных задач каждого клиента.</li> </ul>	<p><b>Ценностные предложения</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Достаточно низкая цена на рынке;</li> <li>- Низкие требования к техническому обеспечению и уровню подготовки персонала;</li> <li>- Простота в работе с системой;</li> <li>- Снижение уровня несчастных случаев при ЧС;</li> <li>- Подстройка функционала и дизайна системы под требования заказчика.</li> </ul>	<p><b>Взаимоотношения с клиентами</b></p> <p>Персональная поддержка. Клиент может общаться с компанией напрямую, получая от нее помощь в процессе покупки или после нее.</p>	<p><b>Потребительские сегменты</b></p> <p>Бизнес-центры; медицинские учреждения; учебные заведения; ТРЦ; супермаркеты/магазины.</p>
	<p><b>Ключевые ресурсы</b></p> <p>Материальные ресурсы: камеры видеонаблюдения, сервер, автоматизированное рабочее место оператора видеонаблюдения.</p> <p>Интеллектуальные ресурсы: специализированное программное обеспечение.</p> <p>Персонал: разработчики программного продукта.</p>		<p><b>Каналы сбыта</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Прямые продажи</li> <li>- Выставки в России</li> </ul>	
<p><b>Структура издержек</b></p> <p>Затраты на заработную плату разработчиков - 30 тыс. руб./месяц;          Затраты на разработку сайта - 50 тыс. руб;          Затраты на рекламу - 100 тыс. руб./месяц;          Затраты на оплату электричества и интернета - 1296 руб.</p>		<p><b>Потоки поступления доходов</b></p> <p>Разовая покупка и интеграция системы на предприятии-заказчике - 20 тыс. руб.;</p> <p>Покупка системы по подписке и интеграция на предприятии-заказчике – 7 тыс. руб./год.</p>		

## 4.9 Стратегия продвижения продукта на рынок

Стратегия продвижения продукта на рынок выглядит следующим образом:

1. Поиск потенциальных клиентов во всевозможных источниках и распространение среди них коммерческого предложения. Одновременно с этим привлечение новых клиентов посредством контекстной рекламы в Google, рекламы в социальных сетях, переходов на landing page и просмотров подробной информации о продукте. Также на сайте будет присутствовать форма заказа, заполнив которую, покупатель получит от нас обратный звонок. Кроме того, информация о нашей компании будет размещена в информационных картографических системах, таких как 2ГИС, Яндекс.Карты и др.
2. Формы покупки продукта:
  - Разовая покупка. Подразумевает приобретение актуальной на момент покупки версии программного продукта без возможности дальнейшего обновления. Стоимость – 20 тыс. руб.
  - Покупка по подписке. Подразумевает приобретение программного продукта с обновлениями во время действия подписки. Стоимость – 7 тыс. руб. в год.
3. Полная поддержка клиента при покупке продукта, интеграция продукта в существующую систему видеонаблюдения или информационную систему предприятия.
4. Получение обратной связи от клиентов, сбор статистики для дальнейшей обработки и улучшения программного продукта и добавления новых функциональных возможностей.
5. Информирование клиентов о новых функциях программного продукта, привлечение внимания потенциальных инвесторов, формирование преимуществ в сравнении с конкурентами.

## **5. Социальная ответственность**

### **5.1 Введение**

Объектом исследования является программный продукт для предприятий с установленной системой видеонаблюдения, который решает ряд задач, такие как: отслеживание посетителей, контроль доступа и сбор статистики.

Потенциальные пользователи данного программного продукта – это организации, желающие использовать функции видеоаналитики для отслеживания посетителей. Вне зависимости от организации, разработанный в рамках настоящей работы модуль требует наличия программных и аппаратных средств компьютера, а также систему видеонаблюдения с видеокамерами.

В текущем разделе выпускной квалификационной работы описаны факторы, влияющие на деятельность пользователя разработанного модуля при его использовании. Кроме того, рассматриваются вопросы техники безопасности, охраны окружающей среды, меры организационного, правового и режимного характера, минимизирующих негативные последствия влияния вредных и опасных факторов, способы защиты при чрезвычайных ситуациях и рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

### **5.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

#### **5.2.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства**

Основные положения отношений между организацией и сотрудниками, включая оплату и нормирование труда, выходных, отпуска содержится в Трудовом кодексе РФ. Работа на персональном компьютере относится к группе В – творческая работа в режиме взаимодействия с компьютером – и соответствует Ia категории тяжести труда, в соответствии с

которой работы выполняются при оптимальных условиях внешней производственной среды и при оптимальной величине физической, умственной и нервно-эмоциональной нагрузки.

Продолжительность рабочего времени не должна превышать 40 часов в неделю. При работе в ночную смену ее продолжительность уменьшается на один час. Работой в ночное время считается трудовая деятельность, осуществляемая с 22 часов до 6 часов.

Длительность сокращенного рабочего дня для различных категорий граждан следующая:

- для работников до 16 лет – не более 24 часов в неделю;
- для работников в возрасте от 16 до 18 лет и инвалидов I и II группы – не более 35 часов в неделю;
- для работающих в условиях, отнесенных к категории вредных условий труда 3 или 4 степени или опасных условий – не более 36 часов в неделю.

К работе в ночное время запрещено допускать:

- беременных женщин;
- детей до 18 лет;
- инвалидов и работников, имеющих детей-инвалидов;
- матерей- и отцов-одиночек с детьми до 5 лет;
- женщин с детьми до 3 лет;
- осуществляющих уход за больными членами семьи.

При восьмичасовой рабочей смене и работе за персональным компьютером, соответствующей описанным выше критериям, необходимо устраивать регламентированные перерывы продолжительностью 20 минут каждый или продолжительностью 15 минут через каждый час работы, через 1,5- 2,0 часа от начала рабочей смены и через 1,5-2,0 часа после обеденного перерыва.

Продолжительность непрерывной работы за компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать 2 часа.

### **5.2.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей**

#### **зоны**

Рабочие места должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования», так как работа происходит в сидячем положении.

Конструкция рабочей мебели должна иметь возможность регулировки индивидуально и соответственно антропометрическим показателям работающего, для создания удобного положения работника за рабочим местом. Должна быть реализована возможность изменения высоты рабочей поверхности, сиденья и объема свободного пространства для ног. Часто используемые предметы труда и органы управления должны находиться в оптимальной рабочей зоне.

Конструкция рабочего стола и расположение остальных элементов рабочей зоны должны обеспечивать оптимальное размещение используемого оборудования с учетом его количественных и конструктивных особенностей, физиологических требований и характера выполняемой работы.

Согласно СанПиН 2.2.2.542-96 и ГОСТ 12.2.032-78, высота рабочей поверхности стола должна регулироваться в пределах от 680 до 800 мм, и его высота должна быть не менее 725 мм при конструктивном отсутствии такой возможности. Также, при организации работы на ПЭВМ должны выполняться следующие условия:

- персональный компьютер и рабочее место должно располагаться так, чтобы свет падал сбоку, лучше слева;
- расстояние от компьютера до стен должно быть не менее 1 м;
- окна в помещениях должны быть оборудованы регулируемыми устройствами, такими, как жалюзи и занавески;

- монитор, клавиатура и корпус компьютера должны находиться прямо перед работником; высота рабочего стола с клавиатурой должна составлять 680-800 мм над уровнем пола; а высота экрана (над полом) – 900-1280см;
- монитор должен находиться от о на расстоянии 60-70 см на 20 градусов ниже уровня глаз;
- положение тела пользователя относительно монитора должно обеспечивать направление просмотра под углом 75 градусов или под прямым углом.

Средства отображения информации необходимо группировать и располагать группы относительно друг друга в соответствии с последовательностью их использования. При этом средства отображения информации необходимо размещать в пределах групп так, чтобы последовательность их использования осуществлялась слева направо или сверху вниз.

### 5.3 Производственная безопасность

По природе возникновения вредные и опасные производственные факторы делятся на физические, химические, психофизические, биологические.

В данном случае биологические и химические факторы не оказывают существенного влияния на состояние здоровье человека, поэтому в данном разделе подробнее будут рассмотрены лишь физические и психофизические факторы.

Таблица 26 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ	Нормативные документы
	Разработка	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	ГОСТ 12.2.032-78, ГОСТ 12.2.061-81, ГОСТ 12.1.003-2014,

Продолжение таблицы 26

2. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	ГОСТ Р 56397-2015, ГОСТ 12.1.044-89, ГОСТ 8050-85.
3. Превышение уровня шума	+	
4. Опасность поражения электрическим током	+	
5. Пожароопасность	+	

К вредным производственным факторам, при работе с компьютером следует отнести повышенный уровень электромагнитных излучений, повышенный уровень шума, слабая освещённость рабочей зоны, отклонение микроклиматических условий.

К опасным производственным факторам, при работе с компьютером следует отнести опасность поражения электричеством, пожароопасность.

### **5.3.1 Вредные производственные факторы**

#### **5.3.1.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении**

Показателями, характеризующими микроклимат, являются: температура воздуха, температура поверхностей (ограждающих конструкций, устройств, технологического оборудования), влажность воздуха, скорость движения воздуха, тепловое облучение.

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Работа программиста относится к категории Ia, которые производятся сидя и сопровождаются незначительными физическим напряжением. Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах

должны соответствовать величинам, приведённым в таблице 27, применительно к выполнению работ в холодный и тёплый периоды года.

Таблица 27 – Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся: правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путём.

#### **5.3.1.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны**

Для обеспечения нормативных условий работы необходимо провести оценку освещенности рабочей зоны.

Все поле зрения должно быть освещено равномерно – это является основным гигиеническим требованием. Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы мониторы были расположены боковой стороной к источникам естественного света. Следует применять системы комбинированного освещения.

Для создания равномерной освещённости рабочих мест светильники с люминесцентными лампами встраиваются непосредственно в потолок помещения и располагаются в равномерно-прямоугольном порядке. Наиболее желательное расположение светильников в непрерывный сплошной ряд вдоль длинной стороны помещения.

Чтобы поддерживать освещение в помещении по всем соответствующим нормам, необходимо хотя бы два раза в год мыть стекла и светильники, а также по мере необходимости заменять перегоревшие лампы.

В рабочем помещении должны присутствовать естественное и искусственное освещение. Коэффициент естественного освещения должен быть не менее 1,2%. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300–500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк. Яркость светящихся поверхностей, находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м<sup>2</sup>. Светильники местного освещения должны иметь непросвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40 градусов.

В качестве источников света при искусственном освещении следует применять люминесцентные лампы типа ЛБ и компактные люминесцентные лампы (КЛЛ).

### 5.3.1.3 Превышение уровня шума

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц, определяемые по формуле:

$$L = 20 \log_{10} \frac{P}{P_0} \quad (1)$$

где  $P$  – среднеквадратичная величина звукового давления, Па;

$P_0$  – исходное значение звукового давления в воздухе, равное  $2 \times 10^{-5}$  Па.

Предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука для трудовой деятельности разработчика, разработанные с учетом категории тяжести и напряжённости труда, представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Предельно допустимые уровни звукового давления для разработчика

Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

В качестве мер по снижению шума применяют подавление шума в источниках, звукоизоляция и звукопоглощение, увеличение расстояния от источника шума, проверка технического состояния и ремонт системного блока и принтера, рациональный режим труда и отдыха.

### **5.3.2 Опасные производственные факторы**

#### **5.3.2.1 Опасность поражения электрическим током**

Рабочее место должно находиться в безопасной зоне, которое не характеризуется наличием таких условий, как повышенная влажность (относительная влажность воздуха длительно превышает 75%), высокая температура (более 35°C), токопроводящая пыль, токопроводящие полы, возможность одновременного соприкосновения к имеющим соединения с землей металлическим элементам и металлическим корпусам электрооборудования.

Работа с ПК является опасной с точки зрения поражения током, так как практически во всех частях компьютера течет электрический ток. Поражение электрическим током при работе в ПК возможно при наличии оголенных участков на кабеле, нарушении изоляции распределительных устройств и от токоведущих частей компьютера в случае их пробоя и нарушении изоляции, при работе с ПК во влажной одежде и влажными руками.

При работе за компьютером необходимо учитывать требования электробезопасности, так как это может привести к негативным

последствиям, таким как, поражение электрическим током и возникновение пожара.

Электробезопасность должна обеспечиваться:

- конструкцией электроустановок и архитектурно-планировочными решениями;
- организацией технологических процессов;
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями при производстве работ;
- электрозащитными средствами, средствами защиты от электрических и магнитных полей и другими средствами индивидуальной защиты, применяемыми при эксплуатации электроустановок;
- организацией технического обслуживания электроустановок.

Электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, биологическое и механическое воздействие, которое может привести к травме или гибели человека.

Согласно ГОСТ 12.1.038-82 на рабочем месте программиста допускаются уровни напряжений прикосновения и токов, представленные в таблице 29.

Таблица 29 – Предельно допустимые значения напряжения прикосновения и тока

<b>Род тока</b>	<b>Напряжение прикосновения, В</b>	<b>Ток, м/А</b>
Переменный, 50 Гц	Не более 2,0	Не более 0,3
Постоянный	Не более 8,0	Не более 1,0

В помещении используются для питания приборов напряжение 220 В переменного тока с частотой 50 Гц. Обязательны следующие предосторожности:

- перед началом работы убедиться, что выключатели, розетки закреплены и не имеют оголенных токоведущих частей;
- не включать в сеть компьютеры и другую оргтехнику со снятыми крышками;
- при обнаружении неисправности компьютера необходимо выключить его и отключить от сети;
- запрещается загромождать рабочее место лишними предметами;
- при несчастном случае необходимо немедленно отключить питание электроустановки, вызвать скорую помощь и оказать пострадавшему первую помощь до прибытия врача, согласно правилам;
- дальнейшее продолжение работы возможно только после устранения причины поражения электрическим током.

#### **5.3.2.2 Пожароопасность**

Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

В помещениях с компьютерами повышен риск возникновения пожара из-за присутствия множества факторов: наличие большого количества электронных схем, устройств электропитания, устройств кондиционирования воздуха; возможные неисправности электрооборудования, освещения, неправильная их эксплуатация и вероятность возникновения короткого замыкания.

Пожарная опасность коротких замыканий электропроводки характеризуется следующими возможными проявлениями электрического тока: воспламенением изоляции проводов и окружающих горючих предметов и веществ; способностью изоляции проводов распространять горение при поджигании ее от посторонних источников зажигания; образованием при

коротком замыкании расплавленных частиц металла, поджигающих окружающие горючие материалы.

Для устранения возможных причин возникновения пожаров необходимо проводить следующие мероприятия:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала технике безопасности;
- разработка инструкций, плакатов, планов эвакуации;
- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- выбор и использование современных автоматических средств тушения пожаров;
- профилактический осмотр и ремонт оборудования.

#### **5.4 Экологическая безопасность**

Разрабатываемый программный продукт не имеет прямого влияния на окружающую среду, однако он разрабатывается и используется внутри персональных компьютеров, которые могут стать источниками различных угроз для загрязнения окружающей среды.

Большое количество процессов, операций и материалов, используемых при производстве электронных средств, являются источниками веществ, негативно воздействующих на организм человека и биосферу. При изготовлении элементной базы, электронных изделий, при обработке, выращивании полупроводниковых кристаллов, при изготовлении интегральных схем, в процессе гальванического производства утилизация исходных материалов часто происходит с низким коэффициентом использования, огромное количество их идет в отходы, попадая в атмосферу, гидросферу, загрязняя почву. Таким образом, наряду с истощением природных запасов дефицитных материалов происходит загрязнение окружающей среды, что ведет к губительным последствиям для отдельных экосистем и биосферы в целом.

Люминесцентные лампы представляют собой «чрезвычайно опасные» виды отходов. Содержание ртути в любых люминесцентных лампах составляет от трех до пяти миллиграмм ртути. С учетом этого необходимо обеспечивать условия хранения, их эксплуатации и утилизации. Согласно нормам, нужно хранить ртутосодержащие отходы в герметичных контейнерах, доступ посторонним лицам к таким контейнерам должен быть запрещен. Транспортировка ламп на полигоны складирования должна выполняться специализирующимися организациями.

Согласно ГОСТ Р 53692—2009, вышедшее из строя ПЭВМ и сопутствующая оргтехника относится к IV классу опасности и подлежит специальной утилизации.

Первым этапом является утилизация обезвреженных (инертных) отходов. Во время утилизации может быть произведена переработка бракованных или вышедших из употребления видов продукции, изделий, их составных частей и отходов от них путем разборки (разукрупнения), переплавки, использования других технологий с обеспечением рециркуляции (восстановления) органической и неорганической составляющих.

Вторым этапом является безопасное размещение отходов I—IV классов опасности на соответствующих полигонах или уничтожение.

### **5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

К наиболее вероятным чрезвычайным ситуациям можно отнести пожар (взрыв) в здании, авария на коммунальных системах жизнеобеспечения, землетрясение. Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией является пожар по причине специфики работы с техникой.

Источниками возгорания может стать электропроводка, ее повреждения, короткие замыкания, перегрев с дальнейшим воспламенением, взрывоопасные предметы в помещении.

Превентивными мерами по предупреждению ЧС могут служить системы звукового и визуального оповещения об опасности, обучение персонала методам работы с компьютером, наличие средств пожаротушения и информационных досок с планами эвакуации.

В случае угрозы возникновения ЧС необходимо отключить электропитание, вызвать по телефону пожарную команду, эвакуировать людей из помещения согласно плану эвакуации.

Следует придерживаться общих рекомендаций по поведению при чрезвычайных ситуациях:

- Не паниковать и не поддаваться панике. Призывать окружающих к спокойствию;
- По возможности немедленно позвонить по телефону «01», сообщить что случилось, указать точный адрес места происшествия, назвать свою фамилию и номер своего телефона;
- Включить устройства передачи звука (радио, телевизор), а также прослушать информацию, передаваемую через уличные громкоговорители и громкоговорящие устройства. В речевом сообщении будут озвучены основные рекомендации и правила поведения;
- Выполнять рекомендации специалистов (сотрудников полиции, медицинских работников, пожарных, спасателей);
- Не создавать условия, которые препятствуют и затрудняют действия сотрудников полиции, медицинских работников, спасателей, пожарных.

## **5.6 Вывод**

В текущем разделе были рассмотрены организационные и правовые вопросы безопасности при работе и компоновке рабочей зоны, вопросы вредных и опасных производственных факторов и мер по предотвращению

их негативного воздействия. Кроме того, были упомянуты вопросы экологической безопасности, уменьшение вредного влияния на окружающую среду и человека и безопасности в чрезвычайных ситуациях, правил поведения людей в чрезвычайных ситуациях и превентивных мер по их предупреждению.

## Заключение

В ходе данной работы был приведен обзор основных групп алгоритмов детектирования лиц и произведено их сравнение по выделенным критериям. Был реализован хорошо проявивший себя алгоритм Виолы-Джонса, было произведено сравнение результатов работы данного алгоритма с использованием различных каскадов Хаара.

Также было проведено тестирование работы алгоритма с различными классификаторами и настраиваемыми параметрами, для того чтобы определить, в каких ситуациях алгоритм будет отрабатывать хорошо, а в каких плохо.

Кроме того, протестирована работа разработанного модуля при подключении ip-камеры, был выбран наиболее оптимальный протокол для передачи видеопотока. Произведена интеграция модуля детектирования лиц и модуля распознавания лиц.

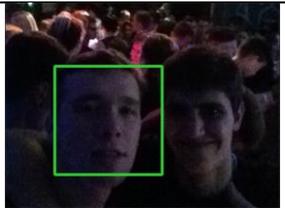
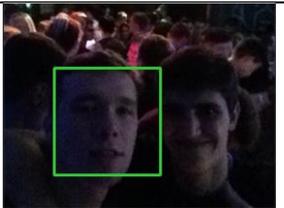
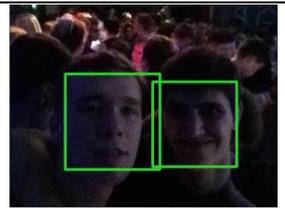
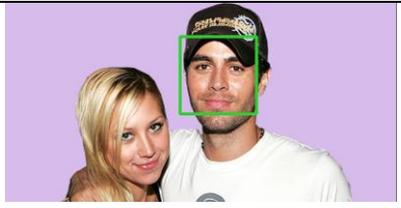
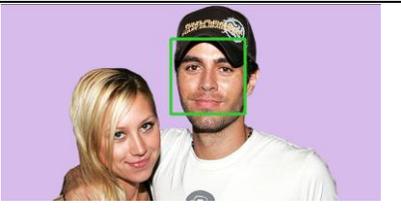
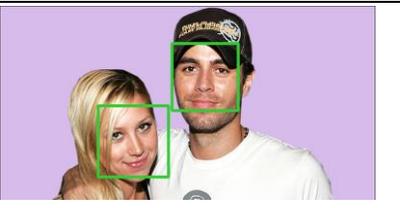
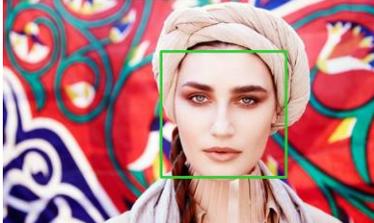
Однако, разработанный модуль работает не идеально – имеются проблемы с детектированием областей лица, повернутых или наклоненных под углом больше 35-40 градусов от стандартного вертикального положения. Это обусловлено спецификой алгоритма Виолы-Джонса, выбранного в качестве основы модуля. Данный метод в стандартной реализации не во всех случаях позволяет обнаружить область лица, которая повернута под случайным углом на фрагменте кадра или изображения.

## Список использованных источников

1. Татаренков, Д. А. Анализ методов обнаружения лиц на изображении / Д. А. Татаренков. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 4 (84). — С. 270-276. — URL: <https://moluch.ru/archive/84/15524/> (дата обращения: 18.01.2021).
2. Популярные методы обнаружения и распознавания лиц // [macroscop.com](https://macroscop.com) URL: <https://macroscop.com/o-kompanii/blog/populyarnye-metody-obnaruzheniya-i-raspoznavaniya-lits> (дата обращения: 18.01.2021).
3. Работа каскада Хаара в OpenCV в картинках: теория и практика // [habr.com](https://habr.com) URL: <https://habr.com/ru/company/recognitor/blog/228195/> (дата обращения: 18.01.2021).
4. Face Detection For Beginners // [towardsdatascience.com](https://towardsdatascience.com) URL: <https://towardsdatascience.com/face-detection-for-beginners-e58e8f21aad9> (дата обращения: 18.01.2021).
5. Распознаем лица на фото с помощью Python и OpenCV // [habr.com](https://habr.com) URL: <https://habr.com/ru/post/301096/> (дата обращения: 18.01.2021).
6. Транслируем видеопоток с IP-камеры с помощью WebRTC // [habr.com](https://habr.com) URL: <https://habr.com/ru/post/229243/> (дата обращения: 11.05.2021).
7. Видеопотоки. Протоколы // [itc.ua](https://itc.ua) URL: [https://itc.ua/articles/videopotoki\\_protokoly\\_14525/](https://itc.ua/articles/videopotoki_protokoly_14525/) (дата обращения: 13.05.2021).
8. Video analytics market size [Электронная ссылка] // Fortune business insights URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/video-analytics-market-101114> (дата обращения: 27.05.2021)
9. Видеоаналитика (российский рынок) [Электронная ссылка] // TAdviser URL:

- [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Видеоаналитика\\_\(российский\\_рынок\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Видеоаналитика_(российский_рынок)) (дата обращения: 27.05.2021)
10. Компании Томска [Электронная ссылка] // Спарк URL: <https://www.spark-interfax.ru/statistics/city/69401000000> (дата обращения: 27.05.2021)
  11. Марина Иванченко, «Центр 2М» - о методах «дрессировки» технологий видеоаналитики, которые служат бизнесу – URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Марина\\_Иванченко,\\_Центр\\_2М\\_-\\_о\\_методах\\_дрессировки\\_технологий\\_видеоаналитики,\\_которые\\_служат\\_бизнесу](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Марина_Иванченко,_Центр_2М_-_о_методах_дрессировки_технологий_видеоаналитики,_которые_служат_бизнесу) (дата обращения: 17.05.2021)
  12. Европа встает на защиту данных – URL: <https://www.rbc.ru/newspaper/2018/03/01/5a96b5fb9a7947568a1c8679> (дата обращения: 18.05.2021)
  13. Федеральный закон "О персональных данных" от 27.07.2006 N 152-ФЗ (последняя редакция) – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_61801](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801) (дата обращения: 19.05.2021)
  14. Video Analytics Hardware, Software, and Services Revenue to Reach \$3 Billion by 2022 – URL: <https://www.edge-ai-vision.com/2016/12/video-analytics-hardware-software-and-services-revenue-to-reach-3-billion-by-2022> (дата обращения: 16.05.2021)
  15. Video Analytics Market Statistics: 2027 – URL: <https://www.alliedmarketresearch.com/video-analytics-market> (дата обращения: 14.05.2021)

## Приложение А. Сравнение результатов работы классификаторов в зависимости от критериев

	"haarcascade_frontalface_alt.xml"	"haarcascade_frontalface_alt2.xml"	"haarcascade_frontalface_default.xml"	"haarcascade_frontalface.xml"
Наличие предметов на лице				
Некачественное освещение				
Наличие нескольких лиц				
Наклон головы				
Неоднородный фон				

## Приложение Б. Листинг файла «webcam\_face\_detection»

```
import numpy as np
import cv2
import time

face_classifier1 = cv2.CascadeClassifier(cv2.data.harcascades +
"haarcascade_frontalface_alt.xml")
face_classifier2 = cv2.CascadeClassifier(cv2.data.harcascades +
"haarcascade_frontalface_alt2.xml")
face_classifier3 = cv2.CascadeClassifier(cv2.data.harcascades +
"haarcascade_frontalface_default.xml")
face_classifier4 = cv2.CascadeClassifier(cv2.data.harcascades +
"haarcascade_frontalface.xml")

cap = cv2.VideoCapture('rtsp://192.168.0.104/live1.sdp')
i = 0
while (cap.isOpened()):
    ret, frame = cap.read()
    gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    faces = face_classifier3.detectMultiScale(gray, 1.3, 5)
    if faces == ():
        cv2.imshow("Face Extractor", frame)
    for (x, y, w, h) in faces:
        cv2.rectangle(frame, (x, y), (x + w, y + h), (50, 205, 50), 2)
        img_crop = frame[y:y + h, x:x + w]
        cv2.imwrite(f'cropped_{i}.jpg', img_crop)
        i = i + 1
    cv2.imshow("Face Extractor", frame)
    if cv2.waitKey(1) == 13:
        break
cap.release()
cv2.destroyAllWindows()
```

## Приложение В. Листинг файла «image\_face\_detection»

```
import numpy
import cv2
import time
from PIL import Image

face_classifier1 = cv2.CascadeClassifier(cv2.data.harcascades +
"haarcascade_frontalface_alt.xml")
face_classifier2 = cv2.CascadeClassifier(cv2.data.harcascades +
"haarcascade_frontalface_alt2.xml")
face_classifier3 = cv2.CascadeClassifier(cv2.data.harcascades +
"haarcascade_frontalface_default.xml")
face_classifier4 = cv2.CascadeClassifier(cv2.data.harcascades +
"haarcascade_frontalface_alt_tree.xml")

start_time = time.time()
im = Image.open("img0.jpg")
img = cv2.imread("img0.jpg", cv2.IMREAD_COLOR)
gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
faces = face_classifier3.detectMultiScale(gray, 1.1, 6)
if faces == ():
    print("--- %s seconds ---" % (time.time() - start_time))
    cv2.imshow('', img)
    cv2.waitKey(0)
    exit()
i = 0
for (x, y, w, h) in faces:
    cv2.rectangle(img, (x, y), (x+w, y+h), (50, 205, 50), 3)
    img_crop = im.crop((x, y, x+w, y+h))
    img_crop.save(f'cropped_{i}.jpg')
    i = i + 1
print("--- %s seconds ---" % (time.time() - start_time))
cv2.imshow('Face Extractor', img)
cv2.waitKey(0)
exit()
```