

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Инженерная школа \_\_\_\_\_ информационных технологий и робототехники \_\_\_\_\_  
Направление подготовки \_\_\_\_\_ информатика и вычислительная техника \_\_\_\_\_  
Отделение школы (НОЦ) \_\_\_\_\_ информационных технологий \_\_\_\_\_

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Система доступа на территорию на основе распознавания российских автомобильных государственных номерных знаков</b>

УДК 004.93'1:629.3.066.8(47+57)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8ВЗВ1	Суходоев Иван Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОИТ	Скирневский И.П.	-		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Старикова Е.В.	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОКД	Авдеева И.И.	-		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Погребной А.В.	к.т.н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
P1	Воспринимать и самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.
P2	Владеть и применять методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе в глобальных компьютерных сетях.
P3	Демонстрировать культуру мышления, способность выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных, анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.
P4	Анализировать и оценивать уровни своих компетенций в сочетании со способностью и готовностью к саморегулированию дальнейшего образования и профессиональной мобильности. Владеть, по крайней мере, одним из иностранных языков на уровне социального и профессионального общения, применять специальную лексику и профессиональную терминологию языка.
<b>Профессиональные компетенции</b>	
P5	Выполнять инновационные инженерные проекты по разработке аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения с использованием современных методов проектирования, систем автоматизированного проектирования, передового опыта разработки конкурентно способных изделий.
P6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области проектирования аппаратных и программных средств автоматизированных систем с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта. Критически оценивать полученные данные и делать выводы.
P7	Осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и эксплуатации аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения.
<b>Общекультурные компетенции</b>	
P8	Использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских, проектных работ и профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, в управлении коллективом.
P9	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, активно владеть иностранным языком, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.
P10	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень. Проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Инженерная школа \_\_\_\_\_ информационных технологий и робототехники \_\_\_\_\_  
Направление подготовки \_\_\_\_\_ информатика и вычислительная техника \_\_\_\_\_  
Отделение школы (НОЦ) \_\_\_\_\_ информационных технологий \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_  
(Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-8В3В1	Суходоеву Ивану Сергеевичу

Тема работы:

Система доступа на территорию на основе распознавания российских автомобильных государственных номерных знаков	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 2752/с от 19.04.2018 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2018 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	1) Язык разработки C++ 2) Среда разработки Eclipse 3) OpenCV 4) OpenAlpr 5) Raspberry Pi3
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	1) Обзор технологий по нахождению объектов на изображениях 2) Обзор технологий по распознаванию символов на изображениях 3) Проектирование Linux версии приложения 4) Обучение нейронных сетей 5) Финансовый менеджмент проекта 6) Социальная ответственность проекта
<b>Перечень графического материала</b>	Презентация в формате *.ppt на 15 слайдах.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы:

<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старикова Екатерина Васильевна, доцент ОСГН
Социальная ответственность	Авдеева Ирина Ивановна, ассистент ОКД

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику:	16.05.2018 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ассистент ОИТ	Скирневский И. П.	-		

Задание принял к исполнению студент:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8В3В1	Суходоев Иван Сергеевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8В3В1	Суходоев Иван Сергеевич

<b>Инженерная школа</b>	Информационных технологий и робототехники	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	Информационных технологий
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	09.03.01 Информатика и вычислительная техника

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос, наблюдение.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

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

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Проведение предпроектного анализ: оценка потенциальных потребителей, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения НТИ.
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Определение структуры и трудоёмкости работ в рамках НТИ, разработка графика проведения НТИ, планирование бюджета НТИ.
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Расчёт интегрального показателя финансовой эффективности, интегрального финансового показателя, интегрального показателя ресурсоэффективности для всех видов исполнения НТИ.

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

14.05.2018

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Учёная степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН	Старикова Екатерина Васильевна	к.ф.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8В3В1	Суходоев Иван Сергеевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8В3В1	Суходоеву Ивану Сергеевичу

<b>Инженерная школа</b>	Информационных технологий и робототехники	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	Информационных технологий
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	09.03.01 Информатика и вычислительная техника

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

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	1. Объект исследования - Система доступа на территорию на основе распознавания российских автомобильных государственных номерных знаков - рабочее место программиста оборудованная столами с компьютерами, комбинированным освещением, естественной вентиляцией помещения, микрокомпьютером с подключенной камерой, направленной на стенд с автомобильным номером.
--	---

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

<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p>	<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повышенный уровень шума на рабочем месте;</li> <li>- повышенный уровень электромагнитных излучений.</li> <li>- недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>- перенапряжение зрительного анализатора;</li> <li>- отклонение показателей микроклимата в помещении.</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- электробезопасность: опасность поражения электрическим током, короткое замыкание, статическое электричество.</li> </ul>
--	--

<p><b>2. Экологическая безопасность</b></p>	<p><b>2. Экологическая безопасность</b>  - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, связанные с утилизацией вышедшего из строя ПК, люминесцентных ламп и др.);  - разработка решению по обеспечению экологической безопасности.</p>
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b></p>	<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b>  Общий порядок действий при возникновении пожара</p>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</b></p>	<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</b>  - специальные правовые нормы трудового законодательства при работе с компьютером и орг. техникой;  - требования к организации рабочих мест пользователей.  - Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03;  - Для соблюдения всех санитарно-технических и гигиенических правил и требований рассмотрен Трудовой кодекс (34 глава и статья 216.1);  - Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы СанПиН 2.2.542-96</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	14.05.2018
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОКД	Авдеева Ирина Ивановна	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8ВЗВ1	Суходоев Иван Сергеевич		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
Направление подготовки – информатика и вычислительная техника  
Уровень образования – бакалавриат  
Отделение школы (НОЦ) информационных технологий  
Период выполнения – осенний/весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа
---------------------

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН**  
**выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2018
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.06.2018	Основная часть	75
04.06.2018	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
01.06.2018	Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОИТ	Скирневский И.П.	—		

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Погребной А.В.	К.Т.Н.		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 109 с., 41 рис., 20 табл., 30 источников, 3 прил.

Ключевые слова: УФПС Томской области, система доступа на территорию, распознавание автомобильных знаков, Raspberry PI, нейронные сети, обработка изображений.

Объектом исследования является автоматизация средств управления систем доступа на территорию на основе распознавания российских автомобильных государственных номерных знаков УФПС Томской области – филиала ФГУП «Почта России».

Цель работы – система доступа на территорию на основе распознавания российских автомобильных государственных номерных знаков.

В процессе исследования проводились работы по сбору изображений, предварительной подготовки, а также обучение нейросети системы для обнаружения объектов транспортных средств и номерных знаков, а также создание лабораторного с номерным знаком и микрокомпьютером Raspberry PI с подключенной камерой.

В результате исследования написано программное обеспечение, обеспечивающая предоставление доступа на территорию по средствам обнаружения и распознавания государственных номерных знаков.

Степень внедрения: данное приложение было опробовано и внедрено в УФПС Томской области.

Область применения: автоматизация средств доступа на территорию предприятий УФПС Томской области – филиала ФГУП «Почта России».

Экономическая эффективность и значимость работы, себестоимость исследуемой системы представлена в главе финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения.

В будущем планируется внедрение данной системы в другие предприятия.

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

Raspberry Pi – одноплатный компьютер размером с банковскую карту, изначально разработанный как бюджетная система для обучения информатике, впоследствии получивший намного более широкое применение.

Система – совокупность аппаратного и программного обеспечения, требования которых указаны в данном документе.

Компания – владелец и оператор системы.

FAQ – Frequently Asked Questions. Часто задаваемые вопросы.

ВИ – Варианты использования или Use Case.

ДВИ – Диаграмма Вариантов Использования или Use Case Diagram.

Заказчик – лицо, нуждающаяся в Системе.

Исполнитель – лицо, производящая Систему.

ДС – денежные средства.

ОС – операционная система.

ИС – информационная система.

БД – база данных, место хранения информации ИС.

ТС – транспортное средство.

Шлагбаум – устройство, ограничивающее доступ для проезда ТС.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	13
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ:.....	14
1.1 Аппаратные системы распознавания.....	14
1.2 Программные системы распознавания.....	15
1.3 Алгоритм предварительного поиска номерного знака транспортного средства.....	17
1.4 Алгоритмы нормализации.....	23
1.5 Алгоритмы распознавания символов.....	27
2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	32
2.1 Цели создания Системы.....	32
2.2 Основные функциональные возможности Системы.....	32
2.3 Использование Технического Задания.....	33
3 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА.....	34
3.1 Обоснование выбора направления.....	34
3.2 Проектирование приложения.....	34
4 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.....	40
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	43
5.1 Введение.....	43
5.2 Оценка коммерческого потенциала и перспективность проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	44
5.3 Планирование научно-исследовательских работ.....	49
6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	60
6.1 Производственная безопасность.....	60
6.2 Экологическая безопасность.....	68
6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	69
6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	70
6.5 Вывод.....	71

ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	73
CONCLUSION .....	74
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	75
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	78
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	92
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	93

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из актуальной проблемы на сегодняшний день является регулирование доступа на территорию с установленным пропускным контролем в виде шлагбаума. Для организаций проблема заключается в том, что при необходимости проезда на территорию новых клиентов, которым необходим едино разовый въезд на автомобильном транспорте – согласовывать время, а по прибытию выходить и открывать стрелу шлагбаума, либо нанимать на проходную полноценного работника, который будет следить за проездом транспортных средств. Предоставленное программное обеспечение реализовывает функционал добавления автомобильных номерных знаков в базу, что позволяет осуществлять контроль для проезда транспортных средств удаленно, без привлечения дополнительных работников.

Следующая проблема – доступ на территорию с установленным пропускным контролем транспортных средств специального назначения, такие как: скорая медицинская помощь, пожарные службы, полиция. Разрабатываемое программное обеспечение призвано осуществлять возможность доступа на территорию вышеперечисленным транспортным средствам.

Разработанная система позволяет автоматизировать процесс управления доступом на территорию посредством распознавания государственных автомобильных номерных знаков и, при обнаружении совпадений номера с номером из базы данных, осуществляет подачу сигнала на открытие стрелы шлагбаума. В результате пропадает необходимость содержание дополнительного сотрудника для управления системой доступа на территорию, у которого, в свою очередь, зачастую обязанность является лишь – нажатие кнопки для открытия стрелы шлагбаума.

## **1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ:**

Все системы распознавания номеров транспортных средств можно разделить на две большие группы – «Программные» и «Аппаратные».

«Программные» группы по распознаванию автомобильных номерных знаков производит непосредственно в специализированном программном обеспечении, установленном на сервере видеонаблюдения. Распознавание номеров транспортных средств в этом случае выполняется специализированным программным обеспечением, установленным на сервер видеонаблюдения, а так как сам процесс распознавания процессор ёмкая задача, следовательно, системные требования к серверу будут высокие и большая часть затрат уйдет на стоимость программного обеспечения и сервера.

Вторая группа систем появилась относительно недавно. Распознавание автомобильных номеров происходит непосредственно на камере видеонаблюдения. В отличие от первой группы большим преимуществом таких систем является отсутствие нагрузки на сервер видеонаблюдения за счёт отсутствия специализированного программного обеспечения для распознавания номеров транспортных средств. Стоимость системы распознавания автомобильных номерных знаков в данном случае фактически будет равняться стоимости дорогостоящих камер видеонаблюдения. [1]

### **1.1 Аппаратные системы распознавания**

Система аппаратного распознавания номеров на базе IP-камер Hikvision имеет встроенные функции такие, как: аналитика поведения объекта, распознавание номера транспортного средства, лица, детектор саботажа. Сфера применения видеонаблюдения как распознавание номеров транспортных средств и по результатам распознавания производится (или не производится) какое-либо действие, как, например: открытие шлагбаума для въезда на территорию, автоматизированная выписка штрафов, расчет стоимости парковки, оповещение оператора о совпадении номера с базой номеров. Для данных решений, есть один недостаток, это их стоимость. Цена на решение на базе

аппаратно-программных комплексов колеблется около двухсот тысяч рублей, в зависимости от вариантов решения. [2]



Рисунок 1 – Аппаратный комплекс для распознавания номеров транспортного средства

Зашумление и наклон номерного знака на сегодняшний день остаются серьёзными проблемами, возникающими при разработке подобных систем.

## **1.2 Программные системы распознавания**

Модуль распознавания автомобильных номеров EX-LPR является совместной разработкой специалистов компаний iPera и Exacq Technologies Inc., является клиентским приложением системы видеонаблюдения ExacqVision и предназначен для автоматического распознавания всех автомобильных номеров, попавших в поле зрения видеокамеры, и их регистрации. Для работы модуля необходимо установленное программное обеспечение видеонаблюдения

exacqVision, для небольшой системы все программное обеспечение может устанавливаться на один компьютер (Рисунок 2). [1]



Рисунок 2 – Программный комплекс для распознавания номеров «EX-LPR»

Модуль распознавания EX-LPR является полноценным сервер-клиент приложением на базе сервера базы данных MySQL. Хранение базы данных может осуществляться на любом компьютере или сервере, на котором установлен сервер MySQL и к которому есть доступ по сети. Все клиентские подключения бесплатны и не имеют ограничений по их количеству, пользовательские права раздаются каждому пользователю отдельно и в необходимом объеме. Посредством такого подключения можно просматривать события, настраивать систему, редактировать списки номеров, создавать отчеты. Второй тип клиентского подключения, реализованный разработчиками - веб-интерфейс. [1]

## 1.3 Алгоритм предварительного поиска номерного знака транспортного средства

### 1.3.1 Анализ границ и фигур, контурный анализ

Один из способов нахождения номерного знака транспортного средства является – поиск прямоугольного контура. Работает только в тех ситуациях, когда есть ясно читаемый контур, ничем не загороженный, с достаточно высоким разрешением изображения и ровной границей (Рисунок 3).

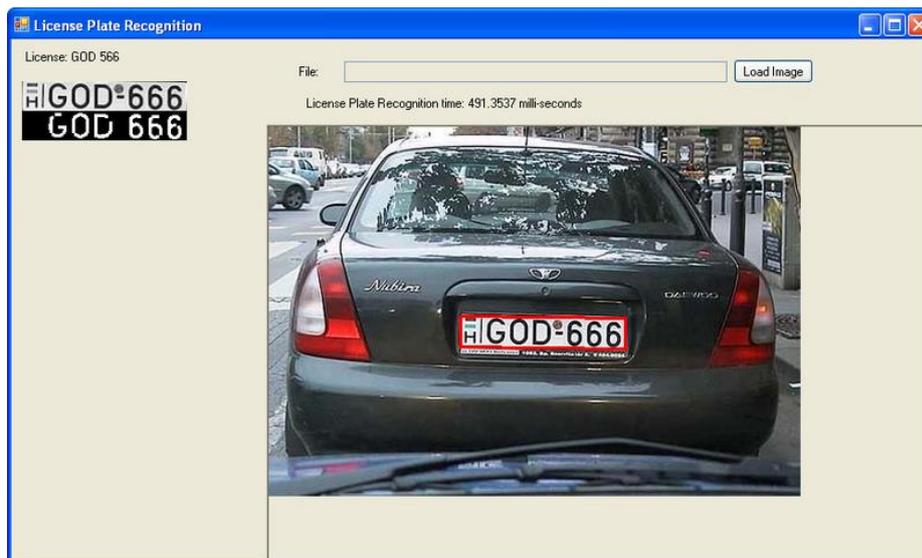


Рисунок 3 – Поиск прямоугольного контура

При плохом освещении, данным методом нахождение номера будет невозможным (Рисунок 4).



Рисунок 4 – Поиск прямоугольного контура при затемнении

Для данного метода производится фильтрация изображения для выделения границ Кэнни, после чего производится выделение всех найденных контуров и их анализ. [3]

### 1.3.2 Частичный анализ границ

Метод по нахождению автомобильного номерного знака основывается на частичном анализе границ. Впервые был применен и разработан авторами: Сакиб Рашидом, Асад Наимом и Омером Ишак в 2012 году. Базируется данный метод на том, что анализируется только часть от рамки целого номерного знака, а именно, сперва, выделяются контуры (Рисунок 5).



Рисунок 5 – Выделение контуров используя детектор Кэнни

По выделенным контурам происходит нахождение всех вертикальных и горизонтальных линий, затем находим только вертикальные линии (Рисунок 6).



Рисунок 6 – Выделение всех найденных линий и поиск вертикальных

Нахождение всех вертикальных прямых и для любых двух прямых, расположенных недалеко друг от друга, с незначительным сдвигом по оси  $y$  и правильным отношением расстояния между ними к их длине, рассматривается гипотеза того, что номер располагается между ними (Рисунок 7). [4]

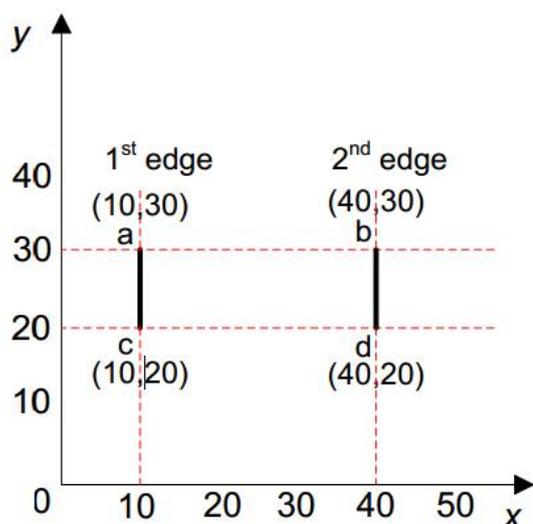


Рисунок 7 – Края, имеющие одинаковые или почти одинаковые координаты X и Y

У данного подхода существенный недостаток в том, что при плохо освещённом изображении, нахождение границ будет затруднено и в большинстве случаев не будет обнаружено необходимых контурных линий, по которым осуществляется поиск номерного знака, а также необходимо учитывать угол поворота номерного знака и дистанцию от камеры, так как расстояние от левого края до правого края номерного знака задано постоянной и не изменяется, а достичь такого постоянного результата на входном изображении достаточно трудно.

### 1.3.3 Гистограммный анализ регионов

Гистограммный анализ регионов основывается на предположении, что частотная характеристика региона с номером отлична от частотной характеристики окрестности (Рисунок 8). [5]

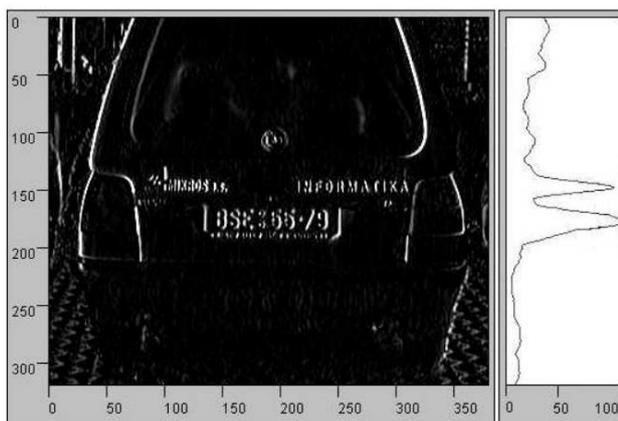


Рисунок 8 – Вертикальная проекция изображения по оси  $y$

На изображении происходит выделение высокочастотных пространственных компонент изображения путем нахождения границ при помощи матриц свертки, а именно: нахождение горизонтальных, вертикальных границ изображения, а также нахождение границ при помощи оператора Собеля, который выражается в виде формулы:

$$M(x, y) = gx + gy \quad (1)$$

В практике, для увеличения производительности, вычисляется только приблизительная величина, такая как:

$$|G| = |G_x| + |G_y| \quad (2)$$

Для повышения обнаружения используются ранговые фильтры. Горизонтально и вертикально ориентированные ранговые фильтры часто используются для обнаружения частей изображения с высокой плотностью ярких краев в области номерного знака. Ширина горизонтально ориентированной матрицы рангового фильтра намного больше высоты матрицы и наоборот, для фильтра с вертикальным рангом – ширина вертикально ориентированной матрица рангового фильтра намного меньше высоты матрицы.

Чтобы сохранить глобальную интенсивность изображения, необходимо, чтобы каждый пиксель был заменен средней интенсивностью пикселей в области, покрываемой матрицей фильтра рангов. В общем случае матрица свертки должна удовлетворять следующему условию:

$$\sum_{i=0}^{w-1} \sum_{j=0}^{h-1} m_{hr}[i, j] = 1.0 \quad (3)$$

где  $w$  и  $h$  – габаритные размеры матрицы.

На ниже представленных рисунках приведены результаты применения фильтров рангового и детектирования границ (Рисунок 9).



(а)

(б)

(в)

Рисунок 9 – (а) Оригинальное изображение, применение фильтра нахождения границ оператором Собеля (б) Горизонтальный ранговый фильтр, применение горизонтального нахождения границ (в) Вертикальный ранговый фильтр, применение вертикального нахождения границ

Затем строится проекция изображения на ось  $y$ , либо на ось  $x$ . Максимум полученной проекции должен совпасть с расположением номера, как показано на изображении выше (Рисунок 8).

Для данного подхода транспортное средство обязательно должна быть сопоставима с размером кадра, в противном случае фон может содержать надписи или другие детализированные объекты, что может повлечь ложному реагированию на объект.

### 1.3.4 Статистический анализ, классификаторы

Одним из больших недостатков вышеприведенных методов определения номерного знака транспортного средства является то, что на запачканных грязью номерах нет ни выражения границ, ни выраженной статистики, что делает нахождение номерного знака практически невозможным.

Наиболее эффективным на сегодняшний день методом определения номерного знака являются классификаторы, одним из которых является каскад Хаара [6]. Данный метод позволяет анализировать область на предмет наличия в ней характерных для номера отношений, точек или градиентов.

Признаки Хаара – признаки цифрового изображения, используемые в распознавании образов. В оригинальной версии алгоритма Виолы-Джонса использовались только примитивы без поворотов, а для вычисления значения признака сумма яркостей пикселей одной подобласти вычиталась из суммы яркостей другой подобласти. В дальнейшем развитии метода были предложены примитивы с наклоном на 45 градусов и несимметричных конфигураций. Также вместо вычисления обычной разности, было предложено приписывать каждой подобласти определенный вес и значения признака вычислять как взвешенную сумму пикселей разнотипных областей. [6]

Данный подход позволил создать быстрый алгоритм поиска объектов. Для определения принадлежности к классу в каждом каскаде находится сумма значений слабых классификаторов этого каскада. Каждый слабый классификатор выдает два значения в зависимости от того больше или меньше заданного порога значение признака, принадлежащего этому классификатору. По итогу сумма значений слабых классификаторов сравнивается с порогом каскада и выносятся решение – найден объект или нет данным каскадом.

При хорошо обученном каскаде Хаара, процент обнаружения объекта был равен девяноста процентам при трех процентах ложных срабатываниях. Но также стоит учесть, что для статистических алгоритмов сложным случаем может оказаться чистый номерной знак, в новой хромированной рамке на белой машине, так как данный объект встречается намного реже, чем грязный номер и может не встретиться достаточное количество раз при обучении.

Так как входящее изображение с камеры, установленной на системе доступа на территорию не гарантирует того, что номерной знак будет без загрязнений, поэтому в данном проекте был применен каскад Хаара с базой

изображений для обучения автомобильных номеров равной пятнадцать тысячам и трем тысячам ложных изображений.

#### **1.4 Алгоритмы нормализации**

Методы, описанные в разделе 1.3, обнаруживают номер не точно и для распознавания элементов букв и цифр требуют уточнения его положения и улучшения качества снимка.

##### **1.4.1 Поворот номерного знака**

Для распознавания угла наклона изображений широко используется преобразование Хафа – алгоритм, применяемый для извлечения элементов из изображения.

В простейшем случае преобразование Хафа является линейным преобразованием для обнаружения прямых. Прямая может быть задана уравнением  $y = mx + b$  и может быть вычислена по любой паре точек  $(x, y)$  на изображении. Главная идея преобразования Хафа — учесть характеристики прямой не как уравнение, построенное по паре точек изображения, а в терминах её параметров, то есть  $m$  — коэффициента наклона и  $b$  — точки пересечения с осью ординат. Исходя из этого прямая, заданная уравнением  $y = mx + b$ , может быть представлена в виде точки с координатами  $(b, m)$  в пространстве параметров. [7]

Так для исходного тестового изображения из трех черных точек, проверим, расположены ли точки на прямой линии (Рисунок 10). Через каждую точку для наглядности было проведено по шесть прямых, имеющих разный угол. К каждой проведенной прямой из начала координат построен перпендикуляр. Для всех прямых длина соответствующего перпендикуляра и его угол с осью абсцисс сведены в таблицу. Данные в таблице являются результатом преобразования Хафа и могут служить основой для графического представления в «пространстве Хафа».

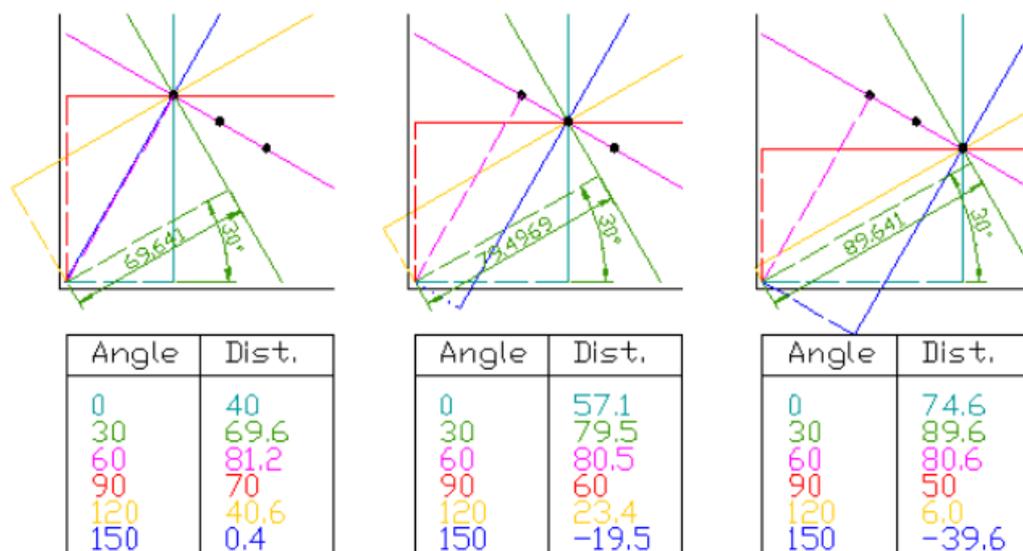


Рисунок 10 – График трех черных точек

Построим график с синусоидальными линиями в пространстве Хафа (Рисунок 11).

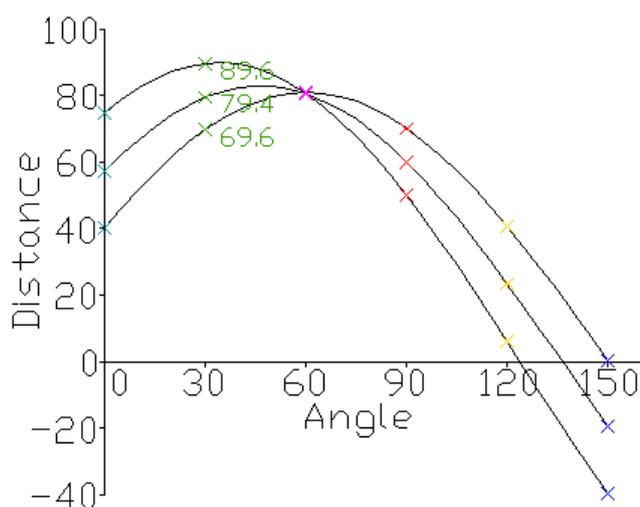


Рисунок 11 – График с синусоидальными линиями в пространстве Хафа

Координаты точки пересечения синусоид определяют параметры прямой, общей для проверяемых точек на исходном изображении.

Данное преобразование позволяет выделить две прямых и по ним возможен не только поворот в горизонтальную плоскость найденного изображения, но и возможность обрезать изображение по ним, что спровоцирует более качественную обработку изображения и удобство дальнейшей работы с ним (Рисунок 12).



Рисунок 12 – Поворот и обрезание входного изображения

### 1.4.2 Увеличение контраста

Для корректного распознавания символов и цифр на изображении необходимо увеличить контрастность получившегося изображения, иначе, нужно усилить интересующую область пространственных частот.

Данную задачу решают с помощью свёртки. Свёртка – это операция, показывающая «схожесть» одной функции с отраженной и сдвинутой копией другой. При вычислении нового значения выбранного пикселя изображения, ядро свёртки прикладывается своим центром к этому пикселю. Соседние пиксели так же накрываются ядром. Далее, вычисляется сумма произведений значений пикселей изображения на значения, накрывшего данный пиксель элемента ядра. Полученная сумма и является новым значением выбранного пикселя. [8]

В случае работы с изображениями – свёртка – это операция вычисления нового значения заданного пикселя, при которой учитываются значения окружающих его соседних пикселей. Главным элементом свёртки является «ядро свёртки» — это матрица (произвольного размера и отношения сторон; чаще всего используется квадратная матрица (по умолчанию, размеры 3x3)).

Для увеличения контрастности, необходимо применить матрицу [8]:

$$\begin{matrix} -0,1 & -0,1 & -0,1 \\ -0,1 & 2 & -0,1 \\ -0,1 & -0,1 & -0,1 \end{matrix} \quad (4)$$

### 1.4.3 Бинаризация изображения

Бинаризация изображения – перевод полноценного или в градациях серого изображения в монохромное, где присутствуют только два вида пикселей (темные и светлые). Главным параметром такого преобразования является пороговое значение, с которого сравнивается яркость каждого пикселя.

Существуют различные подходы к бинаризации, которые условно можно разделить на 2 группы: пороговые и адаптивные.

Пороговые методы бинаризации работают со всем изображением, находя характеристику (порог), позволяющую разделить все изображение на белое и черное.

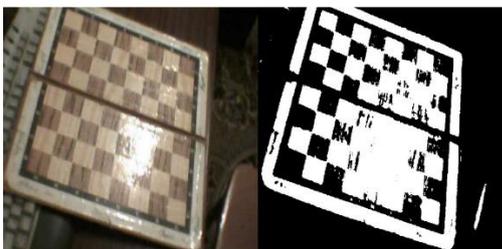


Рисунок 13 – Бинаризация с порогом яркости 128

Адаптивные методы работают с участками изображений и используются при неоднородном освещении объектов (Рисунок 14).



Рисунок 14 – Адаптивное монохромное преобразование

Но по результатам ни пороговое, ни адаптивное преобразование не дает качественных результатов, которые упростили бы распознавание объекта.

При объединении двух методов – порогового и адаптивного преобразования, результат можно считать приемлемым. Суть объединения состоит в том, чтобы с помощью пороговой бинаризации выделить три группы пикселей – белые, черные и промежуточные, а уже промежуточные пиксели с помощью адаптивной бинаризации относятся к черному или белому. Результат данного преобразования представлен на рисунке ниже (Рисунок 15). [9]



Рисунок 15 – Совмещение подходов адаптивной и пороговой бинаризации

Для того, чтобы повысить процент распознавания символов на изображениях, был применен алгоритм бинаризации, входящий в состав библиотеки «OpenCV». Входное изображение сначала проходило этап бинаризации, а затем распознавания символов и букв.

### **1.5 Алгоритмы распознавания символов**

Тема распознавания текста попадает под раздел распознавания образов. Распознавание образов или теория распознавания образов это раздел информатики и смежных дисциплин, развивающий основы и методы классификации и идентификации предметов, явлений, процессов, сигналов, ситуаций и тому подобных объектов, которые характеризуются конечным набором некоторых свойств и признаков. [10]

Следует отметить, что под распознаванием текста обычно понимают три главных метода: сравнение с заранее подготовленным шаблоном, распознавание с использованием критериев распознаваемого объекта и распознавание при помощи самообучающихся алгоритмов, в том числе при помощи нейронных сетей. [11]

На данном этапе основной трудностью является то, что зачастую автомобильные номера на девяносто процентов являются грязными, что затрудняет процесс распознавания.

#### **1.5.1 Tesseract OCR**

Является открытым программным обеспечением, выполняющее автоматическое распознавание как единичной буквы, так и всего текста сразу. Данное обеспечение удобно тем, что возможность использования доступна на

любых операционных системах, стабильно работает и легко обучается. Но очень плохо работает с грязным, деформированным и битым текстом.

### **1.5.2 K-nearest**

Данный алгоритм прост для понимания, который, несмотря на свою примитивность, часто может побеждать не самые удачные реализации нейросетевых методов.

Данный алгоритм работает следующим образом:

1. Записываем большое количество изображений реальных символов уже корректно разбитые на классы вручную.

2. Вводим меру расстояния между символами.

3. При распознании символа, поочередно рассчитываем дистанцию между ним и всеми символами в базе.

Среди множества ближайших соседей, возможно, будут представители различных классов. То есть, представителей какого класса больше среди соседей, к тому классу стоит отнести распознаваемый символ.

В теории, если записать очень большую базу с примерами символов, снятых под разными углами, освещением, со всеми возможными потертостями, то K-nearest отлично подойдет. Но тогда нежно очень быстро рассчитывать дистанцию между изображениями, а, значит бинаризовать его и использовать «исключающее или». Но тогда именно в случае с загрязненными или потертыми номерами будут проблемы. Бинаризация совершенно непредсказуемо изменяет символ. [3]

### **1.5.3 Корреляционный метод**

Данный метод использует математический аппарат теории вероятности, который был идеально доработан в задачах детектирования сигнала в радиолокационных системах. Шрифт на автомобильном номере нам известен, шум фотокамеры или пыль на номере можно с допущениями принять за гауссовский. Существует некоторая неопределенность по расположению символа и его наклону, но эти параметры можно перебрать. Если оставлять

изображение не бинаризованным, то будет еще неизвестна и амплитуда сигнала, то есть яркость символа.

Все вышеперечисленные задачи сводятся к операции расчета ковариации входного сигнала с гипотетическим (с учетом заданных смещений и поворотов):

$$\text{cov}(X, Y) = E[(X - EX) * (Y - EY)] \quad (5)$$

где  $X$  – входной сигнал,  $Y$  – гипотеза,  $E$  – математическое ожидание.

Преимущества данного метода позволяет получить предсказуемый и хорошо изученный результат, если шум частично соответствует выбранной модели, а также если шрифт задан строго, то данный алгоритм способен распознать сильно пыльный, грязный или потертый символ.

Недостатками такого метода является то, что он имеет высокую сложность, что затрудняет работу в режиме реального времени. [3]

#### **1.5.4 Нейросети**

Нейронные сети (искусственная нейронная сеть) — это система соединенных и взаимодействующих между собой простых процессоров (искусственных нейронов). Такие процессоры обычно довольно просты (особенно в сравнении с процессорами, используемыми в персональных компьютерах). Каждый процессор подобной сети имеет дело только с сигналами, которые он периодически получает, и сигналами, которые он периодически посылает другим процессорам. И, тем не менее, будучи соединёнными в достаточно большую сеть с управляемым взаимодействием, эти процессоры вместе способны выполнять довольно сложные задачи, поскольку нейронные сети обучаются в процессе работы. [12]

Существует довольно много разновидностей архитектур нейросетей, но в основном выделяется три основных класса: нейросети прямого распространения, сверточные нейросети и рекуррентные нейросети.

Искусственный нейрон представляет собой очень отдаленное подобие биологического нейрона. Базовое представление искусственного нейрона представлено на рисунке ниже (Рисунок 16). Сети с глубоким обучением – это те сети, которые имеют более одного скрытого слоя.

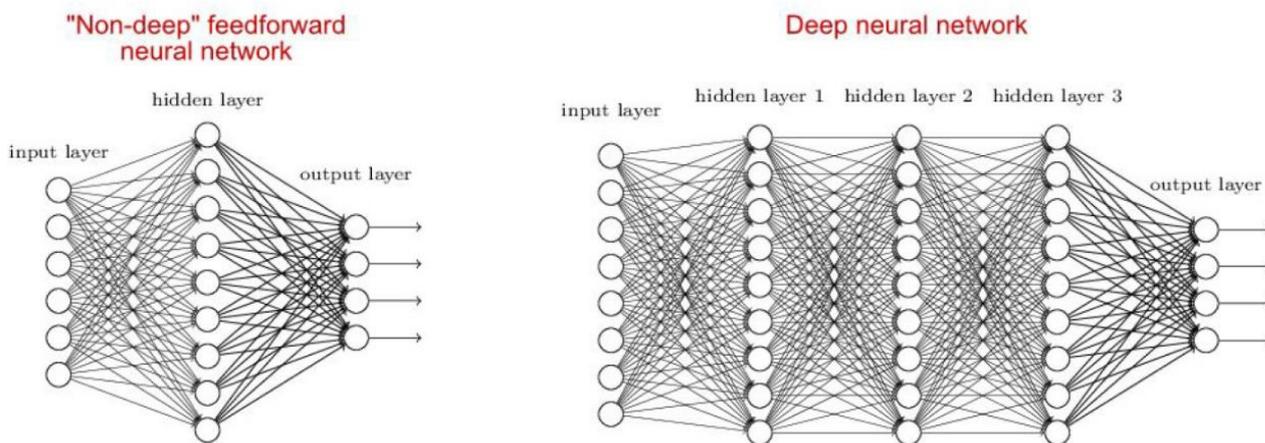


Рисунок 16 – Искусственная нейросеть

Искусственная нейросеть – это способ собрать нейроны в сеть, чтобы она решала определенную задачу, например, задачу классификации. Нейроны собираются по слоям, есть входной слой, куда подается входной сигнал и есть выходной слой, откуда снимается результат работы нейросети и между ними есть скрытые слои. Их может быть много или один. [13]

#### 1.5.4.1 Нейросети прямого распространения

Первая классическая архитектура — полносвязные нейросети прямого распространения. Данная архитектура хорошо работают для классификации, но имеет трудности с большим количеством параметров, а именно: для сети, у которой на входе картинка 100x100, три скрытых слоя по сто нейронов каждый, и выходом на десять классов, число параметров будет примерно равно одному миллиону:

$$(10000 * 100 + 100 * 100 + 100 * 100 + 100 * 10) \quad (6)$$

Также при большом количестве слоев будут затухающие градиенты (когда в нейросети много слоев, то от градиента в самом конце может остаться очень маленькая часть полезной информации), и, как следствие, трудно обучаем.

#### 1.5.4.2 Сверточные нейросети

Сверточные нейросети решают три основных задачи:

1. Классификация – подача картинки на вход и нейросеть распознает на ней образы (собака, лошадь, машина) и выдает класс.

2. Детекция – когда нейросеть не просто распознает что на изображении есть лошадь или собака, но также находит месторасположение объекта на изображении.

3. Сегментация – попиксельная классификация. Здесь нейросеть распознает каждый пиксель изображения и определяет какой конкретный пиксель относится к собаке, к лошади или другому объекту.

Пример данных задач можно наблюдать на изображении ниже (Рисунок 17).

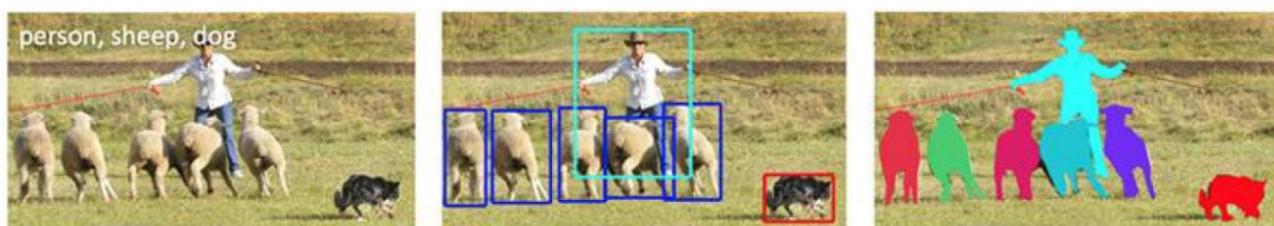


Рисунок 17 – Классические задачи для Сверточной нейросети

#### 1.5.4.3 Рекуррентные нейросети

Отличие рекуррентных нейросетей от сверточных в том, что в рекуррентных нейросетях появляется циклическая связь, то есть скрытый слой свои же значения отправляет сам на себя на следующем шаге. Данные сети обладают определенным видом памяти и гораздо лучше подходят для работы с последовательностями, моделированием контекста и временными зависимостями.

В общем про рекуррентные нейросети можно сказать, что это обычный компьютер, при правильном обучении, потенциально, он может считать любой алгоритм, но сложность заключается в том, что обучить данную нейросеть достаточно трудно.

Также в рекуррентных сетях имеется понятие времени, то есть она описывает последовательность, что произошло в каждом кадре или в последовательности кадров.

## **2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **2.1 Цели создания Системы**

С точки зрения создателя Системы:

1. Построить продукт для интеграции с Шлагбаумом, пользователи которого могли бы получать доступ для проезда без дополнительных устройств.

2. Интегрировать удаленное обновление списка ТС, имеющих доступ для проезда через шлагбаум.

3. Сформировать постоянный положительный денежный поток.

4. KPI:

break-even: выход на нулевую доходность – 5 месяцев с начала подключения первой организации.

Маржа операционной прибыли: 50%.

Количество клиентов (точек услуг) на конец 2019 года – 90.

5. С точки зрения организации:

Снизить трудозатраты и настроить четкую и удобную организацию расписания приема/работы сотрудников.

Дистанционный мониторинг расписания работы сотрудников, дистанционное управление записью, заказами и прочее.

Контроль пропускной способности на территорию организации.

6. С точки зрения клиента:

Уменьшить время, необходимое на проезд придомовой территории и обеспечить ограниченный доступ для не проживающих/не имеющих доступ на территорию организации лиц.

Повысить комфортность, а также безопасность при подъезде к устройству, ограничивающему доступ (шлагбауму).

### **2.2 Основные функциональные возможности Системы**

1. Для клиентов организации

Найти необходимую услугу (по цене, качеству, методу взаимодействия).

Посмотреть список готовой продукции, отзывы о продукции, адрес организации, телефон, email, местоположение (карта Яндекс).

Зарегистрировать заявку на установку (Имя, телефон, удобное для встречи дата и время).

Обратная связь и обратный звонок.

Оставить отзыв.

Сделать заявку на добавление нового транспортного средства для предоставления доступа к придомовой территории.

2. Для организации

Зарегистрироваться, один привилегированный пользователь может управлять несколькими точками Системы.

Добавить/изменить/удалить информацию о точках сервиса (но при этом он должен видеть все возможные опции из унифицированного списка услуги данной категории, при добавлении новой услуги она добавляется в унифицированный список после одобрения администратора).

3. Другие функциональные особенности/требования/возможности

Отчеты для владельцев Системы.

Оплата аккаунтов.

### **2.3 Использование Технического Задания**

Отношения между Исполнителем и Заказчиком в отношении информации, содержащейся в настоящем Техническом задании, регулируются договором о конфиденциальности, подписанным Исполнителем и Заказчиком.

Полный обзор технического задания приведен в Приложении А.

### 3 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

#### 3.1 Обоснование выбора направления

Поскольку данное приложение будет работать на Raspberry PI под операционной системой Linux Mint, а также библиотека OpenCV является библиотекой для языка программирования C++, поэтому язык разработки будет являться C++. Для разработки программного обеспечения будем использовать программное обеспечение «Eclipse», преимуществом которого является интеллектуальная помощь при написании программ в виде подсказок для применяемых методов.

#### 3.2 Проектирование приложения

Структура взаимодействия всех компонентов представленной системы отражает UML диаграмма развертывания, изображенная на рисунке ниже (Рисунок 18)

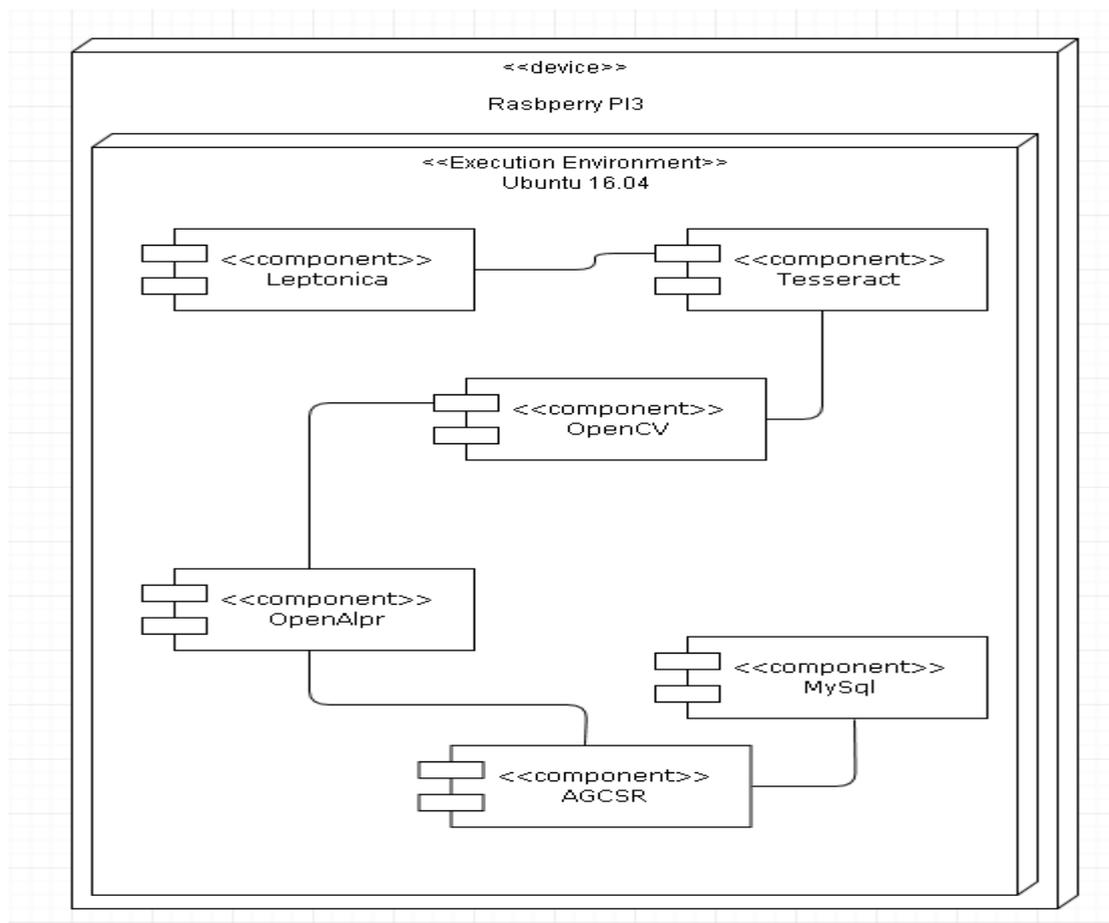


Рисунок 18 – Диаграмма развертывания

Для функционирования реализуемого приложения доступа на территорию при помощи метода распознавания государственных автомобильных знаков – «AGCSR», необходимы такие компоненты, как: система управления базами данных – «MySQL», открытая библиотека по распознаванию автомобильных знаков – «OpenALPR», библиотека для работы с графикой – «OpenCV», библиотека для распознавания объектов – «Tesseract» и библиотека для обработки и анализа изображений – «Leptonica». Модель базы данных, основные сущности и их связь между собой представлены на рисунке ниже (Рисунок 32).

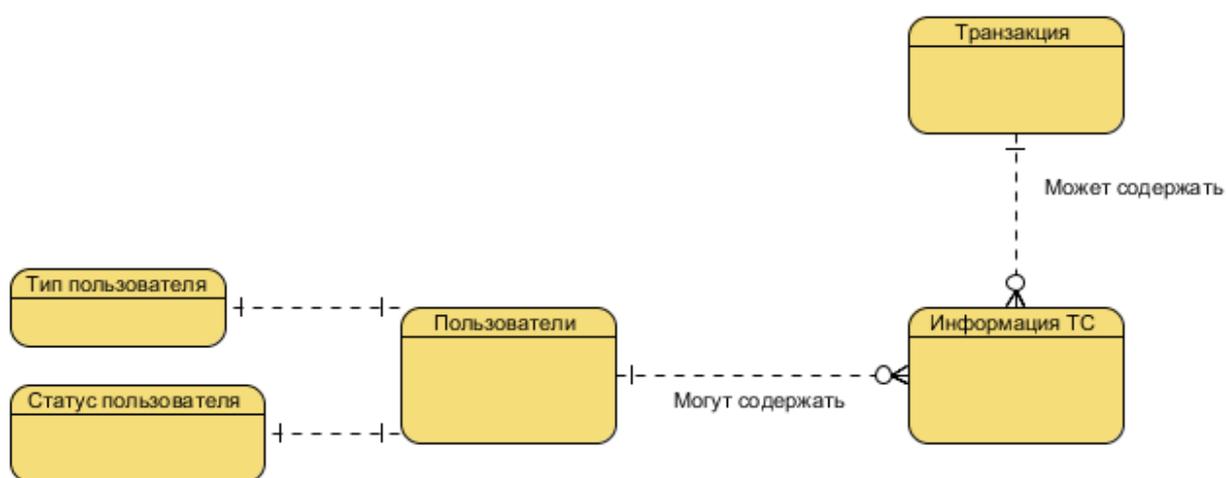


Рисунок 19 – логическая модель БД

На Диаграммах представлены основные Варианты Исполнения Системы, детальное описание которых можно найти в приложении А, п. 1.3.2 «Описание Вариантов Исполнения».

На данной диаграмме (Рисунок 20) представлена иерархия всех Пользователей Системы и внешних участников. Связь обобщения следует читать следующим образом: Пользователь наследует все поведения своего родителя и к тому же имеет свое поведение в Системе, например, Администратор может делать то, что делает Владелец организации, но может еще и блокировать Пользователя.

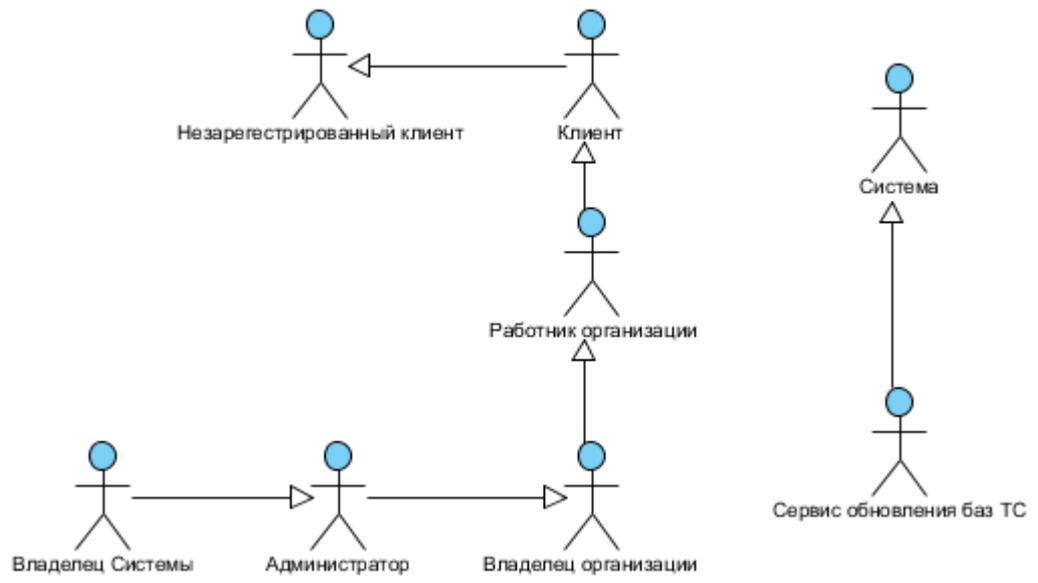


Рисунок 20 – Пользователи

Для представления основных возможных действий пользователя в системе, представлены варианты использования (Рисунок 21, Рисунок 22), которые позволяют определить возможный функционал каждой роли пользователя, а также представить модель всего приложения в целом.

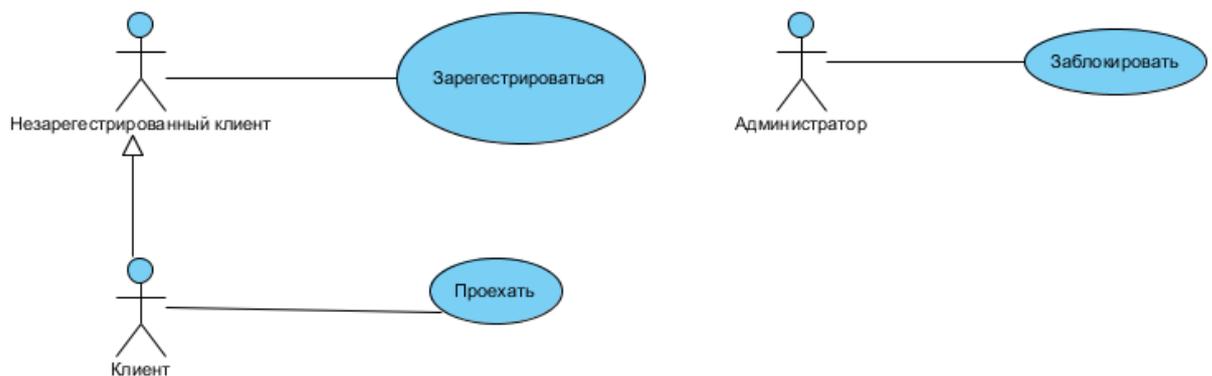


Рисунок 21 – ВИ регистрация и управления данными

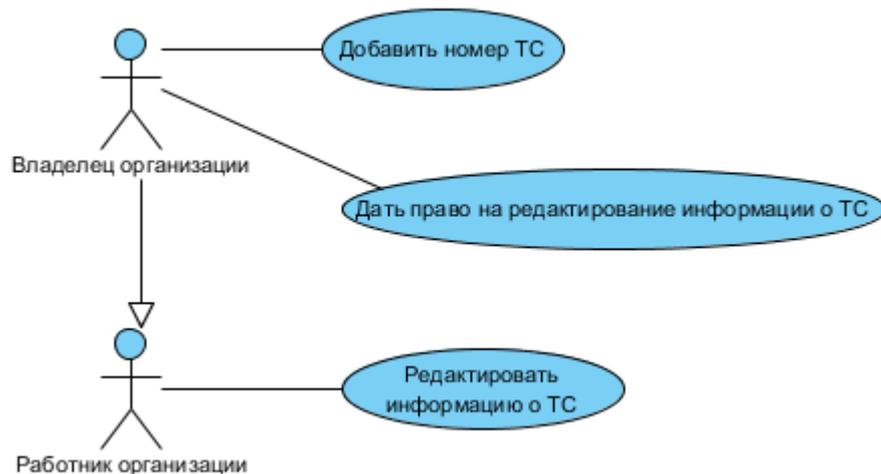


Рисунок 22 – ВИ управления справочниками организации

### 3.2.1 Описание классов

Программное обеспечение «AGCSR» включает в себя семь классов-«Recognition», «Constants», «BanLicensedPlate», «config», «connectMysql», «TransformPatterns» и «IOManagment», подробная диаграмма представлена в приложении Б.

Класс «Constants» определяет местонахождения основных ключевых файлов и директорий, таких, как: настроечный файл для подключения к базе данных MySQL, директорию с настройками для подключаемых библиотек «OpenAlpr» и шаблонами автомобильных номерных знаков.

Класс «Config» связан с классом «Constants» и реализует чтение данных с конфигурационных файлов, которые заданы в классе «Constants» для передачи настроечных параметров при подключении к СУБД «MySQL».

Класс «IOManagment» осуществляет взаимодействие с интерфейсом ввода/вывода общего назначения с Raspberry PI для подачи сигнала системе доступа на территорию о разрешении проезда транспортного средства.

Класс «BanLicensedPlate» предоставляет возможность игнорирования припаркованных транспортных средств, что позволяет устранить ложные срабатывания и цикличной подачи сигнала о разрешении проезда, при условии, что данный номер будет находится в списках, разрешенных для въезда автомобильных номеров.

Класс «connectMySQL» является вспомогательным классом для обращения к базе данных MySQL, содержащий методы по поиску автомобильных номерных знаков и подключению к базе данных.

Класс «TransformPatterns» осуществляет функционал для замены символов и цифр, согласно шаблону, при некорректном распознавании цифр или букв и их конвертировании (например, при распознавании цифры ноль, заменяет на символ «0», если на данном месте, согласно шаблону, должна стоять буква, а не цифра).

Класс «Recognition» реализует необходимые методы для взаимодействия с подключаемой камерой, поиском автомобильных номерных знаков на входном изображении, их распознавании, поиска распознанного номера в базе данных и подачи сигнала на открытие шлагбаума.

Данная система производит поиск камер, подключенных к устройству. Если камера не обнаружена, то система выдает соответствующую ошибку, иначе система обрабатывает изображение с камеры раз в секунду, это обусловлено в целях снижения загрузки Raspberry PI и ограничено входящим FPS, при суммарном FPS больше ста восьмидесяти, происходит вызов метода, отвечающий за распознавание объектов на изображении, после чего счетчик FPS сбрасывается. Далее, при нахождении номерного знака, происходит распознавание символов и поиска совпадений в базе данных. Если данный номер существует в базе данных, то происходит подача напряжения на выходы Raspberry PI, к которым подключено реле, отвечающее за открытие стрелы шлагбаума.

Для наглядности определения подачи сигнала на систему доступа на территорию предприятия осуществлено подключение светодиода, который загорается при нахождении распознанного номера транспортного средства в базе данных (Рисунок 23).

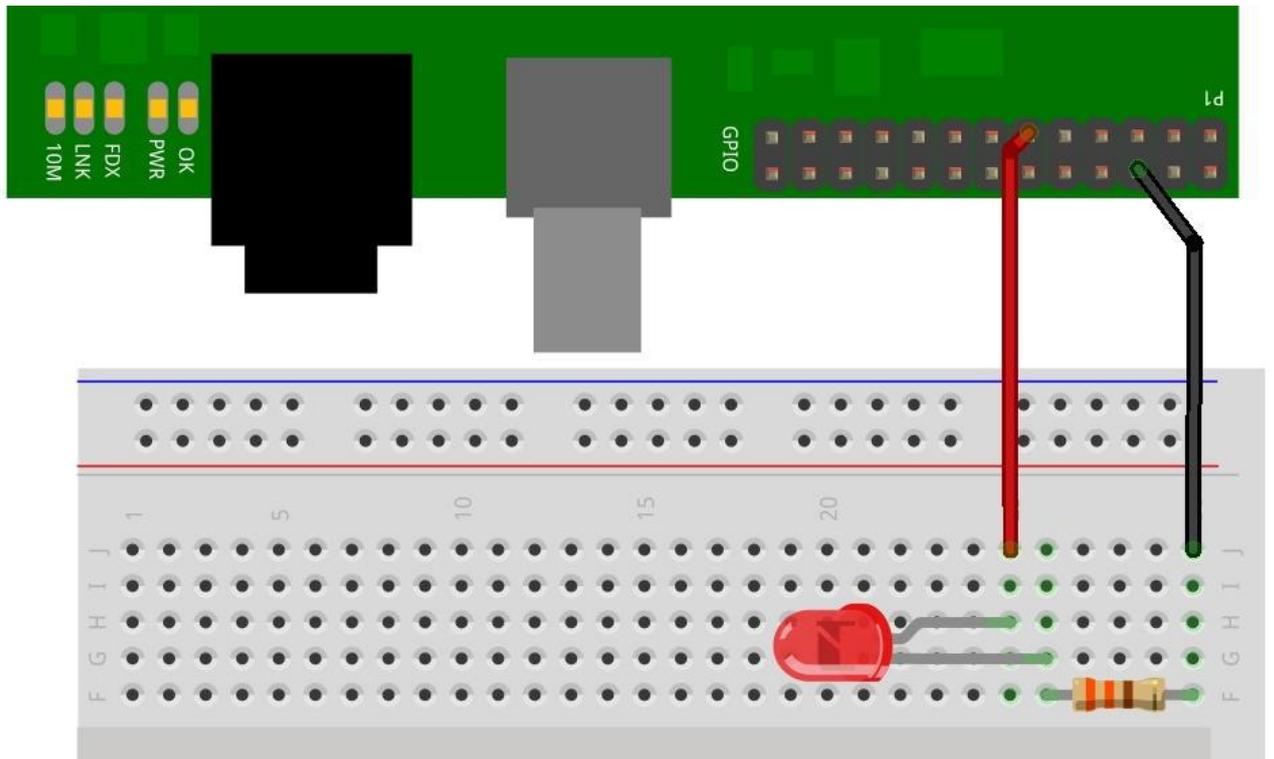


Рисунок 23 – Подключение светодиода к интерфейсу GPIO Raspberry Pi3

## 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате разработки спроектировано программное обеспечение, осуществляющая нахождение и распознавание номерного знака транспортного средства (Рисунок 24) с дальнейшим поиском распознанного номера в базе данных и подача сигнала на открытие шлагбаума при наличии данного номера в списках, разрешенных для доступа на территорию (Рисунок 25, Рисунок 26).



Рисунок 24 – Определение и распознавание номерного знака

```
mc [prof1k@prof1k-raspberry]:~/LicensePlate/Recognition/Debug
Analyzing: ru
Plate inverted: 0
Disqualify reason: platecorners did not find a top/bottom edge
Result Aggregator Scores:
  Plate Num      Score      CountBest conf (%)
Analyzing: ru
Plate inverted: 0
Disqualify reason: platecorners did not find a top/bottom edge
Result Aggregator Scores:
  Plate Num      Score      CountBest conf (%)
  H117C070      149.938      1      81.2344

ORIGINAL - H117C070 Confidence = 81.2344 Matches template 0
x1: 390
y1: 183
x2: 414
y2: 191

*ADD NEW MACHINE*
plate0: 1 results
- H117C070 confidence: 81.2344 pattern_match: 0
After transform H117C070
H117C070
!!!OPEN BARRIER!!!
Analyzing: ru
Plate inverted: 0
Disqualify reason: platecorners did not find a top/bottom edge
Result Aggregator Scores:
  Plate Num      Score      CountBest conf (%)
  H117C070      145.859      1      80.2149
```

Рисунок 25 – Результат распознавания и подача сигнала на интерфейс

GPIO



Рисунок 26 – Индикация открытия шлагбаума

При проведении контрольных испытаний было выявлено, что при входящих ста изображениях, количество корректно распознанных изображений находилось в пределах от 82 до 92, а время задержки распознавания с момента поступления изображения до вывода конечных текстовых результатов составляет от 112 до 1213 миллисекунд, в зависимости от входящего размера изображения и задаваемого количества циклов обработки изображений, чем больше количество циклов обработки изображений, тем выше точность распознавания. Количество циклов обработки подразумевает, что данная система может сканировать одно и то же изображение несколько раз с различной рандомизацией, чем больше, тем выше точность, но скорость распознавания уменьшается кратно числу раз.

Таблица 1 – Анализ обработки входящих изображений на Raspberry PI

Размер изображения, пикселей	Количество циклов обработки изображений, шт.	Время выполнения одного изображения, мс	Количество ложных срабатываний из ста входящих изображений, шт.
640x480	1	112	18
1280x1024	1	248	16
640x480	2	250	15
1280x1024	2	512	13
640x480	3	403	10
1280x1024	3	1213	8

При внедрении разработанной системы на объект доступа на территорию, были выбраны следующие настройки: размер входящего изображения 1280x1024 пикселей, количество циклов обработки изображений равной двум, что позволяет обработать несколько вариантов номера по ходу движения транспортного средства и увеличить процент корректного срабатывания системы и подать сигнал на систему доступа о поднятии стрелы (Рисунок 27).

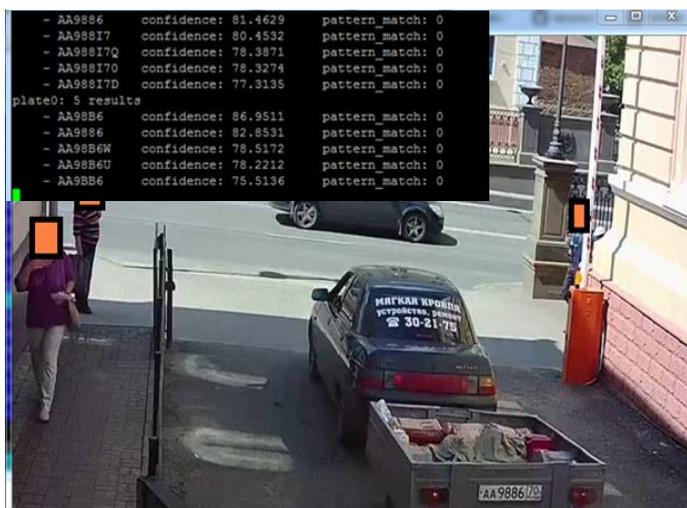


Рисунок 27 – Индикация автомобиля и открытие шлагбаума

Данные настройки вполне удовлетворяют показателям устойчивости и эффективного использования, за исключением дождливой или снежной погоды, в этом случае распознавание и реагирование системы происходит не всегда.

## **5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

### **5.1 Введение**

В настоящее время перспектива научного исследования определяется не только масштабом открытия, оценка которого на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудна, сколько общей коммерческой ценностью разработки.

Оценка коммерческой ценности разработки для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов, а особенно это важно для разработчиков коммерческого программного обеспечения, поскольку конкуренция программных обеспечений на рынках очень высока.

Целью данного раздела является проектирование конкурентоспособного приложения «Система доступа на территорию на основе распознавания российских автомобильных государственных номерных знаков», разработанной на Unix системе и имеющая возможность внедрения на портативное, недорогое оборудование – «Raspberry PI».

Задачами данного раздела являются оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения разработки, а также определение сильных и улучшения слабых сторон разрабатываемого приложения.

Процесс решения этих задач будет состоять из анализа существующих конкурентных технических решений, SWOT анализ данного проекта, поиск потенциальных потребителей путем сегментирования рынка, определение возможных альтернатив проведения исследования, расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ, определение трудоемкости выполненных работ, формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта и определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

## 5.2 Оценка коммерческого потенциала и перспективность проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

### 5.2.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Целевой аудиторией рынка, на которую направлена основная часть продаж текущей разработки, являются организации, поскольку позволяет сократить расходы на содержание отдельных сотрудников для предоставления доступа на территорию организации и эффективно управлять пропускным контролем транспортных средств.

Сегментирование рынка произведено по следующим критериям: размер компании, стоимость в зависимости от устанавливаемых систем, на основе которых осуществляется предоставление доступа на территорию организации и возможность динамически изменять количество транспортных средств, имеющих доступ на территорию.

Таблица 2 – Карта сегментирования по системе доступа на территорию

Параметры		Способ управления шлагбаумом		
		Пульт	Охранник	Распознавание по номеру автомобиля
Размер компании	Крупные			
	Средние			
	Маленькие			

Исходя из представленной выше таблицы сегментирования можно сделать вывод, что чем крупней компания, тем все больше нуждается в автономном и динамичном способе управления доступом на территорию предприятия.

Таблица 3 – карта сегментирования рынка

Параметры		Способ управления шлагбаумом		
		Пульт	Охранник	Распознавание по номеру автомобиля
Стоимость	Высокая			
	Средняя			
	Низкая			

На основе карты сегментирования можно сделать вывод о том, что самым недорогим средством для управления является дистанционный пульт, но возможности временного предоставления доступа у данного способа управления системой доступа отсутствует. Охранник, сидящий на КПП, имеет возможность по звонку от руководителей предоставлять доступ на территорию отдельным транспортным средствам, но с ежемесячным окладом, что также не может позволить себе каждая организация. Управление системой доступа на территорию при помощи распознавания номерных знаков является дорогим решением, так как устанавливается дорогостоящее оборудование.

Разрабатываемый продукт будет относиться к средней стоимости и осуществлять доступ на территорию методом распознавания государственных номерных знаков. Данный сегмент рынка на данный момент свободен.

### 5.2.2 Анализ конкурентных технических решений

На основе оценочной карты, приведенной в таблице ниже (Таблица 4 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений), проанализированы основные технические решения с точки зрения ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Таблица 4 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
2. Удобство эксплуатации	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
3. Надежность	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
4. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,15	5	4	4	0,75	0,6	0,6
5. Предоставляемые возможности	0,1	5	5	3	0,5	0,5	0,3
6. Качество интеллектуального интерфейса	0,15	4	5	5	0,6	0,75	0,75
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность продукта	0,15	5	2	3	0,75	0,3	0,45
2. Цена	0,1	5	1	2	0,5	0,1	0,2
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,025	4	5	5	0,1	0,125	0,125
4. Уровень проникновения на рынок	0,025	5	1	2	0,125	0,025	0,050
Итого	1	Суммарная оценка			4,325	3,9	3,975
Примечание: 1) Ф – данная разработка; 2) к1 – система средств распознавания HikVision 3) к2 – система средств распознавания Gate							

Основным преимуществом перед конкурирующими моделями систем управления, система по распознаванию номеров является адаптивной для нескольких предметных областей, а именно оценочная стоимость данной продукции крайне мала, что позволит внедрять данные системы как в организации, так и в частные дома с системой контроля доступа транспортных средств, что подразумевает не только удобство использования системы, но еще и безопасность при чрезвычайных случаях, когда затруднен проезд для автомобилей специальных служб.

### 5.2.3 SWOT-анализ

Представляет собой комплексный анализ исследуемого проекта, включающий в себя как сильные, так и слабые стороны, возможности и угрозы. Данный анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Таблица 5 – SWOT-анализ

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b> С1. Низкая стоимость; С2. Ординарность изготовления; С3. Наличие оборудования, позволяющего проведения экспериментов; С4. Конкурентоспособность продукта.	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b> Сл1. Низкий уровень прибыльности; Сл2. Затруднен доступ к системам предоставления доступа; Сл3. Разнообразие систем доступа на территорию.
<b>Возможности:</b> В1. Появление дополнительного спроса на новый продукт; В2. Внедрение на новые рынки или сегменты рынка; В3. Государственная поддержка.	Удешевленная разработка за счет использования низкой стоимости оборудования и возможности динамично пополнять базы автомобильных номеров транспортных средств не только для личных целей, но и также для доступа транспортных средств специальных назначений, что может привлечь спрос не только частных лиц, но и специальных служб (таких как пожарная охрана, медицинских учреждений).	Воздействие на объем спроса путем предоставления широкого спектра услуг. Установление связей с потребителями для продвижения создаваемого продукта.
<b>Угрозы:</b> У1. Появление продуктов заменителей;	Значительной угрозой является появление продуктов заменителей, так как производительность и качество техники быстро растет, а также рост цен на	Данная разработка может быть не востребована вовсе в силу ненужности. В данном случае необходим анализ

<p>У2.Появление более современных и дешевых технологий;</p> <p>У3.Отсутствие спроса у потребителя на внедрение новых технологий</p> <p>У4.Рост цен на материалы.</p>	<p>материалы, так как цена на данное оборудование зависит от курса доллара.</p> <p>Необходимо предусмотреть планы закупок.</p>	<p>причин развития конкурентов и перенятия их опыта</p>
--	--	---

На основе анализа, представленного в таблице выше (Таблица 5 – SWOT-анализ) необходимо особое внимание уделить количеству закупаемого оборудования, так как курс рубля по отношению к доллару является крайне неустойчивым. В связи с низкой стоимостью предоставляемой услуги, ожидается повышенный спрос, способствующий заинтересовать государственные структуры предоставлением возможности беспрепятственного доступа транспортных средств специального назначения на территорию предприятий. Данные возможности могут снизить слабые стороны проекта за счет повышенного спроса и государственной поддержки. Угроза со стороны конкурентов являются самыми непредсказуемыми и критичными, на которые всегда необходимо обращать особое внимание. Но так как данная разработка является собственной, то данные угрозы можно снизить за счет низкой стоимости, а также уделять большое внимание на внедрение данной технологии и установление связей с потенциальными покупателями, иначе данная разработка будет невостребованной.

#### **5.2.4 Определение возможных альтернатив проведения исследования**

Для того, чтобы определить возможные альтернативные варианты для данного исследования, на основе составленной морфологической матрицы (Таблица 6 – Морфологическая матрица) определены морфологические характеристики объекта.

Таблица 6 – Морфологическая матрица

	1	2
Платформа	Raspberry Pi 3 model B	ASUS Tinker Board
А. Модель процессора	BCM2837	Rockchip RK3288
Б. Количество ядер процессора	4	4
В. Частота процессора	1200 МГц	1800 МГц
Г. Тип оперативной памяти	LPDDR3	LPDDR3
Д. Объем оперативной памяти	1 Гб	2 Гб
Е. Модель видеочипа	Videocore 4	Mali T764
Ж. Интерфейсы периферии	USB 2.0 x4, GPIO, micro USB, micro SD	USB 2.0 x4, GPIO, micro USB, micro SD

Возможные варианты решения поставленной проблемы с позиции функционального содержания и ресурсосбережения:

1. А1Б1В1Г1Д1Е1Ж1 – Raspberry Pi 3 model B; BCM2837; Количество ядер процессора 4; 1200 МГц; LPDDR3; Объем оперативной памяти 1 Гб; Videocore 4; USB 2.0 x4, GPIO, micro USB, micro SD.

2. А2Б2В2Г2Д2Е2Ж2 – ASUS Tinker Board; Rockchip RK3288; Количество ядер процессора 4; 1800 МГц; LPDDR3; Объем оперативной памяти 2 Гб; Mali T764; USB 2.0 x4, GPIO, micro USB, micro SD.

### **5.3 Планирование научно-исследовательских работ**

#### **5.3.1 Структура в рамках научного исследования**

Порядок этапов и работ, распределение исполнителей приведен в таблице ниже (Таблица 7 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей).

Таблица 7 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Постановка целей и задач, получение исходных данных	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Научный руководитель, инженер
	3	Проведение патентных исследований	Научный руководитель, инженер
	4	Разработка календарных планов	Научный руководитель, инженер
Экспериментальные исследования	5	Проверка функциональных возможностей оборудования	Научный руководитель, инженер
Проектирование структуры ПО	6	Проектирование структуры ПО	Научный руководитель, инженер
	7	Разработка ПО	Научный руководитель, инженер
	8	Тестирование ПО	Инженер
Проведение ОКР			
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	9	Оформление расчетно-пояснительной записки	Инженер
	10	Подведение итогов	Научный руководитель, инженер

### 5.3.2 Определение трудоемкости выполненных работ

Основной частью стоимости разработки являются трудовые затраты и поэтому определение трудоемкости работ каждого участника исследования становится неотъемлемой частью. С целью определения трудоемкости использованы следующие показатели: ожидаемое значение продолжительности работ; продолжительность каждой работы в днях, учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями; длительность

каждого этапа работ в календарных днях, которая используется для построения диаграммы Ганта; коэффициент календарности.

Коэффициент календарности составляет:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365-119} = 1.48 \quad (7)$$

Расчет трудоемкости выполнения работ представлены в таблице ниже (Таблица 8 – Временные показатели проведения научного исследования), на ее основе построен календарный план-график, который учитывает максимальные по времени исполнения этапы с учетом разбиения времени на месяцы и декады в течение периода выполнения дипломной работы. Нижеприведенная таблица (Таблица 8 – Временные показатели научного исследования) имеет обозначения:  - руководитель;  - инженер

Таблица 8 – Временные показатели проведения научного исследования

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Длительность работ, чел\дни			
		$t_{min}$	$t_{max}$	$t_{ож}$	$T_{Pi}$		$T_K$	
					НР	И	НР	И
Постановка целей и задач	НР	3	5	3,8	4,56	-	6,75	-
Разработка и утверждение технического задания	НР, И	2	4	2,8	0,34	3,36	0,5	4,97
Подбор и изучение материалов по теме	НР, И	10	13	11,2	4,03	8,44	5,96	12,5
Разработка календарного плана	НР, И	2	4	2,8	0,67	3,36	0,99	4,97
Экспериментальные исследования	НР, И	15	20	17	20,4	14,28	30,19	21,13
Проектирование структуры ПО	НР, И	10	15	12	6,5	11,2	2,73	16,58
Разработка ПО	НР, И	12	15	13,2	7,92	15,84	11,72	23,44
Тестирование ПО	И	6	10	7,6	-	9,12	-	13,5
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	6	9	7,2	-	8,64	-	12,79
Подведение итогов	НР, И	2	3	2,4	1,72	2,88	2,55	4,26
Итого:				80	46,12	77,12	61,39	114,14

Таблица 9 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T <sub>кi</sub> , кал. дн.	февр.			март			апрель			май			июнь		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Постановка целей и задач	НР	7		■													
2	Разработка и утверждение технического задания	НР, И	5		▨	■												
3	Подбор и изучение материалов по теме	НР, И	12			▨	■											
4	Разработка календарного плана	НР, И	5				■	▨										
5	Экспериментальные исследования	НР, И	30					▨	■	■								
6	Проектирование структуры ПО	НР, И	16								▨	■						
7	Разработка ПО	НР, И	24									▨	■					
8	Тестирование ПО	И	14										▨					
9	Оформление расчетно-пояснительной записки	И	13													▨		

### 5.3.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В бюджете НТИ должно быть обеспечено достоверное отображение всех видов расходов, которые связаны с его выполнением исследования. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям: материальные затраты НТИ; основная заработная плата исполнителей темы; отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).

#### 5.3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

С целью вычисления материальных затрат используется формула для расчета:

$$Z_m = (1 + k_T) * \sum_{i=1}^m C_i * N_{расхи} \quad (8)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;  $N_{расхи}$  – количество материальный ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);  $C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);  $k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Расчет материальных затрат НТИ представлен в таблице ниже (Таблица 10 – Материальные затраты).

Таблица 10 – Материальные затраты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Количество	Сумма, руб.
Бумага для принтера формата А4	210	2 уп.	420
Ручка шариковая	15	2 шт.	30
Карандаш	10	2 шт.	20
<b>Итого:</b>			<b>470</b>

Расходы на материалы составили 470 рублей.

#### 5.3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данной статье приведены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры,

стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. Расчет затрат по данной статье приведены в таблице (Таблица 15 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта).

Все расчеты по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации, но используемого для каждого исполнения конкретной темы приводятся в таблице ниже (Таблица 11 – Материальные затраты на приобретение спецоборудования для научных работ).

Таблица 11 – Материальные затраты на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Количество	Сумма, руб.
Raspberry PI3	3499	1 шт.	3499
Asus Tinker Board	4999	1 шт.	4999
Макетная плата	140	1 шт.	140
Провода подключения	20	1 шт.	20
Инфракрасная камера	580	1 шт.	580
Набор сопротивлений 240 Ом	37	1 уп.	37
Светодиод	4	1 шт.	4
Флэш-накопитель SDHC	530	1 шт.	530
<b>Итого для Raspberry PI3:</b>			<b>4810</b>
<b>Итого для Asus Tinker Board:</b>			<b>6310</b>

Расходы на приобретение спецоборудование для научных работ:

$Z_{CO1}$ =4810 рублей – для микрокомпьютера Raspberry PI3

$Z_{CO2}$ =6310 рублей – для микрокомпьютера Asus Tinker Board

### 5.3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В статью включена основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, участвующий в выполнении проекта:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (9)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата,  $Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата, которая составляет 12-20% от  $Z_{осн}$ .

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m * M}{F_d} \quad (10)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;  $M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года;  $F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Расчет затрат на основную заработную плату приведены в таблице ниже (Таблица 12 – Затраты на основную заработную плату). При расчете учитывалось, что в году 302 рабочих дня и, следовательно, в месяце 25,17 рабочих дня.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{мс} * (1 + k_{пр} + k_d) * k_p \quad (11)$$

где  $Z_{мс}$  – заработная плата по тарифной ставке,  $k_{пр} = 0.3$  – премиальный коэффициент,  $k_d \approx 0.2 - 0.5$  – коэффициент доплат и надбавок,  $k_p = 1.3$  – районный коэффициент для города Томска.

Таблица 12 – Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	$Z_{мс}$ , руб	$Z_m$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб.дн.	$Z_{осн}$ , руб.
НР	1530,5	1989,7	95,5	46	4650
И	1000	1300	69	77	6235
Итого:					10885

Затраты на основную заработную плату составили 10885 руб.

#### 5.3.3.4 Отчисление во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется на основе формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} * (Z_{осн} + Z_{доп}) \quad (12)$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и прочее), размер которого установлен в 30%. На основании пункта 1 статьи 58 закона

№212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2018 году ставка составляет 27.1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице ниже (Таблица 13 – Отчисления во внебюджетные фонды).

Таблица 13 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
НР	4650	–
И	6235	–
$k_{внеб}$	27,1%	
<b>Итого:</b>	<b>294983,5</b>	

### 5.3.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов, такие как, печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и так далее. Их величина определяется по формуле:

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей 1 – 4}) * k_{нр} \quad (13)$$

где  $k_{нр}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов беру в размере 16%.

Величина накладных расходов будет составлять:

$$Z_{накл1} = (470 + 4810 + 10885 + 294983,5) * 0.16 = 49783,76 \quad (14)$$

$$Z_{накл2} = (470 + 6310 + 10885 + 294983,5) * 0.16 = 50023,76 \quad (15)$$

### 5.3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице ниже (Таблица 14 – Расчет бюджета затрат НИИ).

Таблица 14 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Для Raspberry PI3 сумма, руб.	Для Asus Tinker Board сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИИ	470	470	Пункт 5.3.3.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	4810	6310	Пункт 5.3.3.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	10885	10885	Пункт 5.3.3.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	294983,5	294983,5	Пункт 5.3.3.4
5. Накладные расходы	49783,76	50023,76	16% от суммы ст. 1-4
6. Бюджет затрат НИИ	360932,26	362672,26	Сумма ст. 1-5

**5.3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования**

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице ниже (Таблица 15 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта).

Таблица 15 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования / Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	4	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,25	5	5
3. Надежность	0,1	4	5
4. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,15	5	5
5. Предоставляемые возможности	0,25	4	5

6. Качество интеллектуального интерфейса	0,15	4	4
Итого:	1		

$$I_{p-исп1} = 4 * 0,1 + 5 * 0,25 + 4 * 0,1 + 5 * 0,15 + 4 * 0,25 + 4 * 0,15 = 4,4 \quad (16)$$

$$I_{p-исп2} = 5 * 0,1 + 5 * 0,25 + 5 * 0,1 + 5 * 0,15 + 5 * 0,25 + 4 * 0,15 = 4,85 \quad (17)$$

Таблица 16 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	4,85
3	Интегральный показатель эффективности	4,4	4,85
4	Сравнительная эффективность вариантов	0,9	1,10

Таким образом, исполнение номер 2 является наиболее функциональным и ресурсоэффективным по сравнению с исполнениями. Оба исполнения с финансовой точки зрения одинаково эффективны.

## **6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

Создаваемый программный продукт является автоматизированная система для доступа на территорию предприятия посредством распознавания автомобильных номеров. Основной задачей исследования стояло в автоматизировании средств доступа на территорию средствами обработки изображений и внедрения в системы доступа микрокомпьютеров и камер. Основные функциональные блоки по управлению данным оборудованием, доступные администратору - управление базой данных автомобильных номеров (удаление, добавление, редактирование, просмотр).

### **6.1 Производственная безопасность**

Исследование автоматизирования систем для доступа на территорию предприятия посредством распознавания автомобильных номеров проходило в аудитории НИ ТПУ корпуса номер 10. Помещение имеет источник естественного освещения – два окна, а также оборудовано дополнительными источниками – люминесцентными лампами. В аудитории отсутствует искусственная вентиляция, циркуляция воздуха происходит за счет окон и дверей. Основная часть исследований происходит за персональным компьютером рядом с разрабатываемым объектом – микрокомпьютером с подключенной камерой, направленной на стенд с автомобильным номером. В связи с этим на рабочем месте существует возможность появления таких вредных и опасных факторов, приведенных в таблице ниже (Таблица 17 – Опасные и вредные факторы при разработке системы для доступа на территорию предприятия посредством распознавания автомобильных номеров).

Таблица 17 – Опасные и вредные факторы при разработке системы для доступа на территорию предприятия посредством распознавания автомобильных номеров

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
<p>1. Работа с персональным компьютером:</p> <p>1) Управление подачей напряжения на переключатель по средствам программирования микрокомпьютера Raspberry PI3;</p> <p>2) Наблюдение за ходом технологического процесса;</p>	<p>Недостаточная освещенность рабочей зоны;</p> <p>Перенапряжение зрительного анализатора;</p> <p>Повышенный уровень электромагнитных излучений (монитор);</p> <p>Наличие шума (при работе периферии и системы охлаждения компьютера).</p> <p>Микроклимат</p>	<p>Электрический ток (блок питания).</p> <p>Статическое электричество</p> <p>Короткое замыкание</p>	<p>Параметры уровня шума устанавливаются СН 2.2.4/2.1.8.562-96. [14]</p> <p>Параметры естественного и искусственного освещения определяются СНиП 23-05-95. [15]</p> <p>Параметры уровня электромагнитного излучения устанавливаются ГОСТ 12.1.006 – 84 ССБТ. [16]</p> <p>Эргономические требования к рабочему месту устанавливаются ГОСТ Р 50948-2001. [17]</p> <p>Параметры напряжения в сети устанавливаются ГОСТ 29322-92. [18]</p>

## **6.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования**

### **6.1.1.1 Повышенный уровень шума на рабочем месте**

Источником шума является вентилятор, который является охлаждением для периферийных устройств персонального компьютера. В соответствии с нормативным документом СН 2.2.4/2.1.8.562-96 установлен допустимый предел уровня шума, не превышающий 50дБА. [14]

Воздействие шума отрицательно влияет на работу человека, поскольку вызывает головную боль, быструю утомляемость, ослабляет внимание и ухудшает слух человека. Для снижения воздействия шума может быть применен метод удаления оператора от объекта удаления. [19]

### **6.1.1.2 Повышенный уровень электромагнитных излучений**

Персональный компьютер является основным источником повышенных электромагнитных излучений. Они усиливают риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний, а также негативно влияют на нервную систему.

Для защиты пользователя компьютера от данного вида негативного излучения необходимо обеспечить оптимальное расстояние между монитором и работником, равное минимум 500 мм, установленное ГОСТ Р 50948-2001. [17]

Последние достижения науки в области производства мониторов позволяют значительно снизить уровень излучения. Использование современных ЭЛТ-мониторов и ЖК-мониторов, соответствующих стандарту ТСО-2003, гарантирует минимальные значения напряженности электромагнитных полей вблизи экранов (менее 10 В/м в диапазоне частот от 5 Гц до 2 кГц и менее 1 В/м в диапазоне частот 2—400 кГц).

При разработке программного продукта использовался ЖК-монитор LG Flatron L1917S, который соответствует стандарту ТСО-2003.

## **6.1.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.**

### **6.1.2.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны**

Источником недостаточной освещенности рабочей зоны является недостаток количества естественного и искусственного света, суммарная норма которых должна составлять 300-500 люкс в соответствии с СНиП 23-05-95 [15]. Недостаток естественного освещения обусловлен некорректным расположением рабочего места, поскольку свет, в соответствии с нормативными документами, должен освещать рабочую зону слева, что не учтено при его организации. Поэтому для минимизации данного воздействия рабочее место должно быть оснащено дополнительными источниками искусственного света.

Светильник освещения должны обеспечивать нормальные условия освещенности с учетом специфики работы, необходимых требований видимости со стороны работника [19]. В соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03 на рабочем месте желательно применение комбинированной системы освещения: люминесцентные лампы типа ЛД. Люминесцентные лампы имеют ряд существенных преимуществ, таких как: излучаемый ими свет близок к дневному, естественному свету; обладают повышенной светоотдачей и имеют более длительный срок службы.

Помещение, где проходит ВКР, освещается 6 светильниками, в каждом из которых установлено 2 люминесцентных лампы типа ЛХБ-40. Для обеспечения равномерного освещения рабочих мест в помещении с учетом рекомендации составлен план размещения светильников (Рисунок 28 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами).

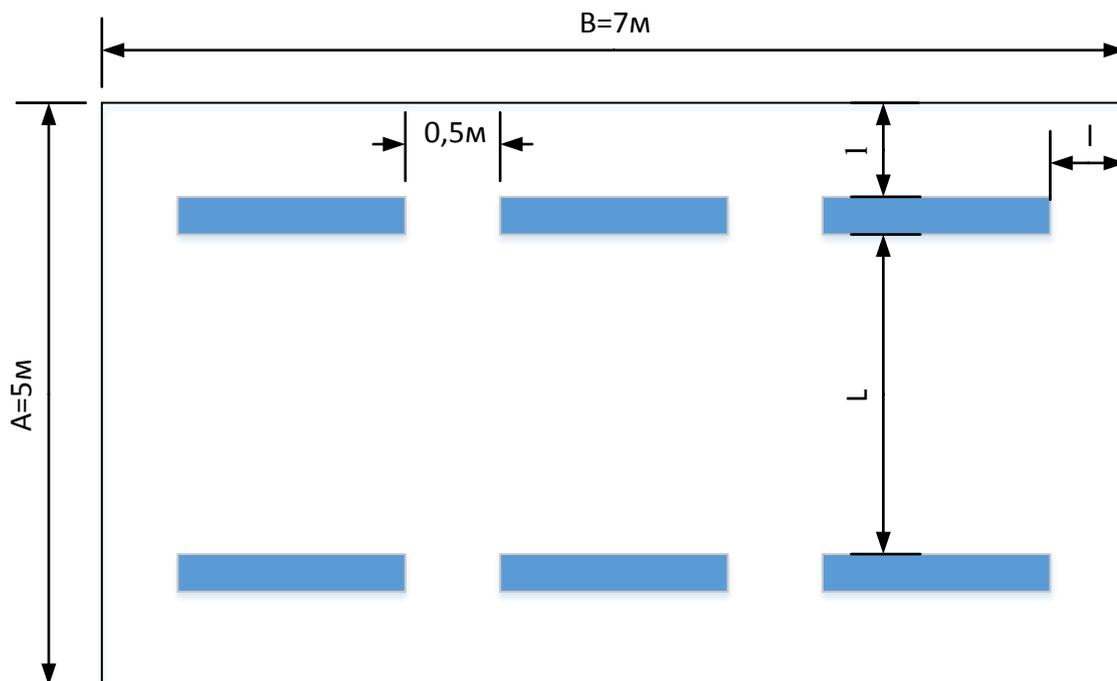


Рисунок 28 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

Размещение светильников в помещении определяется следующими размерами, м:

$A = 5$  м – ширина помещения;

$B = 7$  м – длина помещения;

$H = 2.8$  м – высота помещения;

$h_c = 0.3$  м – расстояние светильников от перекрытия;

Высота светильника над полом, высота подвеса:

$$h_n = H - h_c = 2.8 - 0.3 = 2.5 \text{ м} \quad (18)$$

$h_p = 0.8$  м – высота рабочей поверхности над полом;

Расчетная высота – высота светильника над рабочей поверхностью, рассчитывается по формуле:

$$h = h_n - h_p = 2.5 - 0.8 = 1.7 \text{ м} \quad (19)$$

$\rho_c = 50\%$  - коэффициент отражения стен;

$\rho_n = 70\%$  - коэффициент отражения потолка.

Если учесть, что высота подвеса  $h_n = 2.5$  м, то согласно таблицы 3 [20], выбираем светильник типа ШОД-2-40.

Согласно таблице 2 [20], размеры светильника должны составлять 1228x284 мм.

Расстояние между соседними светильниками или рядами:

$$L = \lambda * h = 1.3 * 1.7 = 2,21 \text{ м}, \quad (20)$$

где  $\lambda$  – интегральный критерий оптимальности расположения светильников ( $\lambda = 1.3$ ).

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены:

$$l = \frac{L}{3} = 0,74 \text{ м} \quad (21)$$

Для определения индекса помещения используется формула:

$$i = \frac{S}{h*(A+B)} = \frac{42}{1.7*(5+7)} = 2.1 \quad (22)$$

Рассчитаем световой поток лампы группы люминесцентных ламп по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n * S * K_3 * Z * 100}{n * \eta} = \frac{300 * 35 * 1.5 * 1.1}{12 * 0.5} = 2887.5 \text{ лм} \quad (23)$$

где  $E_n$  – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, лк;

$S$  – площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;

$K_3$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей),  $K_3 = 1,5$  (согласно таблице 6 [20]);

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения, отношение  $E_{ср}/E_{min}$ . Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

$n$  – число светильников,  $n = 12$ ;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока, %. Определяется по индексу помещения (таблица 8 [20]),  $\eta = 50 \%$ .

По табл. 1 [20] выбираем ближайшую стандартную лампу - ЛХБ 40 Вт с потоком 3100 Лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{(\Phi_{л.стандарт} - \Phi_{л.расчит.})}{\Phi_{л.стандарт}} * 100\% \leq +20\% \quad (24)$$

Получим:

$$-10\% \leq 6.8\% \leq +20\% \quad (25)$$

Определяем электрическую мощность осветительной установки:

$$P = 12 * 40 = 480 \text{ Вт (26)}$$

Отсюда следует, что в помещении, общей площадью 35 м<sup>2</sup> необходима установка шести светильников ШОД-2-40 в два ряда. Расстояние между светильниками в рядах составляет 2,21 м, а расстояние до ближайшей стенки составляет 0,74 м.

#### **6.1.2.2 Повышенное напряжение в электрической цепи**

Персональный компьютер, используемый в данном исследовании, относится к источникам повышенного напряжения в электрической цепи. Поскольку человек во время эксплуатации техники может осуществить контакт частей персонального компьютера, находящиеся под напряжением и получить электротравмы, вплоть до летального исхода.

Для безопасной работы с оборудованием, находящимся под напряжением, необходимо обеспечить правильную организацию обслуживания данного оборудования, а также выполнение основных правил по электробезопасности в соответствии с ГОСТ 29322-92. [18]

Работники обязаны в случае неисправности оборудования немедленно сообщить об этом руководителю, лицам, которые осуществляют техническое обслуживание данного оборудования. [19]

#### **6.1.2.3 Перенапряжение зрительного анализатора**

Перенапряжение зрительного анализатора может быть вызвано продолжительной работой за компьютером, яркостью естественного света, попадающего на рабочую поверхность. Данный фактор может привести к снижению остроты зрения пользователя, развитию у него близорукости.

Защитой от данного вредного фактора могут быть зрительная гимнастика, а также обеспечение безопасного расстояния между экраном монитора и пользователем равным 500-700 мм в соответствии с нормативным документом ГОСТ Р 50948-2001. [17] Также на рабочем месте должны применяться регулируемые жалюзи и шторы, которые в поле зрения работника снижают

яркость при естественном освещении, что определено инструкцией по охране труда при работе на персональном компьютере. [19]

#### **6.1.2.4 Отклонение показателей микроклимата в помещении**

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма. Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются: температура воздуха; температура поверхностей; относительная влажность воздуха; скорость движения воздуха; интенсивность теплового облучения.

Работа на компьютере относится к категории Ia – работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением. [21]

В производственных помещениях, в которых работа на компьютере является основной, обеспечиваются оптимальные параметры микроклимата (Таблица 18 – Оптимальные величины показателей микроклимата для категории работ Ia (по СанПиН 2.2.4.548-96)) [22].

Таблица 18 – Оптимальные величины показателей микроклимата для категории работ Ia (по СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	22-24	21-25	40-60	не более 0,1
Теплый	23-25	22-26	40-60	не более 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. В зимнее время в помещении необходимо предусмотреть систему отопления. Она должна обеспечивать достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В

помещениях с повышенными требованиями к чистоте воздуха должно использоваться водяное отопление. [23]

## **6.2 Экологическая безопасность**

При разработке системы доступа на территорию посредством распознавания государственных автомобильных номерных знаков на микрокомпьютере Raspberry Pi3 присутствовали негативные воздействия на литосферу в виде промышленных отходов, которые обусловлены заменой технических средств, пассивного и вспомогательного оборудования, по причине их неисправности или устаревании. Воздействия на атмосферу и гидросферу в данной работе отсутствуют.

Причиной загрязнения окружающей среды является отправка на полигоны промышленного мусора. Устаревшее оборудование и неисправная оргтехника по роду своего происхождения относится к классу отходы производства. В свою очередь электронные промышленные отходы подразделяется на два подкласса: вторичное сырье и безвозвратные потери.

К вторичному сырью относятся переработка цветных металлов, полимерных материалов, компоненты компьютера, которые после переработки становятся деталями для изготовления новых технических устройств.

Утилизация металлов осуществляется по средствам приемных пунктов, которые реализуют их первичную переработку, следующий этап утилизации решается путем различных методов сепарации. [24] Метод вторичной переработки актуален для полимерных отходов, поскольку утилизация пластика является проблемой глобального характера. Данный метод позволяет сократить количество пластиковых отходов на полигонах, что является эффективным решением существующей экологической проблемы.

Часть отходов, возникших в процессе утилизации оргтехники, являются безвозвратными, поскольку в состав технического оборудования входят элементы, переработка которых на сегодняшний день нецелесообразна. Следовательно, отходы такого вида подвергаются захоронению на

специализированных полигонах, что несет существенный урон литосфере нашей планеты.

К классу чрезвычайно опасные отходы относятся люминесцентные лампы, утилизация которых осуществляется соответствующими организациями, до которых лампы доставляются в герметичных контейнерах. Размещение такого рода отходов на специализированных полигонах запрещено из-за содержания в них ртути. В соответствии с ГОСТ Р 52105-2003 разработаны методы переработки таких отходов в зависимости от их типа, которые представлены в таблице ниже (Таблица 19 – Классификация и методы переработки ртутьсодержащих отходов по ГОСТ 52105-2003). [25]

Таблица 19 – Классификация и методы переработки ртутьсодержащих отходов по ГОСТ 52105-2003

Наименование	Обозначение отходов по ГОСТ 30775	Группа	Подгруппа	Позиция	Метод обработки
Бракованные люминесцентные лампы	Q2,Q3,Q6	16	1	3	ХМ, ТМ, ВО
Ступа ртутьсодержащая от переработки люминесцентных ламп	Q9	19	9	99	ТМ
Люминофор ртутьсодержащий от переработки люминесцентных ламп	Q9	20	3	10	ТМ, ВО

### 6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В ходе эксплуатации данной системы на рабочем месте могут возникнуть пожары и взрывы, относящиеся к чрезвычайным ситуациям.

Наиболее вероятными чрезвычайными ситуациями являются пожары, которые могут быть вызваны коротким замыканием, перегрузкой, нагреванием участков электросети, неисправностью оборудования и несоблюдения правил пожарной безопасности. К пожарно-профилактическим мероприятиям можно отнести: правильный выбор оборудования и способы его монтажа, систематический контроль исправности защитных устройств на

электрооборудовании, создание условий, обеспечивающих пожарную безопасность. [26]

С целью оповещения о возникшей чрезвычайной ситуации учебный корпус №10 НИ ТПУ оборудован речевой системой оповещений, а также на каждом этаже вывешен план эвакуации.

### **6.3.1 Общий порядок действий при возникновении пожара**

Главным управлением МЧС России по Томской области определен следующий порядок действий:

1. Немедленно позвонить по телефону «01», с сотового «101», указать точный адрес, объект пожара и встретить пожарную охрану.

2. В случае только начала горения затушить водой, накрыть объект возгорания толстым одеялом, покрывалом, забросать песком, землей.

3. Ни в коем случае не тушить горящую электропроводку и электроприборы, находящиеся под напряжением, поскольку это опасно для жизни.

4. Если нет возможности справиться с огнем, и пожар принимает угрожающие размеры, срочно покиньте помещение.

5. Никогда не прячьтесь в укромные места в задымленном помещении.

[27]

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

### **6.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства**

Существующая на сегодняшний день редакция Трудового кодекса не приравнивает работу за компьютером к вредным условиям труда. Поэтому нормативными документами, регламентирующими деятельность работника с использованием ПЭВМ, являются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к ПЭВМ и организации труда и Инструкция по охране труда при работе с ПК. Нормативным документом СанПин 2.2.2/2.4.1340-03 установлено, что при работе с компьютером, пользователь обязан делать перерыв в размере 15 минут каждый час непрерывной работы. [28] «Инструкция по охране труда при работе на ПК» устанавливает следующие требования для работников: к работе с

ПК допускаются работники, не имеющие медицинских противопоказаний; женщины в период беременности, кормления грудью к выполнению всех видов работ, с использованием компьютера, не допускаются. [19]

#### **6.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

Рабочее место сотрудника обуславливается состоянием помещения, качеством мебели, техники, соблюдением всех санитарно-технических и гигиенических правил и требований, что регулируется 34 главой Трудового кодекса. Трудовым кодексом также регламентируется организация службы по охране труда, каждое рабочее место подлежит аттестации с целью выявления вредных и опасных факторов. Согласно статье 216.1 Трудового кодекса существуют органы исполнительной власти, которые осуществляют государственную экспертизу труда.

На основе СанПиН 2.2.542-96 установлены следующие требования к рабочему месту: в помещении, где происходит эксплуатация персонального компьютера, должны иметься источники естественного и искусственного освещения; площадь рабочего места для взрослых пользователей не должна быть меньше 6.0 м<sup>2</sup>. [29]

Этим же стандартом регулируются требования к оборудованию, расположенном на рабочем месте: высота рабочей поверхности стола должна быть в пределах 680-800 мм; расположение монитора от глаз пользователя должна составить 600-700 мм; расположение клавиатуры на поверхности стола от края должна составлять 100-300 мм; высота стула над полом для человека со средним ростом 160-170 см должна составлять 420 мм. [29]

#### **6.5 Вывод**

Основная часть исследований происходит за персональным компьютером, поэтому необходимо периодически делать перерыв, чтобы снизить воздействие вредных факторов, таких как: наличие шума; перенапряжение зрительного анализатора. Выходить из помещения, делать прогулку, в связи с малоподвижным образом жизни. Следить за осанкой и придерживать расстояние между работником и монитором не менее 500 мм. В

случае неработоспособности ламп освещения, необходимо сразу позаботиться о замене, а лампы утилизировать. Ни в коем случае не работать с неисправными электроприборами. При возникновении пожара, немедленно сообщить в пожарную охрану, по возможности потушить очаг возгорания и покинуть помещение.

Площадь помещения, равна 35 м<sup>2</sup>, высота рабочего места составляет 700 мм, а расположение монитора установлено максимально комфортно для работника и на достаточной высоте, примерно 630 мм от глаз пользователя, что соответствует требованиям организации рабочей зоны. Также помещение оборудовано противопожарной системой с голосовым оповещением, что способствует незамедлительному реагированию на чрезвычайные происшествия. В помещении проводятся проветривания, что способствует благоприятному микроклимату. Освещение соответствует нормам, а все электроприборы защищены от внешнего воздействия, что также соответствует нормам и стандартам.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был произведен обзор существующих средств нахождения объектов на изображении и способы распознавания символов на них. Согласно заданной предметной области составлено техническое задание для разрабатываемого приложения.

Разработано программное обеспечение с использованием средств разработки «Eclipse» на языке C++ с применением дополнительных библиотек, таких как: «OpenALPR», «OpenCV», «Tesseract», «Leptonica» и «WiringPI».

В разделе «Финансовый менеджмент» проанализированы основные конкуренты, а также выявлены недостатки и достоинства разрабатываемого продукта по сравнению с конкурентами и на основе проанализированных данных выбран приемлемый план дальнейшего развития программного обеспечения.

## **CONCLUSION**

As a result of the performance of the final qualifying work, a review was made of the existing means of locating objects on the image and ways of recognizing the symbols on them. According to the given subject area, the terms of reference for the developed application are made.

The software is developed using Eclipse development tools in C ++ language with the use of additional libraries, such as OpenALPR, OpenCV, Tesseract, Leptonica and WiringPI.

In the section "Financial Management" the main competitors were analyzed, and the shortcomings and advantages of the developed product were revealed in comparison with competitors and based on the analyzed data, an acceptable plan for the further development of software was selected.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Распознавание автомобильных номеров [Электронный ресурс] // ИНТЕМС: [сайт]. [2018]. URL: <http://securityrussia.com/blog/avto-ponera.html> (дата обращения: 25.04.2018).
2. Аппаратное распознавание номеров на базе IP-камер Hikvision и ПО TRASSIR [Электронный ресурс] // DSSL. Первоисточник видеонаблюдения: [сайт]. [2017]. URL: <http://www.dssl.ru/company/articles/2017/apparatnoe-raspoznavanie-ponerov/> (дата обращения: 04.05.2018).
3. Распознавание номеров: от А до 9 [Электронный ресурс] // Хабр: [сайт]. [2014]. URL: <https://habr.com/company/recognitor/blog/221891/> (дата обращения: 27.04.2018).
4. Saqib Rasheed A.N.A.O.I. Automated Number Plate Recognition Using Hough Lines and Template Matching. San Francisco: WCECS, 2012. Электронный документ.
5. Martinsky O. Algorithmic and mathematical principles of automatic number plate recognition systems. Brno: Brno University of technology, 2007. Электронный документ.
6. Работа каскада Хаара в OpenCV в картинках: теория и практика [Электронный ресурс] // Хабр: [сайт]. [2014]. URL: <https://habr.com/company/recognitor/blog/228195/> (дата обращения: 26.04.2018).
7. Преобразование Хафа [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. [2017]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Преобразование\\_Хафа](https://ru.wikipedia.org/wiki/Преобразование_Хафа) (дата обращения: 27.04.2018).
8. OpenCV шаг за шагом. Обработка изображения - свёртка [Электронный ресурс] // RoboCraft: [сайт]. [2011]. URL: <http://robocraft.ru/blog/computervision/427.html> (дата обращения: 27.04.2018).
9. Бинаризация изображений [Электронный ресурс] // Распознавание образов для программистов: [сайт]. [2011]. URL: <http://recog.ru/blog/applied/15.html> (дата обращения: 27.04.2018).
10. Теория распознавания образов [Электронный ресурс] // Википедия. Свободная энциклопедия: [сайт]. [2018]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Теория\\_распознавания\\_образов](https://ru.wikipedia.org/wiki/Теория_распознавания_образов) (дата обращения: 06.05.2018).
11. Методы распознавания текста [Электронный ресурс] // Хабр: [сайт]. [2014]. URL: <https://habr.com/post/220077/> (дата обращения: 06.05.2018).

12. Нейронные сети [Электронный ресурс] // HI-News: [сайт]. URL: <https://hi-news.ru/tag/nejronnye-seti> (дата обращения: 06.05.2018).
13. Введение в архитектуры нейронных сетей [Электронный ресурс] // Habr: [сайт]. [2017]. URL: <https://habr.com/company/oleg-bunin/blog/340184/> (дата обращения: 16.05.2018).
14. Цифровые фильтры изображений [Электронный ресурс] // КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА: [сайт]. [2005]. URL: <http://compgraph.tpu.ru/filtrs.htm> (дата обращения: 06.05.2018).
15. СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий на территории застройки.
16. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.
17. ГОСТ 12.1.006 – 84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот..
18. ГОСТ Р 50948-2001. Средства отображения информации.
19. ГОСТ 29322-92. Стандартные напряжения.
20. Инструкция по охране труда при работе с персональными компьютерами [Электронный ресурс] // Business Forecast: [сайт]. [2015]. URL: <http://businessforecast.by/partners/646/1379> (дата обращения: 27.05.2018).
21. А.Г. Д. Расчет искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей. Томск: Изд. ТПУ, 2000.
22. Утилизация промышленных отходов [Электронный ресурс] // Vivoz-Gbo: [сайт]. [2018]. URL: <http://vivoz-gbo.ru/utilizaciya-promishlennih-othodov> (дата обращения: 28.05.2018).
23. ГОСТ Р 52105-2003. Национальный стандарт Российской Федерации. Москва: ИПК Издательство стандартов, 2003.
24. Основные причины пожаров и меры их предупреждения [Электронный ресурс] // Библиотека технической литературы: [сайт]. [2004]. URL: <http://delta-grup.ru/bibliot/16/129.htm> (дата обращения: 28.05.2018).
25. Действия при пожаре [Электронный ресурс] // МЧС России: [сайт]. [2018]. URL: <http://70.mchs.gov.ru/document/1396914> (дата обращения: 28.05.2018).

26. Главный государственной санитарный врач Российской Федерации. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. 2003.
27. СанПиН 2.2.542-96. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
28. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
29. Оздоровление воздушной среды с помощью производственной вентиляции [Электронный ресурс] // Studme: [сайт]. [2013]. URL: [https://studme.org/32642/bzhd/ozdorovlenie\\_vozdushnoy\\_sredy\\_pomoschyu\\_proizvodstvennoy\\_ventilyatsii](https://studme.org/32642/bzhd/ozdorovlenie_vozdushnoy_sredy_pomoschyu_proizvodstvennoy_ventilyatsii) (дата обращения: 30.05.2018).
30. ХАРАКТЕРИСТИКА ОТДЕЛЬНЫХ КАТЕГОРИЙ РАБОТ [Электронный ресурс] // Кафедра физики электротехнических материалов и компонентов: [сайт]. [2018]. URL: [http://ftemk.mpei.ac.ru/bgd/\\_private/PR\\_MK/kategor\\_rab.htm](http://ftemk.mpei.ac.ru/bgd/_private/PR_MK/kategor_rab.htm) (дата обращения: 30.05.2018).

## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

(справочное)

### **1 Техническое задание**

#### **1.1 Термины и определения**

##### **1.1.1 Общие термины**

Система – совокупность аппаратного и программного обеспечения, требования которых указаны в данном документе.

Компания – владелец и оператор системы.

TBD – To be defined. Секция в ТЗ, которая должна быть определена позже.

FAQ – Frequently Asked Questions. Часто задаваемые вопросы.

ВИ – Варианты использования или Use Case.

ДВИ – Диаграмма Вариантов Использования или Use Case Diagram.

Заказчик – лицо, нуждающаяся в Системе.

Исполнитель – лицо, производящая Систему.

##### **1.1.2 Бизнес требования**

ДС – денежные средства.

##### **1.1.3 Технические требования**

ОС – операционная система.

ИС – информационная система.

БД – база данных, место хранения информации ИС.

ТС – транспортное средство.

##### **1.1.4 Другие термины**

Шлагбаум – устройство, ограничивающее доступ для проезда ТС.

#### **1.2 Общие положения**

##### **1.2.1 Назначение документа**

В настоящем документе приводится полный набор требований к Системе, необходимый для реализации.

Подпись Заказчика и Исполнителя на настоящем документе подтверждает их согласие с нижеследующими фактами и условиями:

При реализации необходимо выполнить работы в объеме, указанном в настоящем Техническом Задании.

Все неоднозначности, выявленные в настоящем Техническом Задании после его подписания, подлежат двухстороннему согласованию между Сторонами.

### **1.2.2 Цели создания Системы**

С точки зрения создателя Системы:

1. Построить продукт для интеграции с Шлагбаумом, пользователи которого могли бы получать доступ для проезда без дополнительных устройств.

2. Интегрировать удаленное обновление списка ТС, имеющих доступ для проезда через шлагбаум.

3. Сформировать постоянный положительный денежный поток.

4. KPI:

break-even: выход на нулевую доходность – 5 месяцев с начала подключения первой организации.

Маржа операционной прибыли: 50%.

Количество клиентов (точек услуг) на конец 2019 года – 90.

5. С точки зрения организации:

Снизить трудозатраты и настроить четкую и удобную организацию расписания приема/работы сотрудников.

Дистанционный мониторинг расписания работы сотрудников, дистанционное управление записью, заказами и прочее.

Контроль пропускной способности на территорию организации.

6. С точки зрения клиента:

Уменьшить время, необходимое на проезд придомовой территории и обеспечить ограниченный доступ для не проживающих/не имеющих доступ на территорию организации лиц.

Повысить комфортность, а также безопасность при подъезде к устройству, ограничивающему доступ (шлагбауму).

### **1.2.3 Основные функциональные возможности Системы**

#### **1. Для клиентов организации**

Найти необходимую услугу (по цене, качеству, методу взаимодействия).

Посмотреть список готовой продукции, отзывы о продукции, адрес организации, телефон, email, местоположение (карта Яндекс).

Зарегистрировать заявку на установку (Имя, телефон, удобное для встречи дата и время).

Обратная связь и обратный звонок.

Оставить отзыв.

Сделать заявку на добавление нового транспортного средства для предоставления доступа к придомовой территории.

#### **2. Для организации**

Зарегистрироваться, один привилегированный пользователь может управлять несколькими точками Системы.

Добавить/изменить/удалить информацию о точках сервиса (но при этом он должен видеть все возможные опции из унифицированного списка услуги данной категории, при добавлении новой услуги она добавляется в унифицированный список после одобрения администратора).

#### **3. Другие функциональные особенности/требования/возможности**

Отчеты для владельцев Системы.

Оплата аккаунтов.

### **1.2.4 Использование Технического Задания**

Отношения между Исполнителем и Заказчиком в отношении информации, содержащейся в настоящем Техническом задании, регулируются договором о конфиденциальности, подписанным Исполнителем и Заказчиком.

## **1.3 Функциональные требования**

### **1.3.1 Диаграммы Вариантов Использования**

На Диаграммах представлены основные Варианты Использования Системы, детальное описание которых можно найти в п. 1.3.2 «Описание Вариантов Использования».

На данной диаграмме (Рисунок 29) представлена иерархия всех Пользователей Системы и внешних участников. Связь обобщения следует читать следующим образом: Пользователь наследует все поведения своего родителя и к тому же имеет свое поведение в Системе, например, Администратор может делать то, что делает Владелец организации, но может еще и блокировать Пользователя.

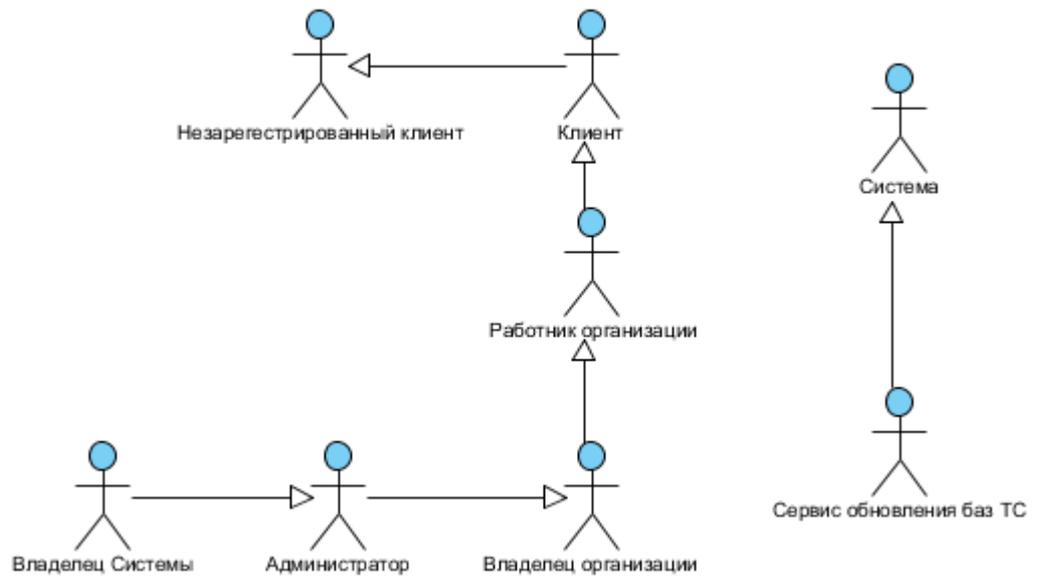


Рисунок 29 – Пользователи

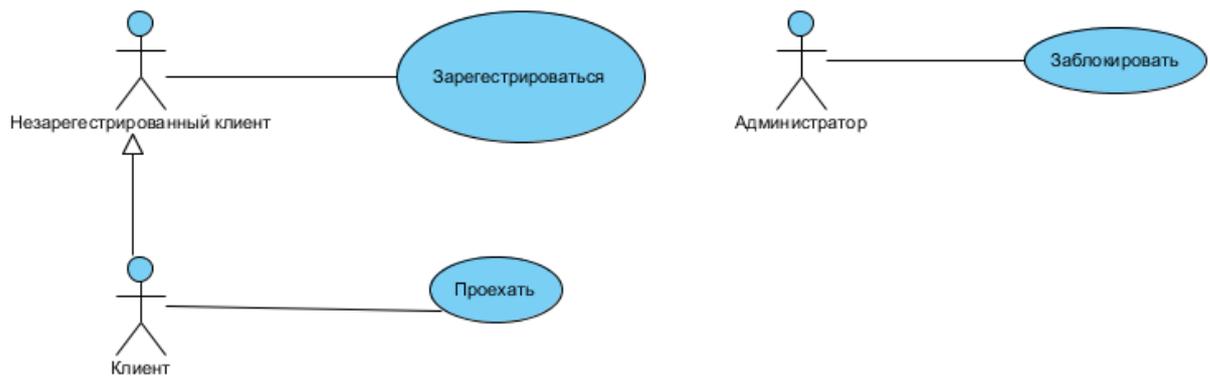


Рисунок 30 – ВИ регистрации и управления данными

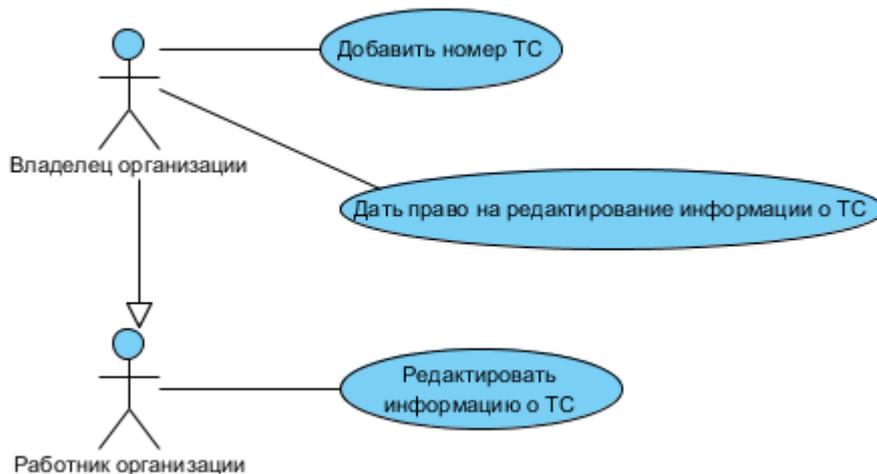


Рисунок 31 – ВИ управления справочниками организации

## 1.3.2 Описание Вариантов Использования

### 1.3.2.1 ВИ «Зарегистрироваться как Клиент»

#### 1.3.2.1.1 Описание ВИ

Незарегистрированный пользователь должен иметь возможность зарегистрироваться в Системе, путем подачи заявления с информацией о ТС (государственный номер).

#### 1.3.2.1.2 Предусловия

Пользователь не зарегистрирован в Системе (не добавлен в список разрешенных ТС).

#### 1.3.2.1.3 Основной поток действий для Клиента

1. Незарегистрированный пользователь подает заявление Работнику организации или Владельцу организации с просьбой о добавлении нового ТС для доступа на территорию.

2. В случае соглашения о добавлении, Незарегистрированному пользователю приходит уведомление в письменном виде, либо в виде телефонного звонка о добавлении его в список зарегистрированных ТС, иначе пункт 1.

#### 1.3.2.1.4 Бизнес-правила

Попыток регистрации должно быть не более двух для одного ТС, иначе заявка считается недействительной и не подвергается рассмотрению.

Если ТС Клиента не попадала в Систему более года, то ТС считается недействительной и подлежит удалению из базы данных Системы.

Если ТС уже существует в Системе, то повторно зарегистрировать ТС нельзя.

Если ТС заблокирована Администратором, то повторно зарегистрировать ТС нельзя.

### **1.3.2.2 ВИ «Зарегистрироваться как Работник Организации»**

#### **1.3.2.2.1 Описание ВИ**

Незарегистрированный Пользователь должен иметь возможность зарегистрироваться в Системе.

#### **1.3.2.2.2 Предусловия**

Пользователь не зарегистрирован в Системе (не добавлено его ТС).

#### **1.3.2.2.3 Основной поток действий для Работника Организации**

1. При устройстве на работу подает заявление в письменном виде о предоставлении доступа ТС на территорию организации.

2. Если работник уже работает, то отдельно подается заявление о предоставлении доступа ТС на территорию организации.

3. После согласования Организацией, Работник Организации заносится в базу данных Системы и имеет доступ для въезда на территорию Организации и по рассмотрению Владельца Организации наделяется полномочиями по Добавлению/Редактированию ТС в Системе.

4. Если Организация не одобряет доступ, то по сценарию возвращаемся в пункт 2.

#### **1.3.2.2.4 Альтернативные действия для Организации**

Согласовать с отделом кадров Работников Организации, которые будут состоять в Системе и иметь доступ для проезда на территорию Организации и сделать массовую заявку на добавление ТС.

### **1.3.2.2.5 Бизнес-правила**

Добавление ТС должно осуществляться только после согласования с Владелцем Организации, иначе заявление о регистрации ТС считать недействительным.

Если пользователь не был зафиксирован в Системе в течении года с момента последнего появления, то данная информация о ТС является недействительной и удаляется.

### **1.3.2.3 ВИ «Проехать как Клиент»**

#### **1.3.2.3.1 Описание ВИ**

Пользователь должен иметь возможность пройти процедуру распознавания государственного номера ТС и проехать на территорию Организации.

#### **1.3.2.3.2 Предусловия**

Пользователь должен быть зарегистрирован в Системе, смотрите пункт 1.3.2.1. ВИ «Зарегистрироваться как Клиент».

ТС Клиента не должна быть заблокирована Администратором.

#### **1.3.2.3.3 Основной поток действий**

1. Неавторизованный пользователь подъезжает к шлагбауму.
2. Система распознает государственный номер ТС.
3. Система проверяет, что ТС с таким государственным номером есть и в случае нахождения в списках разрешенных государственных номеров ТС, Система предоставляет доступ на территорию Организации (открывает Шлагбаум).
4. Если Система не находит государственный номер ТС в списках разрешенных, то данный пользователь игнорируется и считается Незарегистрированным.

#### **1.3.2.3.4 Альтернативные потоки действий**

В случае если Система не предоставляет доступ на территорию Организации, а Клиент уверен в том, что зарегистрирован в ней, необходимо

подъехать к Шлагбауму поближе, Система после распознавания предоставит доступ на территорию, иначе сообщить Работнику организации о неисправности.

#### **1.3.2.3.5 Бизнес-правила**

Система предоставит единожды доступ для ТС и в случае если местоположение ТС остается неизменным, то Система будет игнорировать данное ТС (считать припаркованным).

#### **1.3.2.4 ВИ «Войти в Систему как Работник Организации»**

##### **1.3.2.4.1 Описание ВИ**

Пользователь должен иметь возможность пройти процедуру авторизации и войти в Систему.

##### **1.3.2.4.2 Предусловия**

Пользователь должен быть зарегистрирован в Системе (смотреть пункт 1.3.2.2).

Пользователь не заблокирован с типом «Не может войти в Систему».

##### **1.3.2.4.3 Основной поток действий**

1. Неавторизованный пользователь открывает сайт Системы.
2. Сайт Системы отображает авторизацию.
3. Пользователь вводит имя и пароль.
4. Сайт Системы проверяет, что такой пользователь с логином и паролем существует в Системе. Если условие выполняется, то поток продолжается, иначе выдается сообщение об ошибке и Система предлагает ввести email и пароль заново.
5. Система регистрирует вход Пользователя и показывает страницу добавления, правки информации ТС.

##### **1.3.2.4.4 Альтернативные потоки действий**

Нет

##### **1.3.2.4.5 Бизнес-правила**

В течении последних 3-х часов пользователь может совершить не более 5 попыток авторизации. В случае успешного входа счетчик сбрасывается.

Пользователь не может войти в Систему, если он уже вошел.

### **1.3.2.5 ВИ «Редактировать информацию о ТС»**

#### **1.3.2.5.1 Описание ВИ**

Доверенный Работник организации должен иметь возможность изменить данные о ТС.

#### **1.3.2.5.2 Предусловия**

Пользователь должен иметь возможность подключиться к Системе (см. п. 1.3.2.4).

#### **1.3.2.5.3 Основной поток действий**

1. Работник Организации авторизуется на Сайте Системы и выбирает ТС, которое он хочет изменить.

2. Сайт Системы отображает форму «Изменение данных ТС» с заполненными текущими данными. Поля, которые могут быть изменены:

- Марка ТС.
- Государственный номер ТС.
- Цвет ТС.
- Тип ТС.

3. Работник Организации меняет данные и выбирает операцию «сохранить».

4. Система проверяет параметры на соответствие форматов и сохраняет данные. При этом Сайт Системы сохраняет предыдущие значения для статистики.

5. Сайт Системы сообщает Работнику Организации о том, что изменились данные о ТС.

6. Администратор проверяет корректность данных и если он видит некорректные данные, то он может изменить данные или заблокировать пользователя.

7. Если Работник Организации был ранее заблокирован, то Администратор может разблокировать его.

#### **1.3.2.5.4 Альтернативные потоки действий**

Нет.

### **1.3.2.5.5 Бизнес-правила**

Нет.

### **1.3.2.6 ВИ «Изменить информацию о ТС другого пользователя»**

#### **1.3.2.6.1 Описание ВИ**

Администратор должен иметь возможность изменить информацию о ТС любого Пользователя.

#### **1.3.2.6.2 Предусловия**

Администратор должен войти в Систему, см. п. 1.3.2.4. ВИ «Войти в Систему как Работник Организации».

#### **1.3.2.6.3 Основной поток действий**

1. Администратор заходит на страницу списка ТС, находит нужное ТС по следующим параметрам: Государственный номер, ФИО.
2. Сайт Системы отображает список найденных ТС.
3. Администратор выбирает операцию «Изменить данные пользователя».
4. Сайт Системы отображает форму изменения информации ТС с заполненными полями исходными значениями.
5. Администратор изменяет необходимые данные и подтверждает операцию.
6. Сайт Системы проверяет на корректность ввода данных, если ошибок не было найдено, то Сайт Системы запоминает измененную информацию и отправляет сообщение Пользователю о том, что информация изменена, иначе Сайт Системы выдает ошибку.

#### **1.3.2.6.4 Альтернативные потоки действий**

Администратор заходит на страницу списка ТС, находит нужное ТС по следующим параметрам: Государственный номер, ФИО.

Сайт Системы отображает информацию о найденных ТС с полными параметрами.

Администратор проверяет информацию ТС и если необходимо, то пишет письмо Пользователю по исправлению неправильных параметров.

### **1.3.2.6.5 Бизнес-правила**

Администратор может исправить любые данные Пользователя.

### **1.3.2.7 ВИ «Заблокировать Пользователя»**

#### **1.3.2.7.1 Описание ВИ**

Администратор должен иметь возможность заблокировать учетную запись Пользователя.

#### **1.3.2.7.2 Предусловия**

Администратор должен войти в Сайт Системы, см. п. 1.3.2.4 ВИ «Войти в Систему как Работник Организации».

#### **1.3.2.7.3 Основной поток действий**

1. Администратор заходит на страницу списка ТС, находит нужное ТС по следующим параметрам: Государственный номер, ФИО.
2. Сайт Системы отображает информацию ТС.
3. Администратор выбирает «заблокировать ТС».
4. Система запрашивает подтверждение операции и причину блокировки.
5. После подтверждения Система сохраняет изменение состояния.

#### **1.3.2.7.4 Альтернативные потоки действий**

Администратор заходит на страницу списка ТС, находит нужное ТС по следующим параметрам: Государственный номер, ФИО.

Сайт Системы отображает информацию ТС.

Администратор выбирает «разблокировать ТС».

Система запрашивает подтверждение операции.

После подтверждения Система сохраняет изменение состояния.

#### **1.3.2.7.5 Бизнес-правила**

Администратор не может заблокировать ТС, если оно уже заблокировано.

Администратор не может разблокировать ТС, если оно не заблокировано.

### **1.3.2.8 ВИ «Дать права на редактировании информации о ТС»**

#### **1.3.2.8.1 Описание ВИ**

Владелец организации должен иметь возможность на добавление/удаление прав на Редактирование информации о ТС.

#### **1.3.2.8.2 Предусловия**

Пользователь должен иметь возможность подключиться к Системе (см. п. 1.3.2.4).

Владелец организации не заблокирован Администратором.

#### **1.3.2.8.3 Основной поток действий**

1. Владелец организации заходит на страницу списка ТС, находит нужное ТС по следующим параметрам: Государственный номер, ФИО.

2. Сайт Системы отображает форму изменения параметров Пользователя.

3. Владелец Организации устанавливает параметр «Предоставить редактировать информацию ТС».

4. Сайт Системы запрашивает подтверждение, Владелец Организации подтверждает, после чего Система записывает состояние.

5. Если Владелец Организации отменяет операцию, то поток завершается.

#### **1.3.2.8.4 Альтернативные потоки действий**

Владелец организации заходит на страницу списка ТС, находит нужное ТС по следующим параметрам: Государственный номер, ФИО.

Сайт Системы отображает форму изменения параметров Пользователя.

Владелец Организации снимает параметр «Предоставить редактировать информацию ТС».

Сайт Системы запрашивает подтверждение, Владелец Организации подтверждает, после чего Система записывает состояние.

Если Владелец Организации отменяет операцию, то поток завершается.

#### **1.3.2.8.5 Бизнес-правила**

Владелец Организации не может предоставить доступ к редактированию информации ТС, если уже Работник Организации имеет данный доступ.

Владелец Организации не может убрать доступ к редактированию информации ТС, если Работник Организации не имеет данный доступ.

### 1.3.3 Дополнительные функциональные требования

#### 1.3.3.1 Сервис обновления баз ТС

Система должна иметь возможность обновления список разрешенных/запрещенных ТС.

### 1.4 Требования к экранным формам

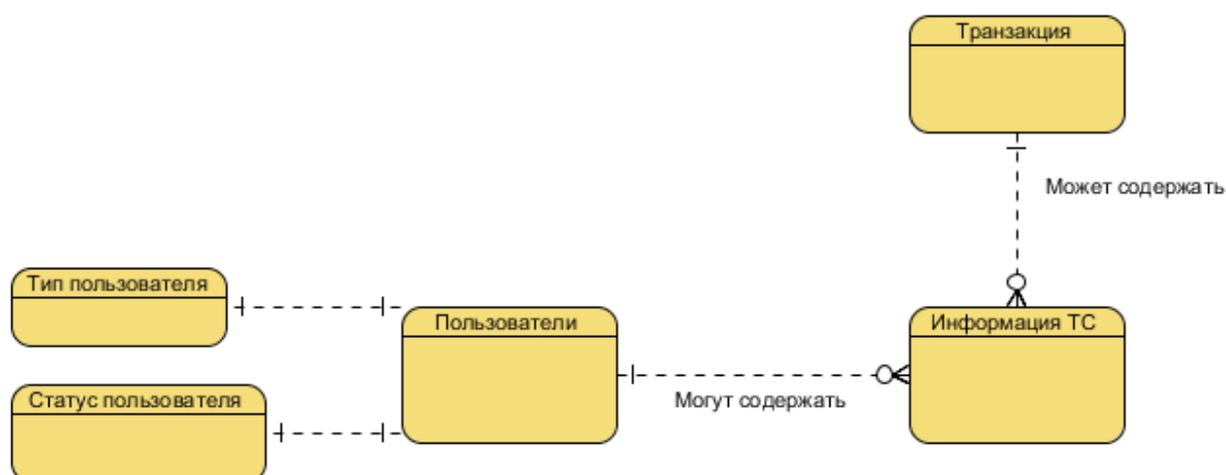
#### 1.4.1 Форма «Регистрация»

Таблица 20 – Обязательные поля в форме «Регистрация»

№	Название	Тип	Описание
1.	Фамилия	Строка	Фамилия (обязательное поле)
2.	Имя	Строка	Имя (обязательное поле)
3.	Пол	Символ	М или Ж (необязательное поле)
4.	Логин	Строка	Строка не менее 6 символов (обязательное поле)
5.	Пароль	Строка	Строка не менее 6 символов (обязательное поле)
6.	Подтверждение пароля	Строка	Строка не менее 6 символов, которая должна совпадать с паролем (обязательное поле)
7.	Город	Строка	Город (обязательное поле)
8.	Номер ТС	Строка	Государственный номер ТС (обязательное поле)
9.	Тип ТС	Строка	Легковой/Грузовой/Мотоцикл (обязательное поле)
10.	Цвет ТС	Строка	Цвет ТС (обязательное поле)

### 1.5 Модель данных

На рисунке ниже показаны основные сущности и их связь между собой (Рисунок 32).



## Рисунок 32 – логическая модель БД

### **1.6 Нефункциональные требования**

#### **1.6.1 Требования к производительности**

Система должна стабильно работать с глубиной истории не менее чем в 3 года.

Система должна стабильно работать при распознавании до пяти автомобилей одновременно.

#### **1.6.2 Требования к безопасности**

Система не должна позволять доступ не авторизованным Пользователям доступ к данным Системы.

### **1.7 Требование к приемке-сдаче проекта**

Исполнитель должен предоставить следующий комплект поставки при сдаче проекта:

- Техническое задание.
- Исходный код Системы.
- Исполняемы модули Системы.
- Тестовые сценарии.
- Пользовательскую документацию.

Приемо-сдаточные испытания должны проводиться по каждому этапу отдельно на сервере Заказчика в сроки, оговоренные договором.

Ход проведения приемо-сдаточных испытаний Заказчик и Исполнитель документируют в Протоколе проведения испытаний.

На основании Протокола проведенных испытаний Исполнитель совместно с Заказчиком подписывает Акт приемки-сдачи программы в эксплуатацию.

# ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

(Диаграмма классов разрабатываемого проекта)

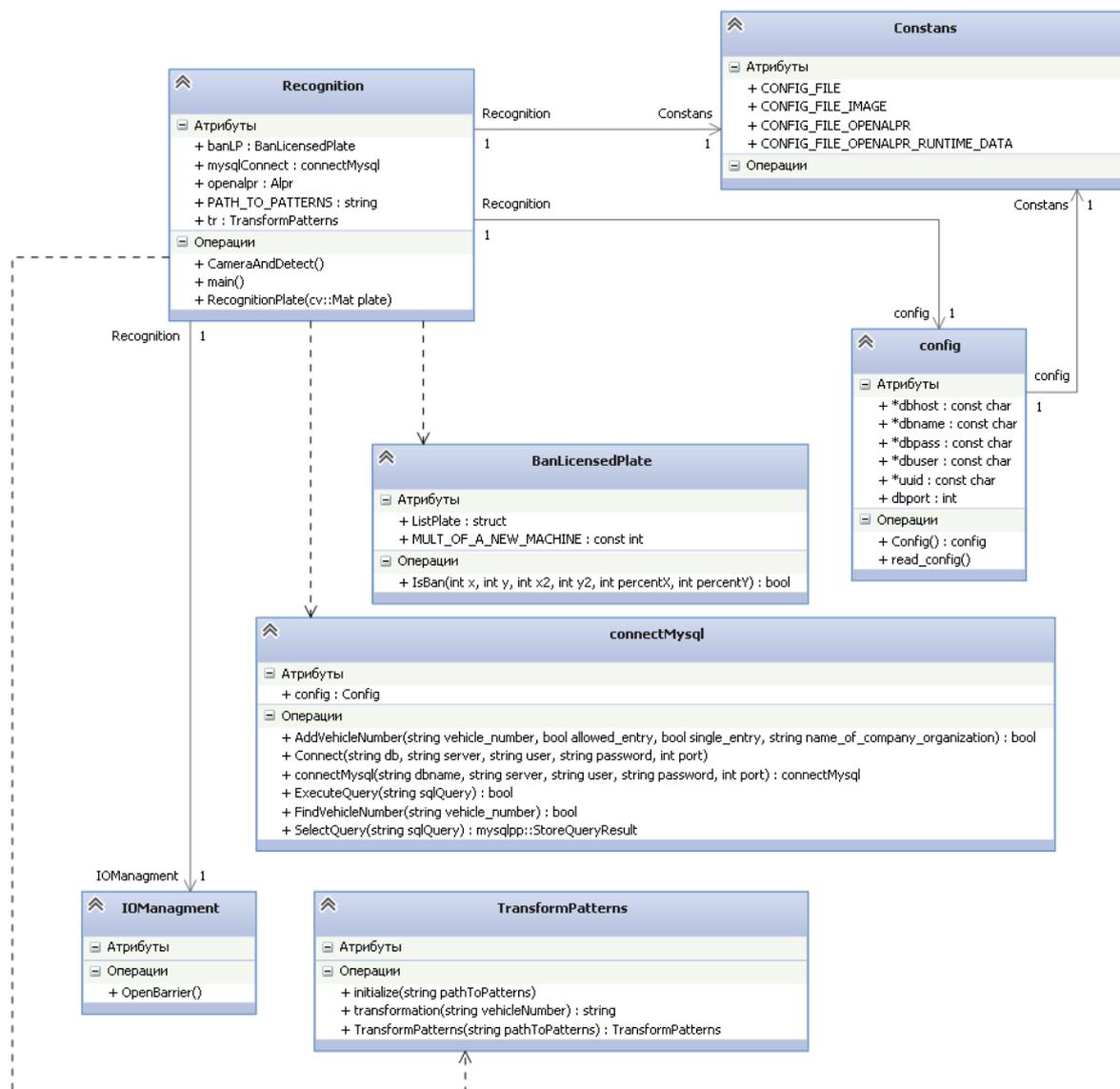


Рисунок 33 – Диаграмма классов

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

(справочное)

### Руководство администратора

#### В.1 Необходимые устройства

- Raspberry Pi 3 model B (Рисунок 34)
- SDHC-карта памяти не менее 32Гб
- ИК-Камера 5mp с ночным видением Raspberry Pi 3 (Рисунок 35)

Примечание: необходима SDHC карта с классом скорости 6 или 10. Объем карты должен быть не менее чем 32 Гб. Важно иметь быструю карту памяти для того, чтобы система не затрудняла работу в будущем.



Рисунок 34 – Raspberry Pi 3 model B

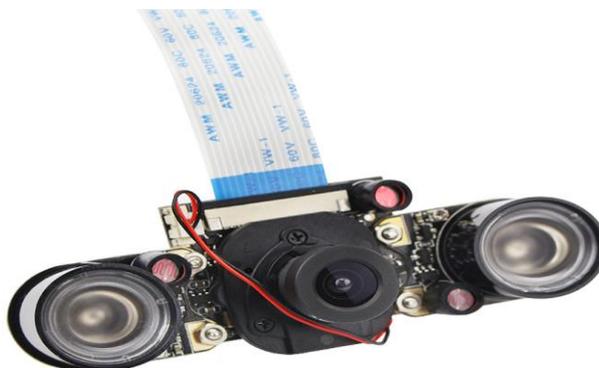


Рисунок 35 – ИК-Камера 5mp с ночным видением Raspberry Pi 3

## В.2 Пакет программного обеспечения

Для полноценной работы приложения по распознаванию государственных автомобильных номерных знаков необходимы следующие компоненты программного обеспечения:

Образ Ubuntu MATE (версия для Raspberry Pi доступна только в LTS Ubuntu 16.04), загрузить который необходимо с официального сайта – <http://ubuntu-mate.org>;

Библиотеки MySQL (`libmysqlclient-dev`, `libmysql++-dev`);

Библиотеки OpenCV версии 3.1 или выше;

Библиотеки Tesseract;

Библиотеки OpenALPR;

Библиотеки g++;

Программное обеспечение LicensePlate;

## В.3 Порядок установки и настройки программного обеспечения

### В.3.1 Установка и настройка операционной системы Ubuntu Mate

Записать образ диска на флеш-накопитель можно несколькими способами. Это зависит от того, какую операционную систему вы используете. Если вы используете Windows, то можете записать образ с помощью утилиты Win32DiskImager (Рисунок 36).

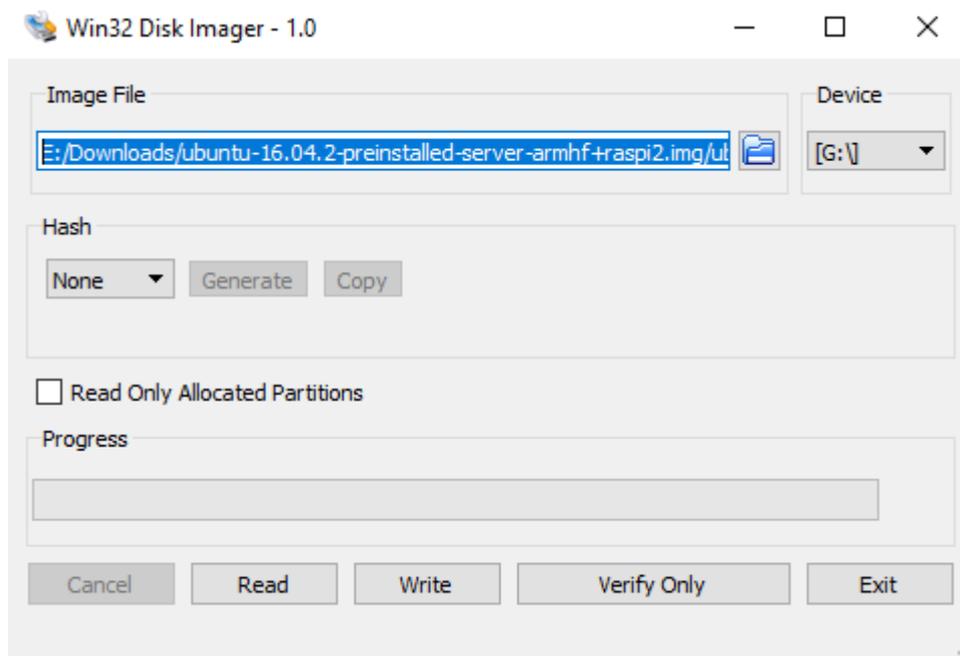


Рисунок 36 – запись образа на флеш-накопитель средствами Win32DiskImager

Если вы пользуетесь Linux или MacOS, то можете использовать `dd` или `gddrescue`. Пред тем, как записывать образ на карту, нужно распаковать архив. Для этого нам понадобится набор программ `xz-utils`:

```
$ sudo apt-get install gddrescue xz-utils
```

```
$ unxz ubuntu-mate-16.04.2-desktop-armhf-raspberry-pi.img.xz
```

Теперь для записи полученных данных на флешку наберите:

```
$ sudo ddrescue -D --force ubuntu-mate-16.04.2-desktop-armhf-raspberry-pi.img /dev/[sdx]
```

Здесь `sdx` — это имя вашей флешки, чтобы узнать какое имя система присвоила вашей флешке можно использовать `lsblk` или посмотреть список устройств linux любым другим способом. Вам необязательно использовать консоль для записи образа на флешку, вы можете применять утилиту `gnome-disks` (Рисунок 37).

```
$ sudo apt install gnome-disk-utility
```

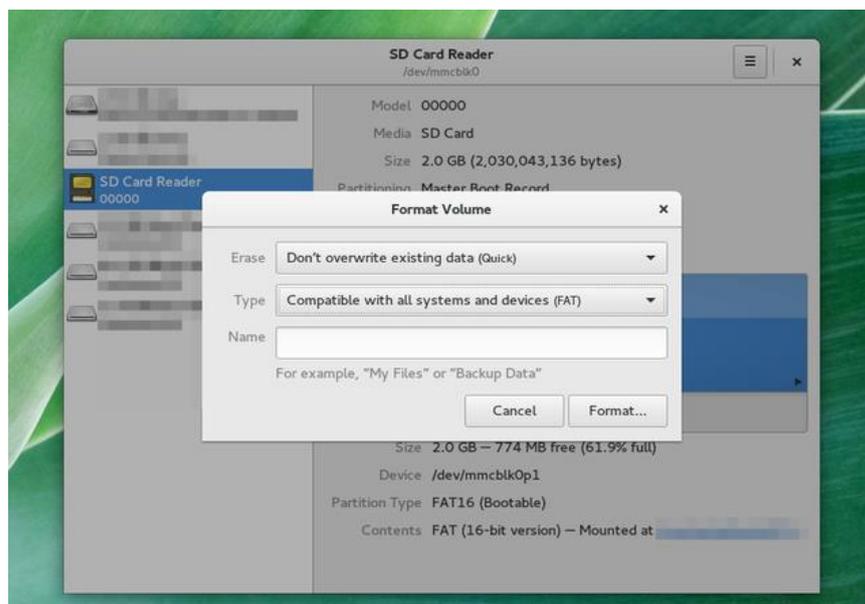


Рисунок 37 – запись образа на флеш-накопитель средствами gnome-disks  
 Независимо от того какой метод вы использовали, закройте программу и вставьте вашу флешку в Raspberry Pi. Фактически, это и была установка ubuntu mate на raspberry pi 3.

Для настройки Wifi и сетевого подключения вам нужно подключить ваш Raspberry к экрану или телевизору по HDMI, также вам понадобится мышь и клавиатура.

Сразу после запуска откроется меню первоначальной настройки Ubuntu MATE, здесь вы сможете указать имя компьютера, имя пользователя и пароль (Рисунок 38).

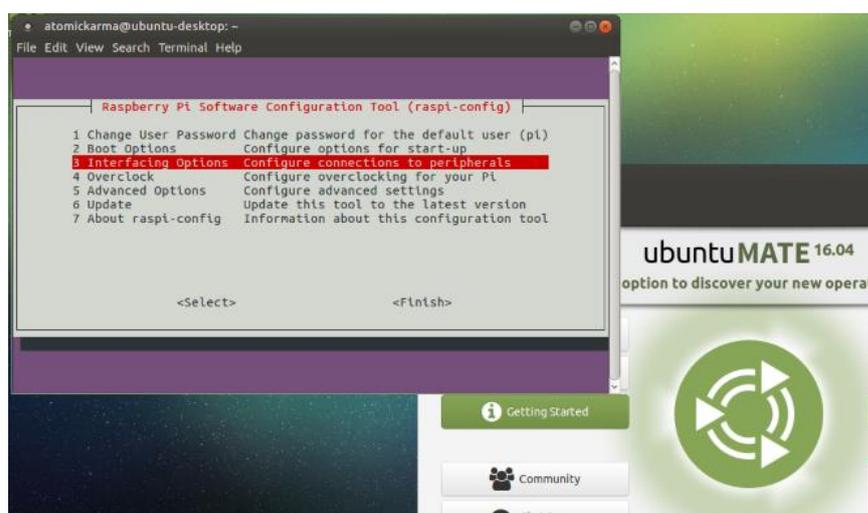


Рисунок 38 – меню первоначальной установки Ubuntu MATE

После того как вы укажете все эти настройки, Ubuntu Raspberry Pi 3 будет готова к использованию.

### В.3.2 Установка и настройка программного обеспечения OpenAlpr

Необходимо установить компоненты OpenAlpr для полноценной работы программного обеспечения.

Устанавливаем соединение с Raspberry через SSH и производим ряд команд.

Установка поддержки потока mjpeg видеочамеры:

```
curl http://www.linux-projects.org/listing/uv4l_repo/lrkey.asc | sudo apt-key  
add -
```

Добавить строку в файл /etc/apt/sources.list:

```
sudo -- sh -c "echo deb http://www.linux-  
projects.org/listing/uv4l_repo/raspbian/ jessie main >> /etc/apt/sources.list"
```

Обновить и применить все обновления Raspberry PI:

```
sudo apt-get update && sudo apt-get upgrade -y --force-yes
```

Установить ряд библиотек:

```
sudo apt-get install -y --force-yes autoconf build-essential automake libtool git  
cmake pkg-config \\  
libpng12-dev libjpeg-dev libtiff5-dev zlib1g-dev  
libjasper-dev \\  
libavcodec-dev libavformat-dev libswscale-dev libv4l-  
dev \\  
libxvidcore-dev libx264-dev libgtk2.0-dev libatlas-  
base-dev \\  
gfortran python2.7-dev python3-dev \\  
libcurl4-openssl-dev liblog4cplus-1.0-4 liblog4cplus-  
dev uuid-dev \\  
uv4l uv4l-raspicam uv4l-raspicam-extras uv4l-server  
uv4l-mjpegstream
```

Клонировать приложение OpenAlpr:

```

cd /home/pi
git clone https://github.com/openalpr/openalpr.git
Создать директорию и загрузить библиотеки:
cd openalpr
mkdir libraries
cd libraries
git clone https://github.com/tesseract-ocr/tesseract.git
git clone https://github.com/tesseract-ocr/tessdata.git
wget http://www.leptonica.org/source/leptonica-1.74.tar.gz
wget -O opencv.zip https://github.com/Itseez/opencv/archive/3.1.0.zip
wget                               -O                               opencv_contrib.zip
https://github.com/Itseez/opencv_contrib/archive/3.1.0.zip
Извлечь полученные файлы:
tar -zxvf leptonica-1.74.tar.gz
unzip opencv.zip
unzip opencv_contrib.zip
Собрать приложение «Leptonica»:
cd leptonica-1.74
./configure
make -j4
sudo make install
Собрать приложение «Tesseract»:
cd ../tesseract
sudo apt-get install -y --force-yes autoconf automake libtool
./autogen.sh # script crapped here, missing aclocal. ran sudo apt-get install -y
--force-yes autoconf automake libtool, seemed to fix it.
./configure
make -j4
sudo make install
sudo ldconfig

```

```
export TESSDATA_PREFIX=/home/pi/openalpr/libraries/tessdata
Установить OpenCV 3 с Python 2.7:
wget https://bootstrap.pypa.io/get-pip.py
sudo python get-pip.py
sudo pip install virtualenv virtualenvwrapper
sudo rm -rf ~/.cache/pip
echo 'export WORKON_HOME=$HOME/.virtualenvs' >> ~/.profile
echo 'source /usr/local/bin/virtualenvwrapper.sh' >> ~/.profile
source ~/.profile
mkvirtualenv cv
source ~/.profile
workon cv
pip install numpy

cd /home/pi/openalpr/libraries/opencv-3.1.0
mkdir build
cd build
cmake -D CMAKE_BUILD_TYPE=RELEASE \
      -D CMAKE_INSTALL_PREFIX=/usr/local \
      -D INSTALL_C_EXAMPLES=OFF \
      -D INSTALL_PYTHON_EXAMPLES=ON \
      -D
OPENCV_EXTRA_MODULES_PATH=/home/pi/openalpr/libraries/opencv_contrib
-3.1.0/modules \
      -D BUILD_EXAMPLES=ON ..
make -j4
sudo make install
sudo ldconfig
cd ~/.virtualenvs/cv/lib/python2.7/site-packages/
ln -s /usr/local/lib/python2.7/site-packages/cv2.so cv2.so
```

Собрать приложение OpenAlpr:

```
cd /home/pi/openalpr/src
sed -i '11 i SET(Tesseract_DIR "/home/pi/openalpr/libraries/tesseract")'
/home/pi/openalpr/src/CMakeLists.txt
sed -i '11 i SET(OpenCV_DIR "~/openalpr/libraries/opencv-3.1.0/build")'
/home/pi/openalpr/src/CMakeLists.txt
cmake ./
make -j4
sudo make install
sudo cp -r /usr/local/lib/* /lib
```

Проверить работоспособность установленных приложений, для этого необходимо загрузить изображения и распознать его при помощи OpenAlpr:

```
wget http://plates.openalpr.com/ea7the.jpg
alpr -c us ea7the.jpg
```

После выполнения на консольном окне должно отобразится:

```
# result:
# plate0: 10 results
# - EA7THE confidence: 92.4795
# - EA7TBE confidence: 84.0421
# - EA7TRE confidence: 83.1932
# - EA7TE confidence: 82.0527
# - EA7T8E confidence: 81.7845
# - EA7TME confidence: 80.8062
# - EA7THB confidence: 76.6468
# - EA7TH6 confidence: 76.6153
# - EA7TH confidence: 75.2232
# - EA7TBV confidence: 68.2095
```

### В.3.3 Установка и настройка программного обеспечения MySQL

Установить MySQL сервер:

```
sudo apt-get install mysql-server
```

Установить консольный клиент MySQL:

```
sudo apt-get install mysql-client
```

Установить библиотеки для MySQL:

```
sudo apt-get install libmysqlclient-dev
```

```
sudo apt-get install libmysql++-dev
```

Конфигурация сервера MySQL содержится в файле `/etc/mysql/my.cnf`.

## 1. Доступ к серверу из сети

По умолчанию сервер MySQL принимает соединения только с локальной машины. Для того, чтобы разрешить подключаться к нему с других машин замените строку

```
bind-address      = 127.0.0.1
```

на

```
#разрешить подключаться с любого хоста
```

```
bind-address      = 0.0.0.0
```

```
#разрешить подключаться только с указанного IP
```

```
bind-address      = 192.168.1.23
```

Чтобы сервер сразу загружался с нужной кодировкой, необходимо отредактировать файл `/etc/mysql/my.cnf`:

```
sudo nano -w /etc/mysql/my.cnf
```

В секцию `[mysqld]` добавьте следующие строки:

```
skip-character-set-client-handshake
```

```
character-set-server = utf8
```

```
init-connect='SET NAMES utf8'
```

```
collation-server=utf8_general_ci
```

Так же желательно установить кодировку для клиента и `mysqldump`. Для этого в секциях `[client]` и `[mysqldump]` необходимо добавить строчку:

```
default-character-set=utf8
```

Перезагрузите сервер MySQL:

```
sudo service mysql restart
```

Затем необходимо создать базу данных, используя SQL-запрос, приведенный в приложении (А.3.5 SQL запрос создания базы данных LicensePlate).

#### В.3.4 Установка и настройка программного обеспечения LicensePlate

Клонировать проект с github:

```
git clone https://github.com/prof1k/AGCSR.git
```

С помощью команды `make all`, собрать проект:

```
cd recognition
```

```
make all
```

После установки необходимо исправить настройки в файле «db.conf», указать имя базы данных и способ подключения:

```
[mysql]
```

```
dbname = "ИМЯ_БАЗЫ_ДАННЫХ"
```

```
dbdhost="СЕРВЕР_БАЗЫ_ДАННЫХ"
```

```
dbuser="ИМЯ_ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ_БАЗЫ_ДАННЫХ"
```

```
dbpass="ПАРОЛЬ_БАЗЫ_ДАННЫХ"
```

Произвести копирование в директорию `/usr/share/opencvpr/runtime_data/` следующих файлов:

в папку `config` – `ru.conf`;

в папку `ocr/tessdata` – `lru.traineddata`;

в папку `postprocess` – `ru.patterns`;

в папку `region` – `ru.xml`.

Для проверки работоспособности, необходимо перейти в папку с установленным приложением LicensePlate:

```
cd /home/Recognition
```

Изменить значения свойств `debug_general` и `debug_show_images` с 0 на 1 в файле `./config/opencvpr.conf`. Запустить приложение:

```
/home/Recognition/bin/Recognition
```

Результатом запуска должно отобразиться изображение, полученное с камеры (Рисунок 39). Для постоянной работы приложения необходимо

обязательно изменить значения свойств `debug_general` и `debug_show_images` с 1 на 0 в файле `./config/openalpr.conf`.

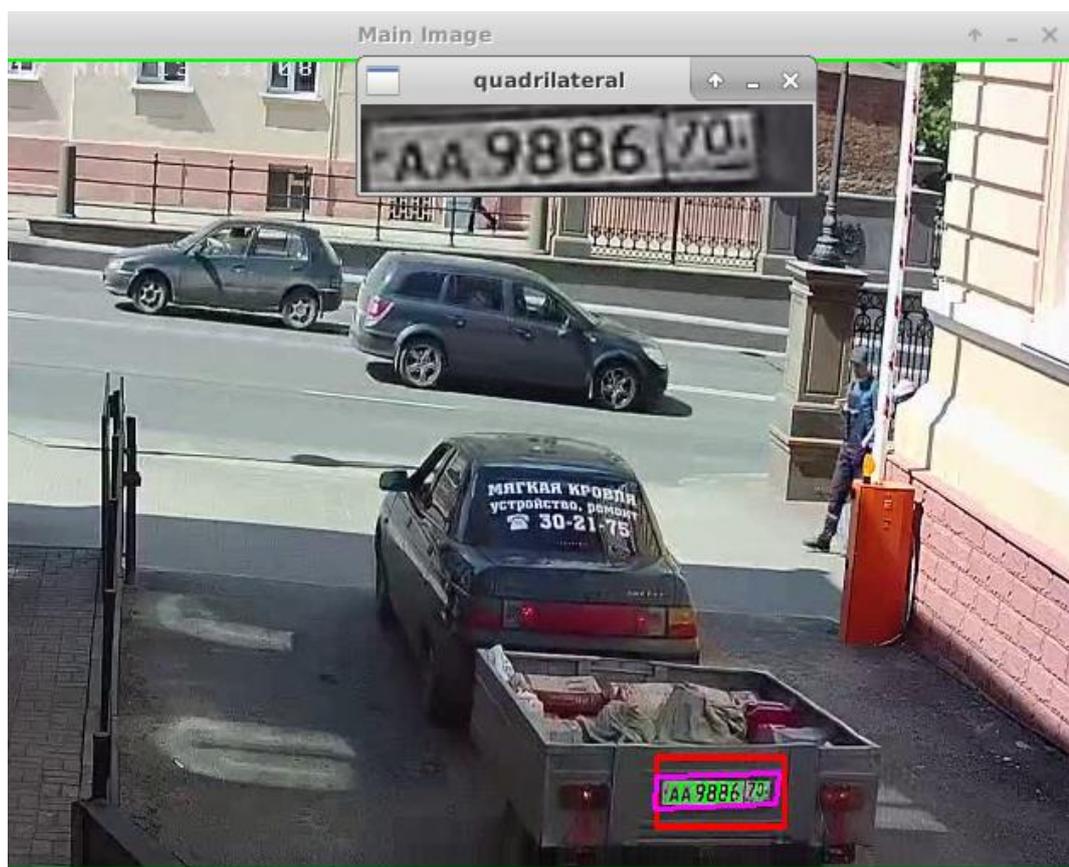


Рисунок 39 – результат запуска приложения Recognition

Для более точной калибровки положения изображения камеры и повышения качества распознавания объектов, необходимо использовать приложение «`openalpr-utils-calibrate`» (Рисунок 41). С помощью него необходимо настроить угол поворота таким образом, чтобы распознаваемый объект (автомобильный номер) отображался максимально ровно (без наклона). После настроек, приложение выдает информацию в виде набора параметров (Рисунок 40). Данные настройки необходимо добавить в файл «`openalpr.conf`», находящийся по пути `/home/Recognition/config/openalpr.conf`

```
prewarp = planar,719.000000,483.000000,0.000550,-0.000400,-0.030000,0.760000,0.785000,0.000000,0.000000
```

Рисунок 40 – Надстройка входного изображения

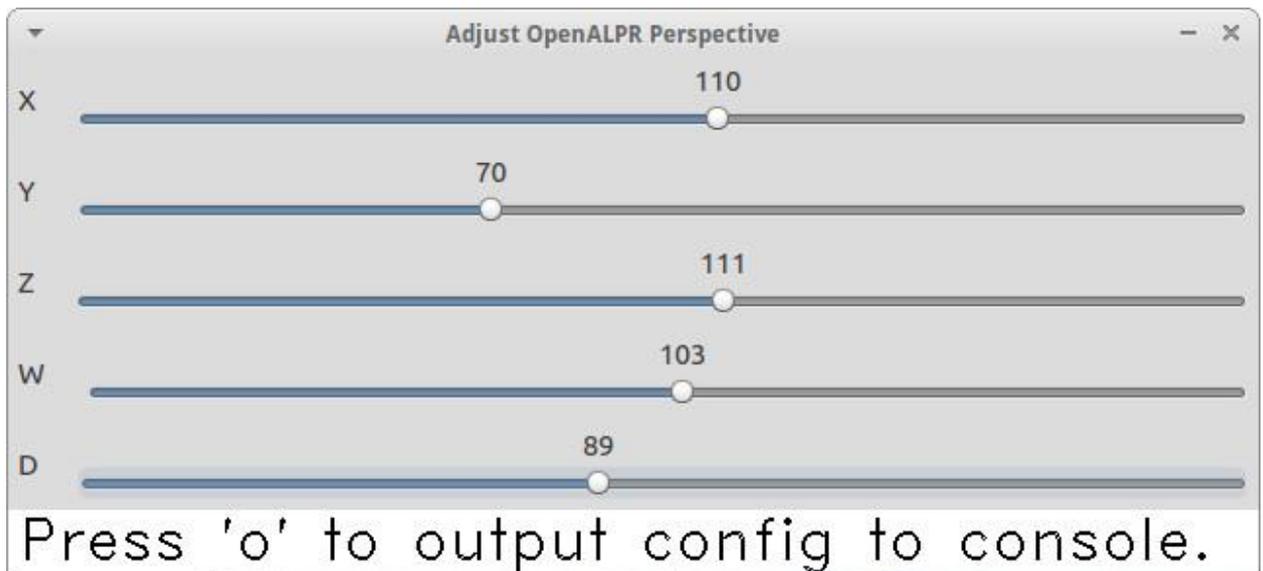


Рисунок 41 – работа приложения «openalpr-utils-calibrate»

#### A.3.5 SQL запрос создания базы данных LicensePlate

```

/*!40101 SET
@OLD_CHARACTER_SET_CLIENT=@@CHARACTER_SET_CLIENT */;
/*!40101 SET NAMES utf8mb4 */;
/*!40014 SET
@OLD_FOREIGN_KEY_CHECKS=@@FOREIGN_KEY_CHECKS,
FOREIGN_KEY_CHECKS=0 */;

```

```

/*!40101          SET          @OLD_SQL_MODE=@@SQL_MODE,
SQL_MODE='NO_AUTO_VALUE_ON_ZERO' */;
-- Дамп структуры базы данных LicensePlate
CREATE DATABASE IF NOT EXISTS `LicensePlate` /*!40100 DEFAULT
CHARACTER SET utf8 */;
USE `LicensePlate`;
-- Дамп структуры для таблица LicensePlate.Accounts
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `Accounts` (
  `VehicleNumber` varchar(10) NOT NULL,
  `AllowedEntry` tinyint(1) NOT NULL,
  `SingleEntry` tinyint(1) NOT NULL,
  `NameOfCompanyOrganizations` varchar(255) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`VehicleNumber`),
  UNIQUE          KEY          `NameOfCompanyOrganizations`
(`NameOfCompanyOrganizations`),
  CONSTRAINT      `Accounts_fk0`      FOREIGN      KEY
(`NameOfCompanyOrganizations`)      REFERENCES      `Organizations`
(`NameOfCompany`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8;
-- Дамп данных таблицы LicensePlate.Accounts: ~0 rows (приблизительно)
/*!40000 ALTER TABLE `Accounts` DISABLE KEYS */;
INSERT INTO `Accounts` (`VehicleNumber`, `AllowedEntry`, `SingleEntry`,
`NameOfCompanyOrganizations`) VALUES
('OKBA5570', 1, 0, 'Prof1k Company');
/*!40000 ALTER TABLE `Accounts` ENABLE KEYS */;
-- Дамп структуры для таблица LicensePlate.Device
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `Device` (
  `Guid` varchar(255) NOT NULL,
  `Address` varchar(255) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`Guid`)

```

```

) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8;
-- Дамп данных таблицы LicensePlate.Device: ~0 rows (приблизительно)
/*!40000 ALTER TABLE `Device` DISABLE KEYS */;
INSERT INTO `Device` (`Guid`, `Address`) VALUES
    ('20966d71-018c-4ded-a73d-f83738b37144', 'Developer Home');
/*!40000 ALTER TABLE `Device` ENABLE KEYS */;
-- Дамп структуры для таблица LicensePlate.ExchangeReplicas
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `ExchangeReplicas` (
    `RecNum` bigint(20) NOT NULL,
    `GuidDevice` varchar(255) NOT NULL,
    `UnloadingTime` datetime NOT NULL,
    `ResponseTime` datetime NOT NULL,
    `AtUnloading` tinyint(1) NOT NULL,
    `TheAnswerWas` tinyint(1) NOT NULL DEFAULT '0',
    KEY `ExchangeReplicas_fk0` (`GuidDevice`),
    CONSTRAINT `ExchangeReplicas_fk0` FOREIGN KEY (`GuidDevice`)
REFERENCES `Device` (`Guid`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8;

-- Дамп данных таблицы LicensePlate.ExchangeReplicas: ~0 rows
(приблизительно)
/*!40000 ALTER TABLE `ExchangeReplicas` DISABLE KEYS */;
/*!40000 ALTER TABLE `ExchangeReplicas` ENABLE KEYS */;
-- Дамп структуры для таблица LicensePlate.History
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `History` (
    `Transit` datetime NOT NULL,
    `VehicleNumberAccount` varchar(10) NOT NULL,
    KEY `History_fk0` (`VehicleNumberAccount`),
    CONSTRAINT `History_fk0` FOREIGN KEY (`VehicleNumberAccount`)
REFERENCES `Accounts` (`VehicleNumber`)

```

```

) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8;
-- Дамп данных таблицы LicensePlate.History: ~0 rows (приблизительно)
/*!40000 ALTER TABLE `History` DISABLE KEYS */;
/*!40000 ALTER TABLE `History` ENABLE KEYS */;
-- Дамп структуры для таблица LicensePlate.HistoryOfTheUncontained
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `HistoryOfTheUncontained` (
  `VehicleNumber` varchar(10) NOT NULL,
  `Transit` datetime NOT NULL,
  `GuidDevice` varchar(255) NOT NULL,
  KEY `HistoryOfTheUncontained_fk0` (`GuidDevice`),
  CONSTRAINT `HistoryOfTheUncontained_fk0` FOREIGN KEY
(`GuidDevice`) REFERENCES `Device` (`Guid`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8;
-- Дамп данных таблицы LicensePlate.HistoryOfTheUncontained: ~0 rows
(приблизительно)
/*!40000 ALTER TABLE `HistoryOfTheUncontained` DISABLE KEYS */;
/*!40000 ALTER TABLE `HistoryOfTheUncontained` ENABLE KEYS */;
-- Дамп структуры для таблица LicensePlate.Organizations
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `Organizations` (
  `NameOfCompany` varchar(255) NOT NULL,
  `GuidDevice` varchar(255) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`NameOfCompany`),
  UNIQUE KEY `NameOfCompany` (`NameOfCompany`),
  UNIQUE KEY `GuidDevice` (`GuidDevice`),
  CONSTRAINT `Organizations_fk0` FOREIGN KEY (`GuidDevice`)
REFERENCES `Device` (`Guid`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8;
-- Дамп данных таблицы LicensePlate.Organizations: ~1 rows
(приблизительно)
/*!40000 ALTER TABLE `Organizations` DISABLE KEYS */;

```

```

INSERT INTO `Organizations` (`NameOfCompany`, `GuidDevice`)
VALUES
    ('Prof1k Company', '20966d71-018c-4ded-a73d-f83738b37144');
/*!40000 ALTER TABLE `Organizations` ENABLE KEYS */;
-- Дамп структуры для таблица LicensePlate.WEB_Account
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `WEB_Account` (
    `Login` varchar(30) NOT NULL,
    `IdUserType` int(11) NOT NULL,
    `FirstName` varchar(255) NOT NULL,
    `LastName` varchar(255) NOT NULL,
    `email` varchar(255) NOT NULL,
    PRIMARY KEY (`Login`),
    UNIQUE KEY `Login` (`Login`),
    UNIQUE KEY `IdUserType` (`IdUserType`),
    CONSTRAINT `WEB_Account_fk0` FOREIGN KEY (`IdUserType`)
REFERENCES `WEB_UserType` (`Id`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8;

-- Дамп данных таблицы LicensePlate.WEB_Account: ~0 rows
(приблизительно)
/*!40000 ALTER TABLE `WEB_Account` DISABLE KEYS */;
/*!40000 ALTER TABLE `WEB_Account` ENABLE KEYS */;
-- Дамп структуры для таблица LicensePlate.WEB_UserType
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `WEB_UserType` (
    `Id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
    `Name` varchar(255) NOT NULL,
    PRIMARY KEY (`Id`),
    UNIQUE KEY `Name` (`Name`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8;

```

```
-- Дамп данных таблицы LicensePlate.WEB_UserType: ~0 rows
(приблизительно)
/*!40000 ALTER TABLE `WEB_UserType` DISABLE KEYS */;
/*!40000 ALTER TABLE `WEB_UserType` ENABLE KEYS */;
/*!40101 SET SQL_MODE=IFNULL(@OLD_SQL_MODE, "") */;
/*!40014 SET
FOREIGN_KEY_CHECKS=IF(@OLD_FOREIGN_KEY_CHECKS IS NULL, 1,
@OLD_FOREIGN_KEY_CHECKS) */;
/*!40101 SET
CHARACTER_SET_CLIENT=@OLD_CHARACTER_SET_CLIENT */;
```