

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

Институт: Институт Кибернетики
Направление подготовки Прикладная информатика в экономике
Кафедра: Программная инженерия

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование информационной системы для беспилотных автомобилей

УДК 004.001.63:629.331.5.01

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8К31	Гуков Никита Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий каф. ПИ	Иванов Максим Анатольевич	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН	Тухватулина Лилия Равильевна	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Пустовойтова Марина Игоревна	к.х.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ПИ	Иванов Максим Анатольевич	к.т.н.		

Томск – 2017 г.

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

Институт: Институт Кибернетики
Направление подготовки (специальность) 09.03.03 «Прикладная информатика в экономике»
Кафедра: Программной Инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой ПИ ИК
_____ Иванов М.А.
(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8К31	Гукову Никите Сергеевичу

Тема работы:

Проектирование информационной системы для беспилотных автомобилей	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 895/с от 10.02.2017 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2017 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования является анализ и обработка графической информации, а именно фотографий проезжей части. Данный программный продукт должен осуществлять сегментацию фотографий с целью поиска на них автомобилей. Для найденных автомобилей осуществляется поиск по цвету.</p> <p>Среда разработки программного обеспечения Microsoft Visual Studio 2017. Язык программирования C++</p>
--	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изучение алгоритмов сегментации с дальнейшим проектированием применяемого алгоритма для поиска автомобилей. 2. Разработка алгоритма для поиска цвета автомобиля. 3. Разработка алгоритмов для поиска автомобиля по цвету. 4. Реализация алгоритмов в виде приложения.
--	---

<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	Презентация в Microsoft PowerPoint
--	------------------------------------

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Тухватулина Лилия Равильевна
Социальная ответственность	Пустовойтова Марина Игоревна

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	15.02.2017 г.
--	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. каф. ПИ	Иванов М.А.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8К31	Гуков Никита Сергеевич		

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

Институт: Институт Кибернетики
Направление подготовки (специальность) 09.03.03 «Прикладная информатика в экономике»
Уровень образования – бакалавриат
Кафедра: Программной Инженерии
Период выполнения – весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2017 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) /вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.04.2017 г.	Основная часть	80
05.05.2017 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
20.05.2017 г.	Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. каф. ПИ	Иванов М.А.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ПИ	Иванов М.А.	к.т.н.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8К31	Гукову Никите Сергеевичу

Институт	Кибернетики	Кафедра	ПИ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Прикладная информатика в экономике

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	З/п руководителя – 46284,4 руб. Стипендия студента – 12439,79 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Расходы на электроэнергию – 1206,48 руб.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды – 13885,32 руб. Прочие расходы – 8053 руб.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	1. Потенциальные потребители результатов исследования; 2. Анализ конкурентных технических решений; 3. SWOT – анализ.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	1. Структура работ в рамках научного исследования; 2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования; 3. Бюджет проекта.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	1. Определение интегрального финансового показателя разработки; 2. Определение интегрального показателя ресурсоэффективности разработки; 3. Определение интегрального показателя эффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):
1. Матрица SWOT 2. Таблица трудозатрат на выполнение проекта 3. Линейный график работ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН	Тухватулина Лилия Равильевна	к.ф.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8К31	Гуков Никита Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8К31	Гукову Никите Сергеевичу

Институт	Кибернетики	Кафедра	ПИ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Прикладная информатика в экономике

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>В данной работе объектом является программное обеспечение поиска автомобилей и их цвета на картинке. Область применения – беспилотный автотранспорт, охрана правопорядка.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ производственных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения. 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения. 1.3. Рекомендации по минимизации влияний на работника.	1.1. Показатели микроклимата и освещения, шум, электромагнитное излучение. 1.2. Опасные факторы: опасность поражения электрическим током, возникновение пожара. 1.3. Приведены рекомендации по улучшению микроклимата в помещении, а также рекомендации по минимизации влияния шума, электромагнитного излучения и освещения, меры по обеспечению пожарной безопасности, способы защиты от электрического тока.
2. Экологическая безопасность: 2.1. Анализ воздействия на окружающую среду 2.2. Рекомендации по минимизации влияния на окружающую среду.	2.1. Деятельность по разработке ПО не связана с производством, поэтому влияние на окружающую среду минимально. 2.2. Рассмотрена утилизация бумажных отходов.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: 3.1. Перечень возможных ЧС на объекте. 3.2. Меры по предотвращению и ликвидации ЧС и их последствий.	3.1. Наиболее вероятной ЧС в офисном помещении является возникновение пожара. Рассмотрены меры пожарной безопасности. 3.2. Меры предотвращения и устранения пожаров.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: 4.1. Правовые нормы для работ с ПЭВМ. 4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	4.1. Рассмотрены вопросы охраны труда оператора ПЭВМ. 4.2. Рассмотрены психофизиологические факторы и организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Пустовойтова Марина Игоревна	К.Х.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8К31	Гуков Никита Сергеевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 82 с., 18 рис., 17 табл., 28 источников и 2 приложения.

Ключевые слова: беспилотные автомобили, компьютерное зрение, изображение, сегментация, поиск.

Объектом исследования являются анализ и обработка графической информации.

Цель работы – создание программного обеспечения распознавания автомобилей на картинке и поиска среди них по цвету.

В процессе исследования проводились декомпозиция задачи на подзадачи, поиск, сбор и анализ информации по сегментации и визуализации изображений с последующим синтезом при проектировании, создание прототипов будущей программы, тестирование и отладка.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики, такие как быстродействие и нетребовательность к ресурсам памяти и центрального процессора, соответствуют предъявленным требованиям.

Степень внедрения: продукт является незавершенным.

Область применения: беспилотные автомобили, полиция и компьютерное зрение (обнаружение автомобилей на изображениях и поиск по цвету).

В будущем планируется завершить разработку данного приложения.

Оглавление

Введение.....	10
1 Обзор предметной области.....	12
1.1 Беспилотные автомобили	12
1.2 Применяющиеся технологии	13
1.3 Существующие проекты беспилотных автомобилей.....	14
1.4 Общественное отношение к беспилотным автомобилям	14
2 Обзор используемых технологий	16
2.1 SegNet	16
2.2 OpenCV	18
2.3 K-means.....	21
2.4 Цветовая разница.....	22
3 Проектирование и разработка системы	23
3.1 Общие сведения о проекте	23
3.2 Установка и работа с SegNet.....	24
3.3 Общее устройство приложения и логика работы	25
3.4 Описание основных функций и алгоритмов приложения	26
4 Результаты.....	30
4.1 Описание работы приложения.....	30
4.2 Анализ результатов работы программы	33
4.3 Анализ результатов разработки.....	36
4.4 Дальнейшее развитие проекта	37
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	38

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	38
5.2 Организация и планирование работ	40
5.3 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	47
5.4 Определение эффективности исследования.....	52
5.5 Выводы по главе.....	55
6 Социальная ответственность.....	56
6.1 Производственная безопасность.....	56
6.2 Экологическая безопасность.....	66
6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	67
6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	69
Заключение	73
Список использованных источников	73
Приложение А	78
Приложение Б	81

Введение

Разработка беспилотных автомобилей ведётся ускоряющимися темпами, практически не осталось тех, кто бы не слышал о данном виде транспорта. В настоящее время, множество компаний занимается разработкой своих продуктов для массового рынка, включая General Motors, Volkswagen, Audi, BMW, Volvo, Nissan, Google, Cognitive Technologies, Камаз и другие. Идея внедрения беспилотных автомобилей в повседневную жизнь поддерживается на уровне правительств большинства развитых стран, так Япония утвердила программу развития данного направления и планирует инвестировать в него 25 млрд долларов до апреля 2018 года [1]. В России поддержка технологий беспилотного транспорта осуществляется в том числе и в рамках платформы «Autonet» [28].

Беспилотные автомобили позволят экономить финансовые и временные ресурсы за счёт сокращения издержек на заработную плату и исключения человеческого участия в управлении автомобилем. Повсеместное использование беспилотных автомобилей снизит количество ДТП [2], появится возможность безопасной транспортировки грузов в опасных для людей зонах. Это основные, но не единственные возможности и преимущества беспилотного автотранспорта.

Однако у беспилотных автомобилей есть одно менее очевидное, но важное потенциальное применение – помощь в охране правопорядка. Беспилотные автомобили могут передавать полиции полезную информацию, например, искать угнанные машины и вести какой-либо иной визуальный поиск. При этом такая функциональность не будет никак влиять на нормальную работу автомобиля, будет производиться параллельно и незаметно. Потенциально такая система может быть установлена на гражданских беспилотных автомобилях, что увеличит эффективность полиции при минимальных затратах на оборудование.

Вышесказанное обуславливает актуальность ведения исследований и разработок в сфере сбора и анализа данных автомобильного трафика. Данная дипломная работа посвящена созданию программного комплекса для идентификации автомобиля и определения его цвета.

Целью работы является разработка программы для распознавания автомобиля на изображении и идентификации его цвета. **Основные задачи:** реализация распознавания автомобиля на картинке и создание алгоритма определения цвета автомобиля. **Объектом** исследования является анализ и обработка изображений. **Предмет** исследования – определение и поиск автомобиля на изображении по его цвету.

Научная и практическая **новизна**, а также **значимость** данной разработки заключается в том, что такая программа может быть полностью или частично применена в потенциально возможной будущей полицейской системе слежения, использующей беспилотные автомобили. В подобной системе данная разработка будет помогать в тех случаях, когда известен лишь цвет машины и географическая область, в которой она предположительно находится.

Упрощённо, это будет работать примерно следующим образом, активным беспилотным автомобилям в определённой зоне приходит сигнал искать машины определённого цвета. Разработанная программа, используя изображение с камер автомобиля, определяет цвета соседних машин и в случае совпадения с искомым отправляет фотографию этой машины. Полицейские смогут быстро получить фотографии и номера всех машин определённого цвета в этом месте, что облегчит поиск преступников.

Безусловно, у такой системы могут быть и совершенно неожиданные сферы применения, о которых здесь не может быть сказано, а её методы, алгоритмы и идеи могут быть применены в отдельности в тех системах, где необходимо искать разного рода объекты на изображениях по их цвету или просто определять их цвет.

1 Обзор предметной области

1.1 Беспилотные автомобили

Беспилотным называется транспортное средство, оборудованное системой автоматического управления, способное передвигаться без участия человека (пилота).

На сегодняшний день существует несколько проектов беспилотных транспортных средств (в том числе автомобилей), разработкой которых заняты крупные фирмы и государственные учреждения. Наиболее яркими представителями являются General Motors (США), Delphi Automotive (международная компания), VisLab (Италия), Свободный университет Берлина (Германия), Google Inc (США).

Почти все названные компании начали разработку с участия в соревновании по разработке беспилотных автомобилей DARPA Grand Challenge и в дальнейшем заручились спонсорством ассоциации, проводящей это мероприятие.

Главным достоинством беспилотных транспортных средств по сравнению с пилотируемыми является практически полное отсутствие человеческого фактора при эксплуатации, что позволяет избежать ошибочных действий в критичных ситуациях, а также понизить вероятность возникновения последних. Среди остальных аргументов в пользу беспилотных автомобилей можно выделить следующие:

- возможности передвижения в опасных условиях и перевозки опасных грузов. В данном случае преимущества беспилотного транспорта состоят в более точном следовании безопасному маршруту,
- безошибочном выявлении опасных участков маршрута, а также в минимизации человеческих жертв;

- экономия при коммерческом использовании транспорта за счёт отсутствия необходимости оплаты труда водителя;
- возможность удалённого управления транспортным средством;
- возможность предоставить транспорт для эксплуатации лицам с ограниченными возможностями - на данный момент люди, имеющие проблемы со зрением, слухом, либо некоторые физические ограничения не имеют возможности пользоваться личным автотранспортом.

1.2 Применяющиеся технологии

В современных беспилотных автомобилях используются алгоритмы на основе Байесовского метода одновременной локализации и построения карт (SLAM, simultaneous localization and mapping). Суть работы алгоритмов состоит в комбинировании данных с датчиков автомобиля (real-time) и данных карт (offline). SLAM и метод обнаружения и отслеживания движущихся объектов (DATMO, detection and tracking of moving objects) разработаны и применяются в Google.

Некоторые системы полагаются на инфраструктурные системы (например, встроенные в дорогу или около неё), но более продвинутые технологии позволяют симулировать присутствие человека на уровне принятия решений о рулении и скорости, благодаря набору камер, сенсоров, радаров и систем спутниковой навигации.

Обычно устанавливаемые датчики:

- LIDAR — дальномер оптического распознавания
- Система стереозрения
- Система глобального позиционирования (GPS, Глонасс)
- Гиростабилизатор

Программное обеспечение беспилотного автомобиля может включать машинное зрение и нейросети.

1.3 Существующие проекты беспилотных автомобилей

В настоящее время, множество компаний занимается разработкой своих продуктов для массового рынка, включая General Motors, Volkswagen, Audi, BMW, Volvo, Nissan, Google, Cognitive Technologies и другие.

К таким разработкам можно отнести автономные автомобили Google, автомобили-роботы MIG (Made in Germany), АКТИВ, VisLab, автомобиль из Брауншвейга, получивший имя — Leonie, а также проект ПАО «КАМАЗ» и Cognitive Technologies по созданию беспилотного автомобиля к 2025 году.

Так же есть несколько крупных программ по разработке беспилотного автомобиля, включая программу Европейской Комиссии с бюджетом в 800 млн евро, программу 2getthere в Нидерландах, исследовательскую программу ARGO в Италии, соревнование DARPA Grand Challenge в США.

1.4 Общественное отношение к беспилотным автомобилям

Российская компания Cognitive Technologies, занимающаяся разработками в сфере искусственного интеллекта, вместе с американской компанией VidiaScore провела опрос с целью выяснения отношения людей к самоуправляемым автомобилям.

В России интерес к возможности пользования автономным автомобилем проявило 56 % респондентов, в США — 68 %. Категорически отказалось от этой идеи около 1 % опрошенных россиян и 6 % жителей США.

Больше всего россиян привлекает в беспилотных автомобилях возможность заниматься своими делами во время движения — 55 % и 30 % респондентов назвали наиболее привлекательной особенностью безопасность. У американцев больше респондентов отметили безопасность как главное

качество — 49 %, а возможность заниматься своими делами привлекла 46 % опрошенных.

При езде на беспилотном автомобиле больше всего респондентов пугает возможность технического сбоя — об это сообщил 51 % россиян и 44 % американцев. Невозможность в принципе влиять на ситуацию пугает 29 % россиян и 34 % американцев, а хакерского взлома боятся 16 % участвовавших в опросе жителей России и 19 % респондентов из США.

Несмотря на довольно высокий интерес к беспилотным автомобилям, не так уж и много людей готово пойти на большие расходы ради такой возможности. Лишь 1 % респондентов из России и 2 % из США выразили готовность заплатить более 50 % стоимости автомобиля за установку в нём системы автономного вождения, от 30 до 50 % стоимости автомобиля готовы заплатить 8 и 11 % соответственно. Дополнительные затраты в 15 % от стоимости автомобиля согласны компенсировать 59 % россиян и 42 % американцев [27].

2 Обзор используемых технологий

2.1 SegNet

SegNet – глубокая свёрточная кодер-декодер архитектура для многоклассовой семантической попиксельной сегментации, открытая и разработанная членами «Computer Vision and Robotics Group» Кембриджского университета.

Архитектура состоит из последовательности нелинейных слоев обработки (кодеров) и соответствующего набора декодеров. Как правило, каждый кодировщик состоит из одного или нескольких сверточных слоев с серийной нормализацией и нелинейностью ReLU, за которыми следуют неперекрывающиеся maxpooling и sub-sampling. Разряжённое кодирование из-за процесса объединения оптимизируется в декодере с использованием индексов maxpooling в кодирующей последовательности (рисунок 2.1). Одной из ключевых особенностей SegNet является использование индексов максимального объединения в декодерах для выполнения повышения дискретизации характеристических карт с низким разрешением. Это имеет важные преимущества сохранения высокочастотных деталей в сегментированных изображениях и уменьшения общего числа обучаемых параметров в декодерах. Вся архитектура может использоваться из конца в конец, используя стохастический градиентный спуск. Сырые предсказания SegNet имеют тенденцию быть плавными даже без пост-обработки на основе CRF [4].

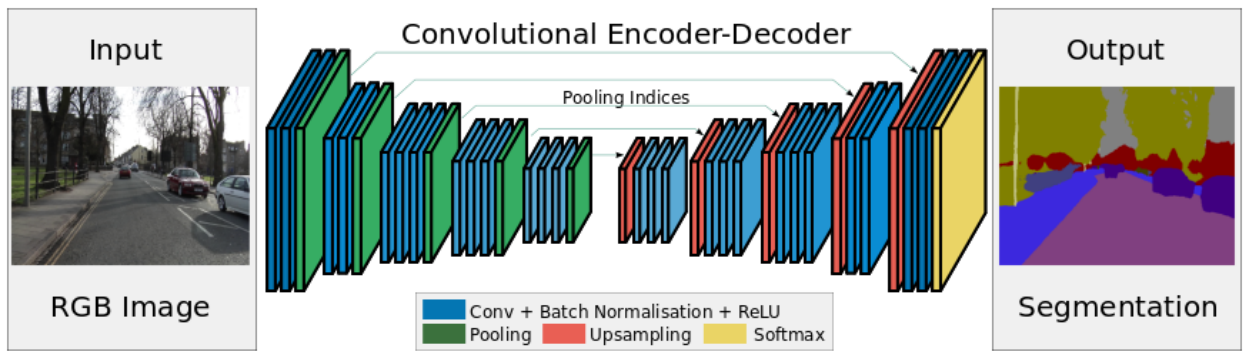


Рисунок 2.1 – схема работы SegNet

Смысл SegNet в том, что он берёт изображение проезжей части (например, с беспилотного автомобиля) и размечает объекты которые на нём изображены: другие машины, пешеходы, дорога, тротуар и т.д. (рисунки 2.2 и 2.3)



Рисунок 2.2 – пример работы SegNet

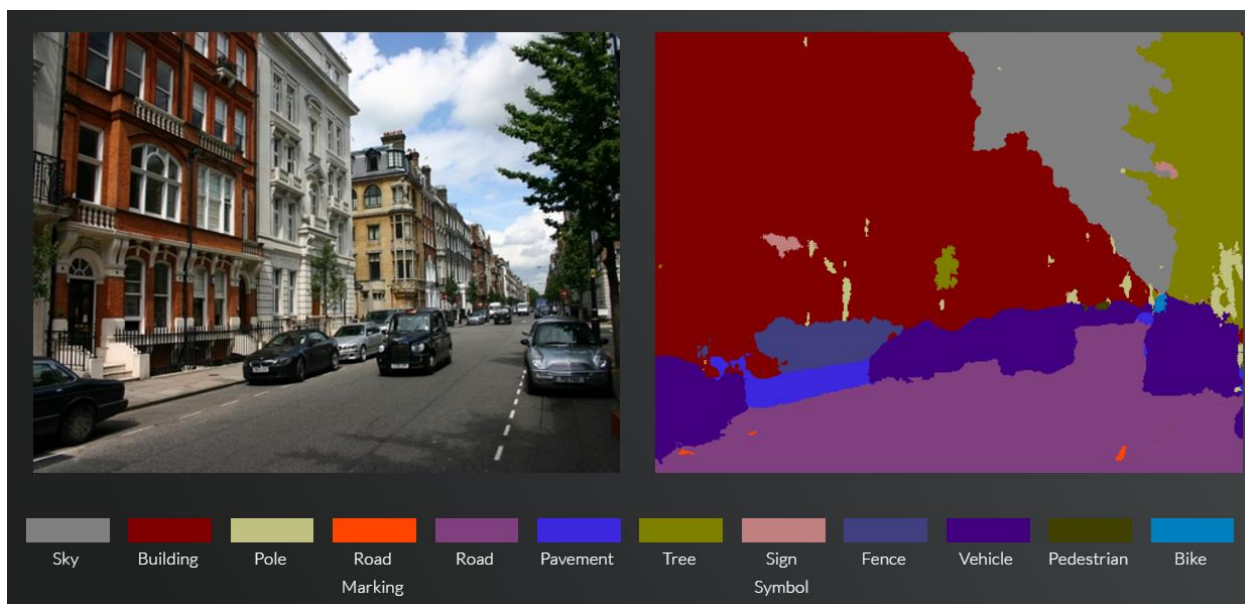


Рисунок 2.3 – Пример работы SegNet

Изначально в программе 12 классов, однако их количество задаётся при настройке. Обучение производится по набору заранее точно размеченных фотографий, например, набору данных CamVid [5].

В данном проекте SegNet выполняет функцию распознавания автомобилей, отделения их от остального фона.

2.2 OpenCV

OpenCV (англ. Open Source Computer Vision Library, библиотека компьютерного зрения с открытым исходным кодом) — библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом [6].

OpenCV написана на языке высокого уровня (C/C++) и содержит алгоритмы для: интерпретации изображений, калибровки камеры по эталону, устранение оптических искажений, определение сходства, анализ перемещения объекта, определение формы объекта и слежение за объектом, 3D-реконструкция, сегментация объекта, распознавание жестов и т.д. Эта

библиотека очень популярна за счёт своей открытости и возможности бесплатно использовать как в учебных, так и коммерческих целях.

Фактически, OpenCV – это набор типов данных, функций и классов для обработки изображений алгоритмами компьютерного зрения.

Основные модули библиотеки (рисунок 2.4):

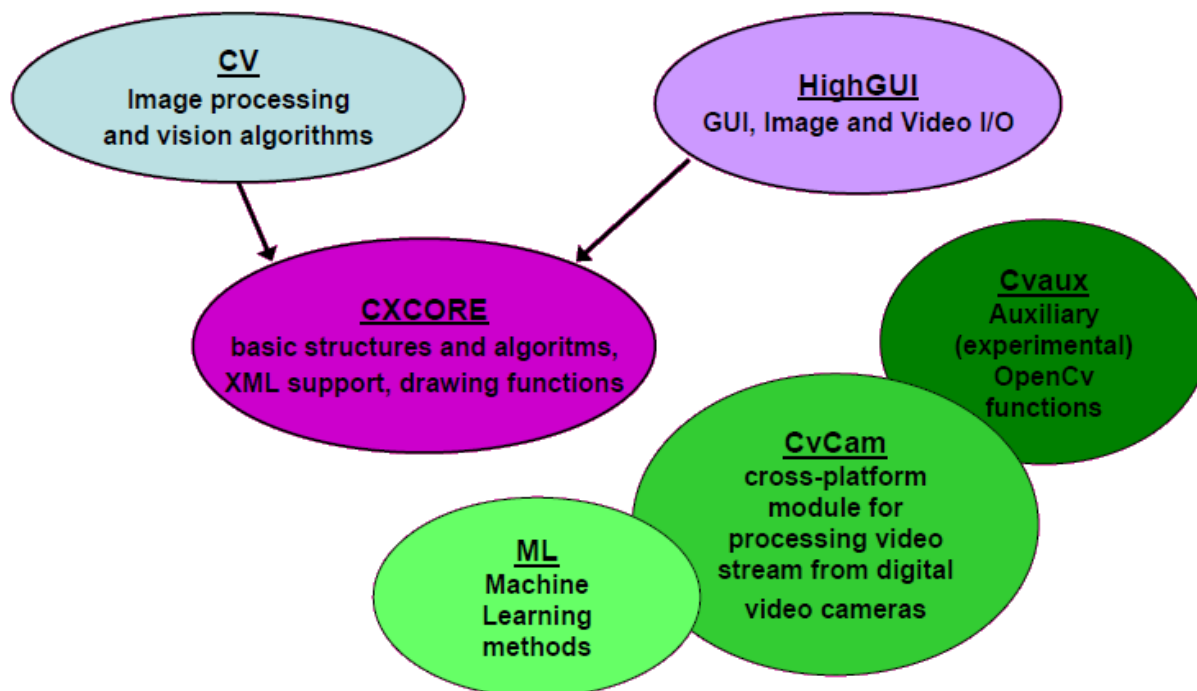


Рисунок 2.4 – Схема OpenCV

- **cxcore** - ядро, содержит базовые структуры данных и алгоритмы:
 - базовые операции над многомерными числовыми массивами
 - матричная алгебра, математические функции, генераторы случайных чисел
 - Запись/восстановление структур данных в/из XML
 - базовые функции 2D графики
- **CV** - модуль обработки изображений и компьютерного зрения

- базовые операции над изображениями (фильтрация, геометрические преобразования, преобразование цветовых пространств и т. д.)
 - анализ изображений (выбор отличительных признаков, морфология, поиск контуров, гистограммы)
 - анализ движения, слежение за объектами
 - обнаружение объектов, в частности лиц
 - калибровка камер, элементы восстановления пространственной структуры
- **Highgui** - модуль для ввода/вывода изображений и видео, создания пользовательского интерфейса
 - захват видео с камер и из видео файлов, чтение/запись статических изображений.
 - функции для организации простого UI (все демо приложения используют HighGUI)
- **CvAux** - экспериментальные и устаревшие функции
 - пространственное зрение: стереокалибрация, самокалибрация
 - поиск стереосоответствия, клики в графах
 - нахождение и описание черт лица
- **CvCam** — захват видео
 - позволяет осуществлять захват видео с цифровых видеокамер (поддержка прекращена и в последних версиях этот модуль отсутствует)

2.3 K-means

K-means (метод k-средних) - наиболее популярный и метод кластеризации. Так же является одним из самых простых. Он основан на разбиении множества элементов векторного пространства на заранее определенное число кластеров k . Алгоритм представляет собой итерационную процедуру, в которой выполняются следующие шаги:

1. Выбирается число кластеров k .
2. Из исходного множества данных случайным образом выбираются k записей, которые будут служить начальными центрами кластеров.
3. Для каждой записи исходной выборки определяется ближайший к ней центр кластера. При этом записи, «притянутые» определенным центром, образуют начальные кластеры.
4. Вычисляются центроиды – центры тяжести кластеров. Каждый центроид – это вектор, элементы которого представляют собой средние значения признаков, вычисленные по всем записям кластера. Затем центр кластера смещается в его центроид.

Затем 3-й и 4-й шаги итеративно повторяются. Очевидно, что на каждой итерации происходит изменение границ кластеров и смещение их центров. В результате минимизируется расстояние между элементами внутри кластеров.

Остановка алгоритма производится тогда, когда границы кластеров и расположения центроидов не перестанут изменяться от итерации к итерации, т.е. на каждой итерации в каждом кластере будет оставаться один и тот же набор записей. На практике алгоритм обычно находит набор стабильных кластеров за несколько десятков итераций.

Преимуществом алгоритма являются быстрота и простота реализации. К его недостаткам можно отнести неопределенность выбора начальных

центров кластеров, а также то, что число кластеров должно быть задано изначально, что может потребовать некоторой априорной информации об исходных данных.

2.4 Цветовая разница

Формула цветового отличия (англ. Color difference), также формула цветового различия, цветоразность, или цветовое расстояние (расстояние между цветами) — математическое представление, позволяющее численно выразить различие между двумя цветами в колориметрии.

Международный комитет CIE (фр. Commission Internationale de l'Éclairage) задает определение цветовой разницы через метрику ΔE^*_{ab} (также ΔE^* , dE^* , dE , или англ. Delta E). Буква «E» обозначает нем. Empfindung — рус. Ощущение.

Две наиболее широко используемые формулы цветового различия, используемые в программах обработки изображений — CIEDE1976, вычисляемая как расстояние между точками в евклидовом пространстве (квадратный корень из суммы квадратов разностей координат), и CIEDE2000, более поздний стандарт, дающая гораздо лучший результат, но в то же время чрезвычайно сложная для вычислений [10].

CIEDE2000 будет использована в данном проекте, как экспериментальная метрика.

3 Проектирование и разработка системы

3.1 Общие сведения о проекте

Изначальной целью работы было создание приложения для поиска по цвету автомобиля на картинке. Однако в силу обстоятельств данная цель не была достигнута полностью. Тем не менее разработанное приложение реализует часть необходимых функций, об этом идёт речь в гл. 3.

Приложение разработано на языке C++ и использует библиотеку компьютерного зрения OpenCV. Программа принимает на вход картинку и разметку картинки, которую предварительно нужно сгенерировать в SegNet.

Разметка представляет собой картинку, созданную на основе фотографии. На ней определённые физические объекты отмечены определённым однородным цветом. Пример на рисунках 3.1 и 3.2

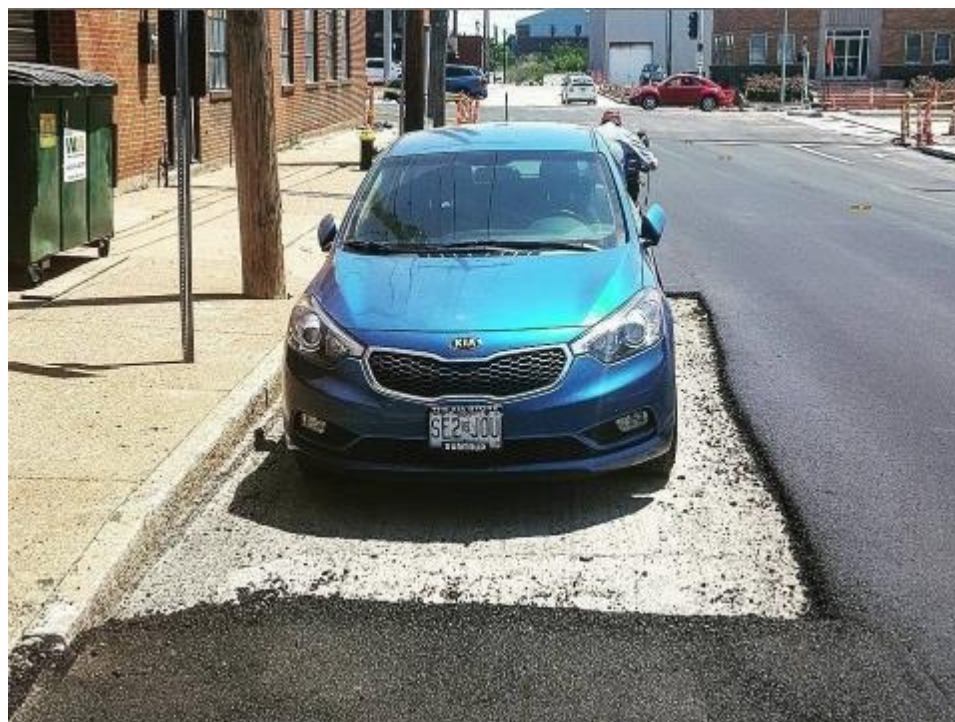


Рисунок 3.1 – Оригинальное фото

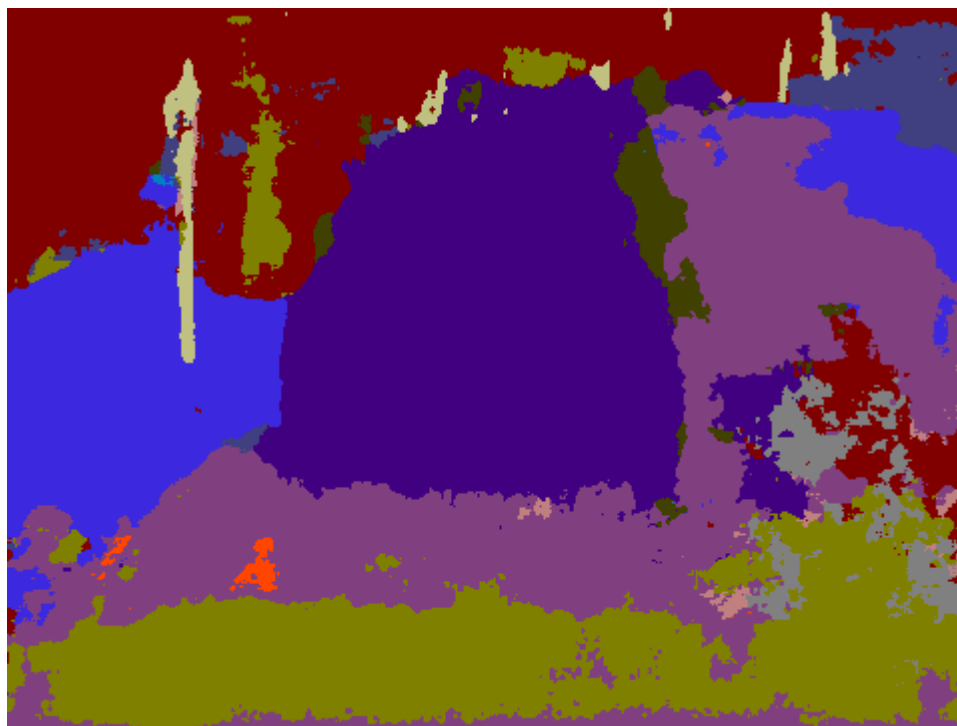


Рисунок 3.2 – Разметка, сгенерированная SegNet

Такая разметка необходима приложению для отделения автомобиля от остального фона.

3.2 Установка и работа с SegNet

SegNet основан на фреймворке глубинного обучения Caffe и работает на операционной системе linux. Среди основных требований к работе: интерпретатор языка Python, библиотека OpenCV.

Для существенного ускорения работы SegNet может использовать технологию Nvidia CUDA (Compute Unified Device Architecture). Это программно-аппаратная архитектура параллельных вычислений, которая позволяет существенно увеличить вычислительную производительность благодаря использованию графических процессоров фирмы Nvidia.

Полный перечень требований и инструкцию к установке можно найти на электронном ресурсе [13].

3.3 Общее устройство приложения и логика работы

Приложение написано на языке C++ в функциональном стиле. Архитектура проста, весь написанный код сосредоточен в одном файле. Программа работает линейно, принимает данные на вход, исполняется, выводит результаты и завершается.

Размер программы составляет около 700 строк кода, более 85% которого было написано самостоятельно. Полная и детальная блок-схема программы и исходный код слишком большие, их презентация не представляют интереса в рамках данной работы. Однако, для функций и алгоритмов, представляющих особый интерес представлен исходный код и краткие блок-схемы.

Далее будет приведено последовательное описание стадий исполнений программы, обработки входных данных и вывода результатов:

1. В функцию **main** через аргументы при старте программы в виде текста передаётся путь к изображению и разметке, цвет машины на разметке, а также цвет с которым найденный по алгоритму цвет автомобиля будет сравниваться. Блок-схема функции **main** находится в Приложении А (рисунок А.1).
2. Цвета при помощи функции **strToColor** преобразуются из строки в формат пригодный для дальнейшей обработки. Изображения по путям загружаются в память при помощи встроенных функций OpenCV. Далее при помощи функции **loadImages**, создаётся маска машины. Из программы выводятся исходная фотография и маска.
3. В функции **getColor** происходит определение доминирующих цветов на той части фотографии, которую выделяет маска (там и находится автомобиль). Доминирующие цвета представлены в виде массива пар значений: цвет – его количество. Так же на данном этапе строится и выводится демонстративная картинка

машины, нарисованной в этих цветах. Происходит и вывод самих цветов в виде картинки. Блок-схема функции **getColors** находится в Приложении А (рисунок А.2).

4. Далее функция **pickColor** на основе массива доминирующих цветов определяет наиболее вероятный цвет машины. Который затем сравнивается с изначально заданным через аргументы предполагаемым цветом машины через функции **compare** и **compareTest**. Кроме того, для всех этих цветов определяется их словесные названия в функции **getColorName**. Блок-схема функции **pickColor** находится в Приложении А (рисунок А.3).
5. Результаты выводятся в консоль. Найденный цвет выводится так же в виде картинки.

Детальное описание упомянутых функций приведено в следующей главе.

3.4 Описание основных функций и алгоритмов приложения

В этой главе приведён перечень и краткое описание основных компонентов. Для компонентов, представляющих особый интерес приведён их код и блок-схема.

- **int main (int argc, const char * argv[])** – главная функция программы, точка входа в программу. В этой функции сосредоточена основанная логика работы программы. На вход принимает массив аргументов и их количество, возвращает код завершения. Блок-схема функции **main** находится в Приложении А (рисунок А.1).
- **class ArgumentParser** – класс, реализующий функционал обработки входящих в программу аргументов.

- **CvScalar strToColor (char *input)** – функция, преобразующая текст, кодирующий цвет в объект, использующийся для работы с цветом. Принимает указатель на строку кодирующую текст, возвращает объект-скаляр CvScalar, содержащий этот цвет.
- **int loadImages(CvScalar color, IplImage* image, IplImage* label, IplImage*& resImage, IplImage*& resMask)** – функция, которая создаёт маску машины на основе разметки. Принимает на вход цвет, указатели на объекты изображения и разметки, а также указатели на места в памяти, куда функция сохранит получившееся изображение и маску. Возвращает код завершения.
- **std::vector< std::pair< CvScalar, uint > > getColors (IplImage *image, IplImage *mask, string save = "")** – одна из основных функций программы, на основе маски «вычленяет» машину из окружения, а далее находит доминирующие цвета машины при помощи алгоритма k-means (эта часть показана в Приложении Б на рисунке Б.1). Алгоритм частично взят из электронного ресурса [14]. Принимает на вход указатели на изображение и маску, а также путь к директории для сохранения результатов. Возвращает доминирующие цвета в виде вектора из пар цвет – количество. Блок-схема функции **getColors** находится в Приложении А (рисунок А.2).

- **CvScalar pickColor (std::vector< std::pair< CvScalar, uint > > colors)** – одна из основных функций программы. На основании перечная доминирующих цветов находит истинный цвет машины. Код функции представлен в приложении Б на рисунке Б.2. Принимает на вход вектор из доминирующих цветов. Возвращает определённый цвет в виде объекта CvScalar. Блок-схема функции **pickColor** находится в Приложении А (рисунок А.3).
- **int compare (CvScalar color1, CvScalar color2)** – функция, сравнивающая два цвета. Вычисляет и возвращает простое расстояние между цветами в евклидовом пространстве RGB. Код представлен на рисунке 3.3.

```

int compare(CvScalar color1, CvScalar color2) {
    int r1, g1, b1, r2, g2, b2;

    b1 = color1.val[0];
    g1 = color1.val[1];
    r1 = color1.val[2];
    b2 = color2.val[0];
    g2 = color2.val[1];
    r2 = color2.val[2];
    int dif = std::max(r1, r2) - std::min(r1, r2) +
              std::max(r1, r2) - std::min(r1, r2) +
              std::max(r1, r2) - std::min(r1, r2);
    return (int)round(dif / 765.0 * 100);
}

```

Рисунок 3.3 – код функции compare

- **double compareTest(CvScalar color1, CvScalar color2)** – функция, вычисляющая и возвращающая цветовое отличие между двумя цветами, используя алгоритм CIEDE2000. Код алгоритма взят из электронного ресурса [15]. Код функции представлен на рисунке 3.4.

```

double compareTest(CvScalar color1, CvScalar color2) {
    Mat colorsBGR(2, 1, CV_8UC3, Scalar(0));
    Mat colorsLAB;
    colorsBGR.at<Vec3b>(0, 0)[0] = color1.val[0];
    colorsBGR.at<Vec3b>(0, 0)[1] = color1.val[1];
    colorsBGR.at<Vec3b>(0, 0)[2] = color1.val[2];
    colorsBGR.at<Vec3b>(1, 0)[0] = color2.val[0];
    colorsBGR.at<Vec3b>(1, 0)[1] = color2.val[1];
    colorsBGR.at<Vec3b>(1, 0)[2] = color2.val[2];
    cvtColor(colorsBGR, colorsLAB, CV_BGR2Lab);
    CIEDE2000::LAB lab1, lab2;
    lab1 = { (double)colorsLAB.at<Vec3b>(0, 0)[0] * 100 / 255.0,
(double)colorsLAB.at<Vec3b>(0, 0)[1] - 128, (double)colorsLAB.at<Vec3b>(0, 0)[2] - 128
};
    lab2 = { (double)colorsLAB.at<Vec3b>(1, 0)[0] * 100 / 255.0,
(double)colorsLAB.at<Vec3b>(1, 0)[1] - 128, (double)colorsLAB.at<Vec3b>(1, 0)[2] - 128
};
    double res = CIEDE2000::CIEDE2000(lab1, lab2);
    return res;
}

```

Рисунок 3.4 – код функции compareTest

- **CvScalar bgr2hsv(CvScalar bgr)** – функция переводящая цвет из пространства BGR в пространство HSV
- **CvScalar hsv2bgr(CvScalar hsv)** – функция переводящая цвет из пространства HSV в пространство BGR
- **std::string getColorName(CvScalar color)** – функция, возвращающая словесное название цвета, переданного в пространстве BGR.

4 Результаты

4.1 Описание работы приложения

Для конечного пользователя программа представляет собой консольное приложение. При его запуске, приложению могут быть переданы до 5 необязательных аргументов:

- **-cars** – цвет машин на картинке разметки в пространстве RGB. По умолчанию "64 0 128"
- **-find** – предполагаемый цвет машины в пространстве RGB. По умолчанию "0 0 0"
- **-photo** – путь к изображению с машиной. По умолчанию "1.jpg"
- **-label** – путь к изображению с разметкой. По умолчанию "1a.png"
- **-save** – путь к папке, в которой необходимо сохранить результат. По умолчанию отсутствует.

Программа выдаст ошибку и завершится, в случае неправильных входных данных или отсутствия необходимых картинок.

Смысл работы приложения заключён в том, чтобы попытаться найти предполагаемый цвет машины, изображённый на картинке и сравнить его с цветом машины, по мнению человека. Картинка разметки нужна для того, чтобы отделить саму машину на картинке от фона.

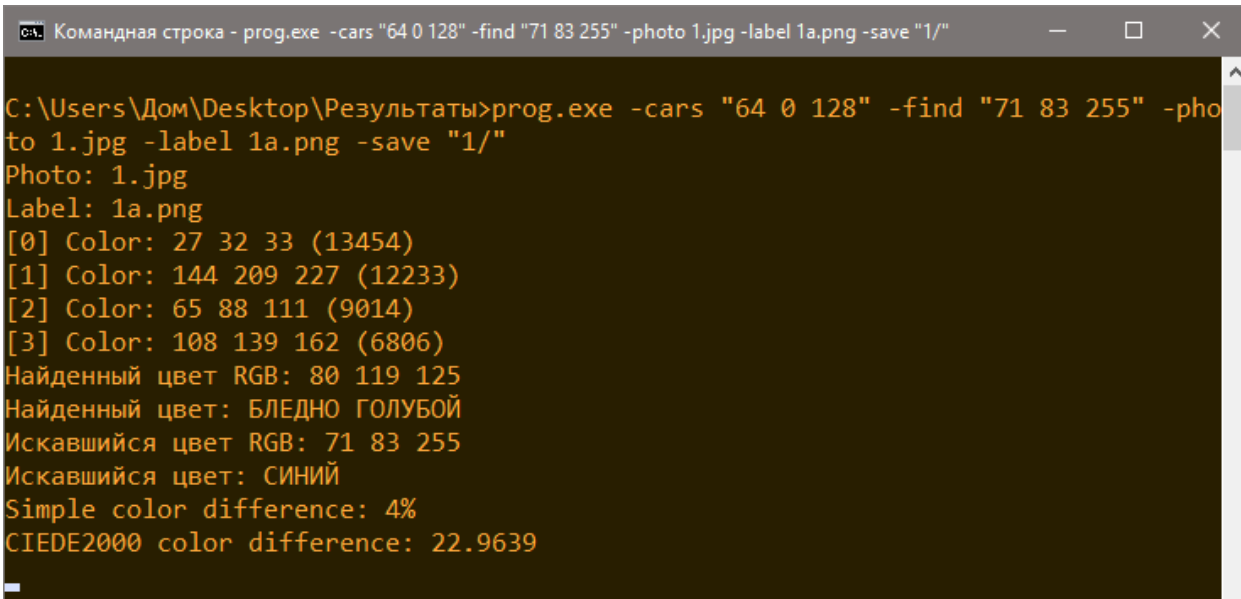
При старте в программу через аргументы передаются пути к изображению (фотографии), разметка, указывается цвет машины на разметке и предполагаемый цвет машины. Есть возможность автоматически сохранить результаты работы, указав директорию, в противном случае результаты не сохраняются, но также выводятся и могут быть сохранены вручную.

Цвет находится по алгоритму, описанному в гл. 3.4. Вычисляется два вида цветовой разницы (описаны там же) и выводятся на экран. В целях

эксперимента и анализа работы, так же выводятся и другие параметры. В общем выводится:

- Текст
 - Простая разница цветов, %
 - CIEDE2000 разница, %
 - Найденные доминирующие цвета машины и их количество в пикселях
 - Словесные названия найденного и переданного цветов
- Изображения
 - Само входное изображение
 - Маска машины
 - Доминирующие цвета
 - Определённый цвет
 - Изображение машины, нарисованное в доминантных цветах.

Далее на рисунках рассмотрен пример работы. Текстовый результат изображён на рисунке 4.1.



```
cmd.com Командная строка - prog.exe -cars "64 0 128" -find "71 83 255" -photo 1.jpg -label 1a.png -save "1/"
C:\Users\Дом\Desktop\Результаты>prog.exe -cars "64 0 128" -find "71 83 255" -photo 1.jpg -label 1a.png -save "1/"
Photo: 1.jpg
Label: 1a.png
[0] Color: 27 32 33 (13454)
[1] Color: 144 209 227 (12233)
[2] Color: 65 88 111 (9014)
[3] Color: 108 139 162 (6806)
Найденный цвет RGB: 80 119 125
Найденный цвет: БЛЕДНО ГОЛУБОЙ
Искавшийся цвет RGB: 71 83 255
Искавшийся цвет: СИНИЙ
Simple color difference: 4%
CIEDE2000 color difference: 22.9639
```

Рисунок 4.1 – Пользовательский интерфейс приложения и текстовой результат работы

Графический результат изображён на рисунке 4.2.

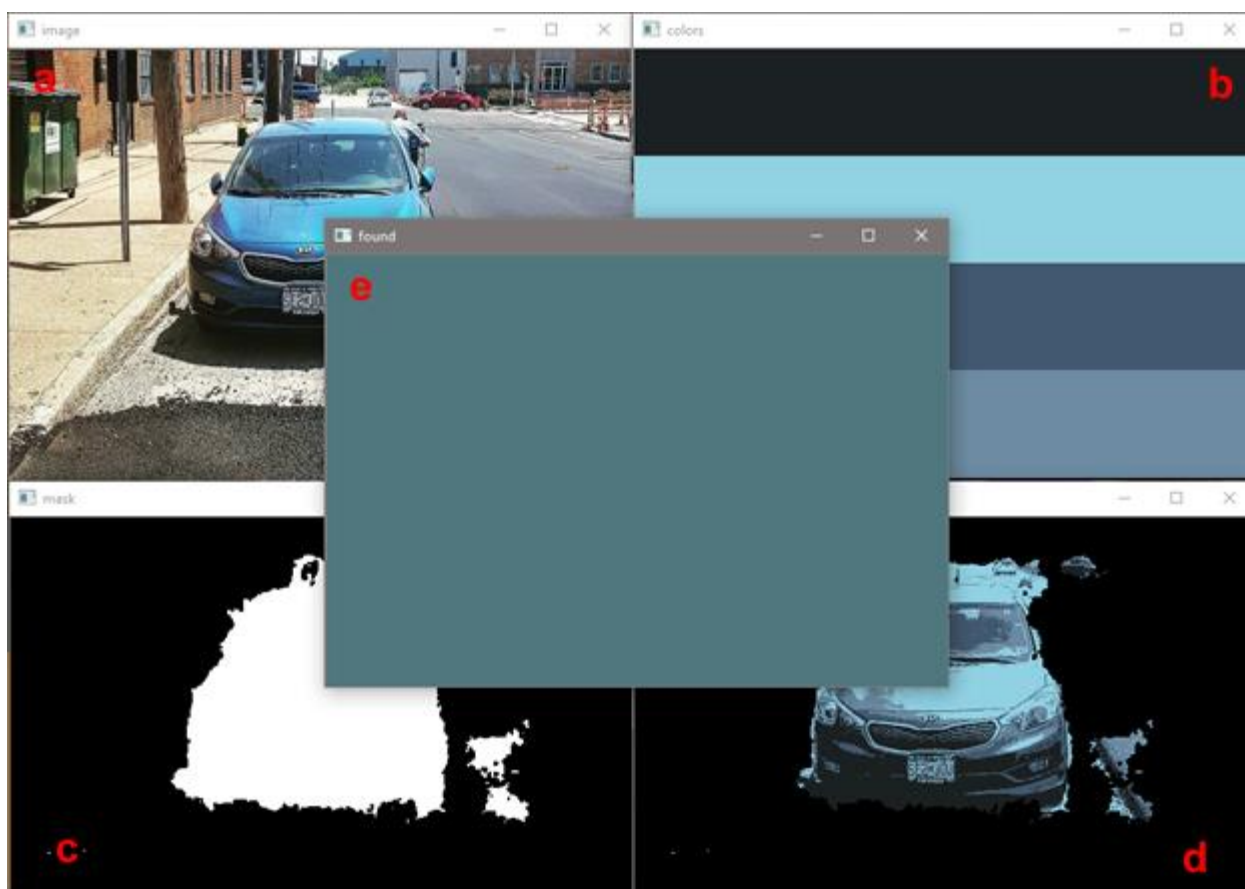


Рисунок 4.2 – Графический результат работы: а – исходное изображение; б – доминирующие цвета; с – маска машины; d – машина, отображённая в доминирующих цветах; е – определённый цвет машины.

На рисунке 4.3 можно визуально сравнить цвета автомобиля, определённые человеком и данной программой.



Рисунок 4.3 – визуальное сравнение предполагаемого (слева) и найденного (справа) цветов

Текстовой и все графические результаты так же сохраняются в указанную папку (если указана). Расширение картинок – png, текста - txt.

4.2 Анализ результатов работы программы

Программа была протестирована на 21 наборе данных. Каждый набор данных представлял собой одну фотографию автомобиля. Снимки сделаны на близком расстоянии с разных сторон в различное время суток и в разное время года.

Результаты приведены в таблице 4.1.

Второй столбец показывает предположительный цвет машины, определённый человеком. Третий столбец показывает цвет автомобиля, найденный программой. Второй и третий столбцы так же разбиты на два, первый подстолбец показывает цвет в формате RGB, а второй словесное название цвета, вычисленное данной программой.

В четвёртом столбце показана разница между этими цветами как простая дистанция между цветами в пространстве RGB. Пятый столбец показывает разницу цвета, найденную по алгоритму CIEDE2000.

В последнем столбце визуально сравниваются цвета, левый – предположительный, правый – найденный программой.

Таблица 4.1 – результаты работы, отсортированные по увеличению цветовой разницы CIEDE2000.

№	Искавшийся цвет		Найденный цвет		Простая разница , %	CIEDE2000 , %	Сравнение цветов	
	1	2	3	4				
4	15 15 22	ЧЁРНЫЙ	27 30 34	ТЁМНО-СИНИЙ	5	5,0293		
21	0 0 0	ЧЁРНЫЙ	26 27 31	ТЁМНО-СИНИЙ	10	7,02373		
20	158 31 61	КРАСНЫЙ	150 52 98	ТЁМНО-РОЗОВЫЙ	3	11,0525		
17	16 53 61	ТЁМНО-ГОЛУБОЙ	55 55 55	ТЁМНО-СЕРЫЙ	15	12,723		
6	23 73 165	СИНИЙ	22 43 74	СИНИЙ	0	14,4285		
15	26 81 84	ТЁМНО-БИРЮЗОВЫЙ	35 46 52	ТЁМНО-ГОЛУБОЙ	4	15,8246		
11	188 34 32	КРАСНЫЙ	106 48 46	ТЁМНО-КРАСНЫЙ	32	17,6849		
14	242 205 0	ЯРКО-ЖЁЛТЫЙ	164 146 34	ЖЁЛТЫЙ	31	18,5761		
5	23 73 165	СИНИЙ	8 26 46	ТЁМНО-СИНИЙ	6	20,6816		
13	104 104 104	ТЁМНО-СЕРЫЙ	152 159 152	СЕРЫЙ	19	20,727		
1	71 83 255	СИНИЙ	80 119 125	БЛЕДНО-ГОЛУБОЙ	4	22,9639		
3	226 147 49	ОРАНЖЕВЫЙ	160 83 24	ОРАНЖЕВЫЙ	26	23,5836		
12	38 63 50	ТЁМНО-БИРЮЗОВЫЙ	94 110 126	БЛЕДНО-ГОЛУБОЙ	22	24,3999		
8	255 230 71	ЖЁЛТЫЙ	164 144 79	ЖЁЛТЫЙ	36	24,9359		
7	161 165 160	СЕРЫЙ	87 102 79	ТЁМНО-ЗЕЛЁНЫЙ	29	26,6314		
10	188 188 188	СЕРЫЙ	74 81 83	ТЁМНО-СЕРЫЙ	45	40,1759		
9	255 255 255	БЕЛЫЙ	100 105 96	СЕРЫЙ	61	42,8457		
16	175 153 112	БЛЕДНО-ЖЁЛТЫЙ	36 29 24	ТЁМНО-ОРАНЖЕВЫЙ	55	46,9484		
19	158 32 23	КРАСНЫЙ	198 190 195	СЕРЫЙ	16	47,7324		
18	119 29 37	ТЁМНО-КРАСНЫЙ	188 186 192	СЕРЫЙ	27	54,3512		
2	235 234 255	БЕЛЫЙ	52 67 96	ТЁМНО-СИНИЙ	72	57,0144		

Средняя простая цветовая разница равна 24,67% со среднеквадратическим отклонением 20,29. Средняя CIEDE2000 разница равна 26,44 % со среднеквадратичным отклонением 15,48.

Из результатов видно, что программа в определённой мере справляется со своей задачей, однако налицо неточности и ошибки распознавания цвета. Для наглядности возьмём 3 относительно удачных и 3 относительно неудачных эксперимента (рисунки 4.4 и 4.5). Предполагаемый и найденный цвета расположены снизу картинки в указанном порядке.



Рисунок 4.4 – Пример трёх удачных результата работы



Рисунок 4.5 – Пример трёх неудачных результата работы.

Из приведённых примеров становится ясно, что основной причиной ошибочного определения цвета являются зеркальное отражение автомобилем неба и наличие у автомобиля неокрашенных частей, например, стёкол и колёс.

Среди прочих причин время суток и другие особенности освещения, не учтённые в алгоритмах расчёта.

4.3 Анализ результатов разработки

Созданное приложение не в полной мере удовлетворяет поставленным задачам. Однако оно частично реализует необходимый функционал. Эти части

могут быть в дальнейшем использованы для разработки первоначально заданного и впоследствии расширенного приложений.

Главной причиной неполного выполнения техзадания явилось отсутствие опыта работы в данной сфере.

4.4 Дальнейшее развитие проекта

Для полного достижения поставленных задач необходимо:

- Реализовать функцию разделения машин на входной картинке.
- Реализовать поиск по цвету среди этих машин.
- Реализовать алгоритм препроцессинга изображения для снижения негативного влияния освещения на результат работы.
- Увеличение точности алгоритма поиска цвета.
- Изобретение специализированного алгоритма определения схожести цвета.

Таким образом поставленные задачи будут достигнуты, однако в перспективе для коммерческого применения приложения его функционал будет необходимо расширить.

Дальнейшее развитие проекта может включать:

- Реализацию работы с видеосигналом
- Интеграцию системы для автоматической разметки и/или интеграцию с существующей системой управления беспилотным автомобилем
- Реализацию системы удалённой и массовой работы и веб клиента к ней.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В работе осуществляется создание программного обеспечения поиска автомобилей на фотографии по их цвету. Целью данного раздела является экономическое обоснование вышеуказанной научной разработки, а также определение и расчет трудовых и денежных затрат на её создание.

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

Предоставляемая услуга – поиск автомобилей на изображениях по их цвету.

Потенциальными потребителями результатов исследования могут быть органы полиции, иные силовые структуры или любые другие предприятия, в деятельности которых на том или ином этапе может быть нужен визуальный поиск автомобиля по цвету.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

На момент проведения данного исследования конкурентные технические решения не были выявлены. Это может быть связано с весьма узким функционалом разрабатываемого программного обеспечения.

5.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Разработанная для данного исследования матрица SWOT представлена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Не требуется специализированного оборудования С2. Невысокие системные требования	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Ограниченный функционал конечного ПО. Сл2. Малый опыт создания подобных систем.
Возможности: В1. Невысокий уровень конкуренции В2. Разработка применима для различных предприятий	Возможность захватить рынок в разных сферах до появления конкурентов.	Благодаря невысокому уровню конкуренции, расширение функционала не будет приоритетной задачей.
Угрозы: У1. Низкий спрос у потребителя У2. Появление конкурентов в данном виде услуг	Низкие требования могут привлечь клиентов. В случае появления конкурентов в качестве преимущества можно рассматривать опыт в данной работе и сформировать базу клиентов.	Регулярная работа над проектом позволит найти новых клиентов, получить опыт и произвести новый функционал.

SWOT-анализ используется для оценки факторов и явлений, влияющих на деятельность компании, а также на возникновение кризисных ситуаций. Для SWOT-анализа актуальны не все существующие на рынке возможности, а только те, которые можно использовать в данном случае. Преимущество SWOT-анализа заключается в том, что аналитическая работа не зациклена только на финансовом состоянии или на анализе конкурентов, а связывает разнообразные факторы внешней и внутренней среды воедино.

5.2 Организация и планирование работ

Для успешной организации процесса работы над конкретной задачей необходимо рационально спланировать занятость каждого из участников и сроки проведения отдельных этапов работы.

На данном этапе составляется полный список необходимых работ, назначаются их исполнители и продолжительность. Результатом планирования работ является линейный график реализации проекта.

Перечень этапов настоящей работы и продолжительность их выполнения в процентном соотношении для научного руководителя (НР) и исполнителя (И) представлены в таблице 5.2

Таблица 5.2 – Распределение занятости научного руководителя и исполнителя по этапам работы

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач	НР	НР – 100 %
Разработка и утверждение ТЗ	НР, И	НР – 100 % И – 10 %
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 40 % И – 100 %
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 100 % И – 10 %
Обсуждение литературы	НР, И	НР – 30 % И – 100 %
Проектирование структуры ПО	НР, И	НР – 40 % И – 100 %
Разработка ПО	НР, И	НР – 30 % И – 100 %
Тестирование и отладка ПО	НР, И	НР – 30 % И – 100 %
Устранение проблем и оптимизация	И	И – 100 %
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	И – 100 %
Оформление графического материала	И	И – 100 %

5.2.1 Продолжительность этапов работ

Для определения ожидаемой продолжительности работ $t_{ож}$ с помощью экспертных оценок была использована следующая формула:

$$t_{ож} = \frac{3t_{\min} + 2t_{\max}}{5}, \quad (5.1)$$

$$t_{ож1} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 4}{5} = 2,8$$

(остальные значения рассчитаны по аналогии)

где

t_{min} – минимальная продолжительность работ, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работ, дн.

Длительность этапов в рабочих днях ГРД вычислялась по формуле:

$$T_{РД} = t_{ож} \cdot K_{Д}, \quad (5.2)$$

$$T_{РД1} = 2,8 \cdot 1,2 = 3,36$$

(остальные значения рассчитаны по аналогии)

где $K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ($K_{Д}=1,2$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях $T_{КД}$ ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}, \quad (5.3)$$

$$T_{КД1} = 3,36 \cdot 1,244 = 4,11$$

(остальные значения рассчитаны по аналогии)

$T_{РД}$ – продолжительность выполнения этапа в рабочих днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (5.4)$$

где

$T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 366$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 53$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 14$).

$$T_{К} = \frac{366}{366 - 53 - 14} \approx 1,244$$

Все расчеты по трудозатратам представлены в таблице 5.3. В ней итоги по продолжительности этапов работы в рабочих и календарных днях являются общими трудоемкостями для каждого из участников проекта. Далее они будут использованы для расчетов. Величины трудоемкости этапов по исполнителям $T_{\text{КД}}$ (данные столбцов 9 и 10 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта, приведенный в таблице 5.4.

Таблица 5.3 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап работы	Исполнители, %		Продолжительность работ, дни			Длительность работ, чел/дн.			
	НР	И	t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	$T_{рд}$		$T_{кд}$	
						НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Постановка целей задач	100	0	2	4	2,8	3,36	0	4,11	0
Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	100	10	2	5	3,2	3,84	0,38	4,7	0,47
Подбор и изучение материалов по тематике	40	100	12	16	13,6	6,53	16,32	7,99	19,98
Разработка календарного плана	100	10	2	4	2,8	3,36	0,34	4,11	0,41
Обсуждение литературы	30	100	4	7	5,2	1,87	6,24	2,29	7,64
Проектирование структуры ПО	40	100	11	16	13	6,24	15,6	7,64	19,09
Разработка ПО	30	100	20	25	22	7,92	26,4	9,69	32,31
Тестирование и отладка ПО	30	100	11	15	12,6	4,54	15,12	5,55	18,51
Устранение проблем и оптимизация	0	100	6	11	8	0	9,6	0	11,75
Оформление расчетно-пояснительной записки	0	100	7	14	9,8	0	11,76	0	14,39
Оформление графического материала	0	100	4	6	4,8	0	5,76	0	7,05
Итого:					97,8	37,656	107,52	46,09	131,60

Таблица 5.4 – Линейный график работ

Этап	НР	И	Январь			Февраль			Март			Апрель			Май		
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
1	4,11	0	■														
2	4,7	0,47	■	■													
3	7,99	19,98		■	■												
4	4,11	0,41				■											
5	2,29	7,64				■	■										
6	7,64	19,09					■	■									
7	9,69	32,31						■	■	■							
8	5,55	18,51									■	■	■				
9	0	11,75											■	■	■		
10	0	14,39													■	■	■
11	0	7,05															■

■ - Исполнитель ■ - Научный руководитель

5.2.2 Расчет накопления готовности проекта

В данном разделе определяется степень готовности проекта. Величина накопления готовности работы показывает, на сколько процентов по окончании текущего (*i*-го) этапа выполнен общий объем работ по проекту в целом. Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа представлены в таблице 5.4

Для определения степени готовности проекта используется следующая формула:

$$СГ_i = \frac{ТР_i^H}{ТР_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i ТР_k}{ТР_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m ТР_{km}}{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m ТР_{km}}, \quad (5.5)$$

$$СГ_3 = \frac{2,31\% + 2,91\% + 15,74\%}{1} = 20,96\%$$

(остальные значения рассчитаны по аналогии)

где

$ТР_{общ.}$ – общая трудоемкость проекта;

$ТР_i (ТР_k)$ – трудоемкость *i*-го (*k*-го) этапа проекта;

$ТР_i^H$ – накопленная трудоемкость *i*-го этапа проекта по его завершении

$ТР_{ij} (ТР_{kj})$ – трудоемкость работ, выполняемых *j*-м участником на *i*-м этапе,

здесь $j = \overline{1, m}$ – индекс исполнителя (в данном случае $m = 2$, так как в проекте 2 исполнителя). Расчет данной величины производится на основании столбцов 9 и 10.

Таблица 5.5 – Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа

Этапы работы	ТР _i , %	СГ _i , %
Постановка целей и задач	2,31	2,31
Разработка и утверждение ТЗ	2,91	5,22
Подбор и изучение материалов по тематике	15,74	20,96
Разработка календарного плана	2,55	23,51
Обсуждение литературы	5,59	29,10
Проектирование структуры ПО	15,04	44,14

Разработка ПО	23,64	67,78
Тестирование и отладка ПО	13,54	81,32
Устранение проблем и оптимизация	6,61	87,93
Оформление расчетно-пояснительной записки	8,10	96,03
Оформление графического материала	3,97	100,00

Как видно из табл. 5.5, при выполнении последнего этапа работы степень готовности проекта становится равной 100%, что подтверждает верность расчетов.

5.3 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

Для проекта по созданию программного обеспечения поиска автомобилей на картинке по цвету производится оценка затрат по следующим статьям:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- прочие расходы.

Так как работа выполнялась без привлечения сторонних организаций и для ее выполнения не требовалась аренда какого-либо имущества, а также не было необходимости в командировках, расходы по соответствующим статьям отсутствуют.

5.3.1 Расчет затрат на материалы

В материальных затратах будут учтены только расходы на канцелярские принадлежности и картриджи для принтера, так как все необходимые для работы над проектом материалы имелись в распоряжении кафедры, на которой велась разработка.

Материалы необходимые для выполнения данной работы и расчет материальных затрат представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Материальные затраты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Бумага для принтера формата А4	240	1 уп.	240
Ручка шариковая	20	2 шт.	40
Картридж	1600	1 шт.	1600
Блокнот	50	2 шт.	100
Итого:			1980

5.3.2 Расчет заработной платы

Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Месячный оклад (МО) НР, занимающего должность доцента и имеющего степень кандидата технических наук, составляет 23264 руб./мес. МО исполнителя, являющегося студентом, составляет 2200 руб./мес.

Исходя из того, что в месяце в среднем 24,83 рабочих дня при шестидневной рабочей неделе среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{дн-т}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{дн-т} = МО/24,83 \quad (5.6)$$

Расчеты затрат на полную заработную плату приведены в таблице 5.6. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы трудозатрат 5.3. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: районный $K_p = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо учесть районный коэффициент $K_p = 1,3$

Таблица 5.7 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Р-й коэффицент	Фонд з/платы, руб.
НР	24400	936,93	38	1,3	46284,4
И	2200	88,6	108	1,3	12439,79
Итого:					58724,19

5.3.3 Расчет затрат на отчисления во внебюджетные фонды

Отчисления во внебюджетные фонды включают в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование и составляют 30% от заработной платы участников проекта, стипендия не учитывается.

$C_{\text{соц}}$ определяется следующим образом:

$$C_{\text{соц.}} = C_{\text{зп}} * 0,3 = 46284,4 * 0,3 = 13885,32 \text{ руб.}$$

5.3.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию при работе оборудования, а именно компьютера и принтера. Затраты на электроэнергию при работе оборудования $C_{\text{эл.об.}}$ рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot C_{\text{э}} \cdot t_{\text{об}}, \quad (5.7)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$C_{\text{э}}$ – тарифная цена за 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Мощность $P_{\text{об}}$, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном.}} \cdot K_{\text{с}}, \quad (5.8)$$

где $P_{\text{ном.}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_{\text{с}}$ – коэффициент загрузки (для технологического оборудования малой мощности $K_{\text{с}} = 1$).

Номинальная мощность персонального компьютера составляет 0,3 кВт, принтера – 0,1 кВт.

Для ТПУ с учетом налога на добавленную стоимость (НДС)

$$Ц_3 = 5,257 \text{ руб./кВт}\cdot\text{час}$$

Время работы оборудования $t_{\text{ОБ}}$ для исполнителя вычисляется на основе данных таблицы трудозатрат 5.2:

$$t_{\text{ОБ}} = T_{\text{РД}} \cdot K_t, \quad (5.9)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{\text{РД}}$.

Из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов, а работа выполнялась 108 рабочих дней, получим, что общее время выполнения проекта составляет 864 часа.

Так как работа на компьютере проводилась по 7 часов в день из 8, то $K_t = 0,88$. Тогда из 864 часов, потраченных исполнителем на осуществление проекта, 760 часов были проведены за компьютером. Принтер использовался примерно в течении 15 часов.

Затраты на электроэнергию при работе оборудования сведены в таблицу 5.8

Таблица 5.8 – Затраты на электроэнергию для технологических целей

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{ОБ}}$, час	Потребляемая мощность $P_{\text{ОБ}}$, кВт	Затраты $Э_{\text{ОБ}}$, руб.
Персональный компьютер	760	0,3	1198,60
Лазерный принтер	15	0,1	7,89
Итого:			1206,48

5.3.5 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения работы.

Амортизационные отчисления рассчитываются по времени использования компьютера по формуле:

$$C_{AM} = \frac{N_A \cdot Ц_{ОБ}}{F_D} \cdot t_{рф} \cdot n, \quad (5.10)$$

где

N_A – годовая норма амортизации;

$Ц_{ОБ}$ – цена оборудования;

F_D – действительный годовой фонд рабочего времени;

$t_{рф}$ – время работы вычислительной техники;

n – число задействованных единиц оборудования, $n = 1$.

Годовая амортизация N_A определяется как величина, обратная сроку амортизации оборудования C_A , который определяется согласно постановлению правительства РФ «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы». Для компьютера примем $C_A = 3$ года, тогда $N_A = 0,33$. Для принтера примем $C_A = 2$ года, тогда $N_A = 0,5$.

Расчет затрат на амортизационные отчисления представлен в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Затраты на амортизационные отчисления

Наименование оборудования	Норма амортизации оборудования N_A	Стоимость оборудования $Ц_{ОБ}$, руб.	Фактич. время работы оборудования $t_{рф}$, ч	Действ. годовой фонд раб.времени F_D , ч	Амортизация отчисления C_{AM} , руб.
Персональный компьютер	0,33	45000	760	2384	4734,06
Итого:					4734,06

5.3.6 Расчет прочих расходов

В данном разделе производится оценка расходов на выполнение проекта, которые не были учтены в предыдущих статьях, оплата услуг связи, копирование

материалов и др. Величина прочих расходов составляет 10% от суммы всех предыдущих затрат и вычисляется по следующей формуле:

$$C_{\text{проч}} = 0,1 \cdot (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}}). \quad (5.11)$$

$$C_{\text{проч}} = 0,1 \cdot (1980 + 58724,19 + 13885,32 + 1206,48 + 4734,06) = 8053 \text{ руб.}$$

Таким образом, накладные расходы составили 8053 руб.

5.3.7 Расчет общей себестоимости разработки

Общая стоимость разработки по созданию программного обеспечения поиска машин на картинке по цвету определяется путем суммирования затрат по всем статьям и представлена в таблице 5.10.

Таблица 5.10 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	1980
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	58724,19
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	13885,32
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.об.}}$	1206,48
Амортизационные отчисления	$\mathcal{E}_{\text{ам}}$	4734,06
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	8053
Итого:		88583,05

Общая себестоимость проекта получилась равной 88583,05 рублям.

5.4 Определение эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования.

Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения

научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения. Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (5.13)$$

Где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Рассмотрим два варианта исполнения данного научного исследования. Первый вариант исполнения: реально созданный научно-исследовательский проект, результатом которого является программа, определения цвета автомобиля на картинке, с бюджетом затрат, соответствующим таблице 5.10. Второй вариант: изначально заданный научно-исследовательский проект, результатом которого является программа для поиска автомобилей на изображении по их цвету, с бюджетом затрат, приблизительно соответствующим двукратным затратам реально завершённого проекта. Максимальную стоимость исполнения научно-исследовательского проекта округлим до 178000 руб.

Тогда для первого варианта $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{88583,05}{178000} = 0,498$, а для второго -

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{177166,1}{178000} = 0,995$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i b_i, \quad (5.14)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки; a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения

разработки; b_i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 5.11.

Таблица 5.11 – расчёт интегрального показателя ресурсоэффективности

	Весовой коэффициент параметра	Вариант 1	Вариант 2
1. Доходность	0,3	2	4
2. Надёжность	0,1	3	4
3. Диверсификация риска	0,2	1	4
4. Сложность поддержки	0,1	4	4
5. Потенциал применения	0,2	2	4
6. Конкурентоспособность	0,2	1	4
Итого:	1		

$$I_{p1} = 2 \cdot 0,3 + 3 \cdot 0,1 + 1 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,2 = 2,1$$

$$I_{p2} = 4 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 = 4,4$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p1}}{I_{финр}^{исп.1}} = \frac{2,1}{0,498} = 4,22,$$

$$I_{исп.2} = \frac{I_{p2}}{I_{финр}^{исп.2}} = \frac{4,4}{0,995} = 4,42.$$

Сравнение интегральных показателей эффективности для разных вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант (таблица 5.12). Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}) рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}, \quad (5.15)$$

Таблица 5.12 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Вариант 1	Вариант 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,498	0,995
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	2,1	4,4
3	Интегральный показатель эффективности	4,22	4,42
4	Сравнение эффективности варианта исполнения 1 с остальными	1	0,95

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет сделать вывод о том, что наиболее эффективным вариантом с позиции финансовой и ресурсной эффективности является второй вариант исполнения проекта, однако он предполагает продолжение работы, например, в виде магистерской диссертации.

5.5 Выводы по главе

Проведено комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы.

Составлен перечень проводимых работ, их исполнителей и продолжительность выполнения этапов работ, составлен линейный график.

Рассчитана смета затрат на выполнение проекта, проведен расчет себестоимости и прибыли проекта.

Определены показатели эффективности проекта и проведена оценка его эффективности.

6 Социальная ответственность

В данной работе осуществляется создание программного обеспечения поиска автомобилей на изображении по цвету. Одними из возможных областей применения разработки являются – беспилотный автотранспорт и охрана общественного порядка. Пользователями программного продукта могут быть полицейские, которым программа, используя активные беспилотные автомобили, сможет облегчить поиск машин, когда известен их цвет. Увеличение скорости и количества средств поиска преступников по горячим следам поможет снизить уровень преступности.

В ходе работы были проведены теоретические исследования, анализ со структуризацией полученных данных, проектирование и реализация программного обеспечения. Основными инструментами для достижения поставленной цели являются средства вычислительной техники: персональные компьютеры (ЭВМ) и периферийные устройства.

Однако, при работе с ЭВМ на здоровье человека влияют следующие негативные факторы: нагрузка от стесненной позы, сидящего за компьютером, нагрузка на зрение, психологическая нагрузка, вредные излучения и шумы. Это оказывает отрицательное влияние не только на здоровье человека, но и на производительность труда. Цель данного раздела выпускной квалификационной работы – анализ вредных и опасных факторов труда, оценка степени их влияния, а также выявление возможных мер по снижению их воздействия на работу инженера-программиста и обеспечению благоприятных условий труда. Кроме того, рассматриваются вопросы пожарной безопасности и охраны окружающей среды, а также правовые и организационные вопросы.

6.1 Производственная безопасность

6.1.1 Описание рабочего места

Данная научно-исследовательская работа большей частью выполнялась в жилом помещении, оснащённом персональной электронно-вычислительной машиной (ПЭВМ).

Рабочее место находится на седьмом этаже жилого дома. Общая площадь рабочего помещения составляет 13,12 м² (длина А=4,1 м, ширина В=3,2 м), объём составляет 30,2 м³ (высота Н=2,3 м). В комнате установлен персональный компьютер, на котором и производилась работа. На человека, работающего в комнате, приходится 13,12 м² площади и 30,2 м³ объёма.

Площадь на одно рабочее место для взрослых пользователей должна составлять не менее 6,0 м², а объём - не менее 20,0 м³ (по СанПиН 2.2.2.542-96) [16]. Можно сделать вывод, что рабочее помещение соответствует санитарным нормам.

6.1.2 Анализ производственных факторов

Оборудованием для выполнения данной работы является персональный компьютер. Это учитывается при рассмотрении вредных и опасных факторов. Классификация вредных и опасных факторов проведена в соответствии с СанПиН [16].

К производственным факторам, при выполнении работы следует отнести:

1. микроклимат;
2. шум;
3. освещение;
4. электромагнитное и электростатическое излучения.

В связи с тем, что современные ЖК мониторы отвечают всем нормам по ионизирующему излучению, оно не рассматривается.

Опасными факторами при работе с ПЭВМ являются:

5. возможность поражения электрическим током;
6. опасность возникновения пожара (будет рассмотрена в разделе 6.3).

6.1.3 Микроклимат

Воздух рабочей зоны (микроклимат) производственных помещений определяют следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха. Эти параметры по отдельности и в комплексе влияют на организм человека, определяя его самочувствие.

Параметры микроклимата в помещении, где находится рабочее место, регулируются системой центрального отопления, и имеют следующие значения: влажность 40%, скорость движения воздуха 0,1 м/с, температура летом 20 – 25°С, зимой 16 – 18°С, что соответствует допустимым требованиям [16]. Оптимальные величины показателей микроклимата приведены в таблице 6.1

По степени физической тяжести работа инженера-программиста относится к лёгкой физической работе категории I, с энергозатратами организма до 172 Дж/с, т.к. работа проводилась сидя, не требуя систематического физического напряжения.

Таблица 6.1 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха не более, м/с
Холодный	Ia	22-24	21-25	60-40	0,1
Теплый	Ia	23-35	22-26	60-40	0,1

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся: правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путём. В помещении должны подаваться следующие объёмы наружного воздуха: при объёме помещения до 20 м³ на человека – не менее 30 м³ в час на человека; при объёме помещения более 40 м³ на человека и отсутствии выделения вредных веществ допускается естественная вентиляция.

В используемом помещении отсутствует принудительная вентиляция. Имеется лишь естественная, т.е. воздух поступает и удаляется через щели, окна, двери. Основной недостаток такой вентиляции в том, что приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания. Естественная вентиляция допускается при условии, что на одного работающего приходится более 40 м³ объема воздуха в помещении. Поскольку в помещении не выполняется требование к объему воздуха на одного работающего (объём на одного человека — 30,2 м³), то наличие принудительной вентиляции просто необходимо [20].

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.

При обеспечении оптимальных показателей микроклимата температура внутренних поверхностей, ограждающих рабочую зону конструкций (стен, пола, потолка) или устройств, а также температура наружных поверхностей технологического оборудования или его ограждающих устройств не должны выходить более чем на 2°С за пределы оптимальных величин температуры воздуха. При температуре внутренних поверхностей ограждающих конструкций ниже или выше оптимальных величин температуры воздуха рабочие места должны быть удалены от них на расстояние не менее 1 м.

Во всех случаях температура нагретых поверхностей технологического оборудования или его ограждающих устройств в целях профилактики типовых травм не должна превышать 45°C.

В рассматриваемом помещении используется водяное отопление со встроенными нагревательными элементами и стояками.

6.1.4 Шум

Одним из важнейших параметров, наносящим большой ущерб для здоровья и резко снижающим производительность труда, является шум.

Шум может создаваться работающим оборудованием, установками кондиционирования воздуха, преобразователями напряжения, работающими осветительными приборами дневного света, а также проникать извне.

Действие шума различно: он затрудняет разборчивость речи, вызывает снижение работоспособности, повышает утомляемость, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека. Шум воздействует не только на органы слуха, но и на весь организм человека через центральную нервную систему. Ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе.

Производственные помещения, в которых для работы используются ПЭВМ, не должны граничить с помещениями, в которых уровень шума и превышают нормируемые значения.

При выполнении основной работы на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 80 дБ. Основным источником шума на рабочем месте оператора ПЭВМ являются вентиляторы охлаждения, трансформаторы ПЭВМ и принтер.

Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлены компьютеры, могут быть облицованы звукопоглощающими материалами. Для снижения уровня шума, производимого персональными

компьютерами, рекомендуется регулярно проводить их техническое обслуживание: чистка от пыли, замена смазывающих веществ. В рассматриваемом помещении уровень шума допустимый и равен 45 дБ. Допустимые уровни звукового давления в производственных помещениях равны 80 дБ [19].

6.1.5 Освещение

Работа с использованием ЭВМ относится к зрительным работам высокой точности для любого типа помещений.

В помещении, где проводится выполнение дипломного проекта, используется смешанное освещение, т.е. сочетание естественного и искусственного освещения.

Естественным освещением является освещение через окна. Искусственное освещение используется при недостаточном естественном освещении. В данном помещении используется общее искусственное освещение.

Искусственное освещение в помещениях эксплуатации ПК должно соответствовать действующим нормам освещения, представленным в таблице 6.3.

Для данных работ установлена необходимая освещенность рабочего места $E_n=300$ лк. [20]

Таблица 6.3 – Нормирование освещенности помещений

Характеристика зрительных работ	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Относительная продолжительность зрительной работы, %	Освещенность на рабочей поверхности от системы общего искусственного освещения, лк	Цилиндрическая освещенность, лк	Показатель диска форта	Коэффициент пульсации и освещенности, %;
Высокой Точности	От 0,3	Более 70	300	100	40	15
	До 0,5	Менее 70	200	75	60	20

Для устранения негативного влияния недостаточного освещения необходимо использовать равномерное освещение и лампы с подходящими характеристиками, а также совмещенное освещение.

Приведем проверочный расчет искусственного освещения в помещении.

Помещение, где проходит выполнение дипломного проекта, освещается 1 люстрой, в которой установлено 4 люминесцентных лампы типа 4U-T5-55-842-E27.

Наиболее приемлемыми для рассматриваемого помещения являются люминесцентные лампы ЛБ (белого света) или ЛХБ (холодного-белого света), мощностью 20 или 30 Вт. Световой поток одной лампы ЛБ40 составляет не менее $F_{л} = 2800$ лм. Таким образом, при использовании для освещения четырёх ламп типа 4U-T5-55-842-E27 требования к освещенности на рабочем месте, выполняются [16].

Электрическая мощность одной лампы 4U-T5-55-842-E27 $W_{л} = 55$ Вт. Число ламп $N = 4$. Мощность всей осветительной системы: $W_{общ} = W_{л} * N = 55 * 4 = 220$ Вт.

6.1.6 Электромагнитное и электростатическое излучение

Электрические приборы, в том числе ПЭВМ, являются источником электромагнитного излучения (ЭМИ). Для ПК большая часть излучения происходит не от экрана монитора (так как большая часть современных мониторов удовлетворяет требованиям по напряженности электромагнитного поля и другим показателям), а прежде всего от системного блока, особенно в портативных компьютерах, в которых он находится под клавиатурой. Современные машины выпускаются со специальной металлической защитой внутри системного блока для уменьшения фона электромагнитного излучения.

Нарушения в организме человека при воздействии электромагнитных полей незначительных напряжений носят обратимый характер. При воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, органов пищеварения и некоторых биологических показателей крови.

При работе за компьютером источником электростатического излучения (ЭСИ) является дисплей ПК, трение поверхности клавиатуры и мыши. ЭСИ может способствовать нарушениям гормональной и иммунной систем.

Показатели ЭМИ и ЭСИ на рабочих местах с ПК представлены в таблице 6.4 [16].

Таблица 6.4 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПК

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

Основной способ защиты от электромагнитных полей – это увеличение расстояния от их источника и уменьшение времени нахождения человека у источников излучения. К инженерно-техническим мероприятиям относится рациональное размещение оборудования, использование средств, ограничивающих поступление электромагнитной энергии на рабочие места персонала (поглотители мощности, установка отражающих и поглощающих экранов). Для понижения уровня напряженности электромагнитного поля следует использовать мониторы с пониженным уровнем излучения (MPR-II, TCO-92, TCO-99), устанавливать защитные экраны, устранять неисправности.

6.1.7 Электробезопасность

Электрические установки представляют большую потенциальную опасность для человека, которая усугубляется тем, что органы чувств человека не могут на расстоянии обнаружить наличие электрического напряжения на оборудовании.

В отношении опасности поражения людей электрическим током различаются:

- 1) помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность;
- 2) помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность:
 - сырость: сырые помещения - помещения, в которых относительная влажность воздуха превышает 75%;
 - токопроводящая пыль;
 - токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.);
 - высокая температура: жаркие помещения - помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура превышает постоянно или периодически (более 1 сут.) $+35^{\circ}\text{C}$ (например, помещения с сушилками, обжигательными печами, котельные)
 - возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям зданий, имеющим соединение с землей, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования (открытым проводящим частям), с другой.
- 3) особо опасные помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:

- особая сырость: сырые помещения - помещения, в которых относительная влажность воздуха близка к 100% (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой).
 - химически активная или органическая среда;
 - одновременно два или более условий повышенной опасности;
- 4) территория открытых электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравнивается к особо опасным помещениям [20].

Таким образом, работа может проводиться только в помещениях без повышенной опасности, при этом существует опасность электропоражения:

- 1) при непосредственном прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ;
- 2) при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей ПЭВМ);
- 3) при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;
- 4) имеется опасность короткого замыкания в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развёртки.

Помещение, в котором проводились работы, по опасности электропоражения относится к помещениям без повышенной опасности, то есть отсутствуют условия, создающие повышенную опасность [20].

В помещении используются приборы, потребляющие напряжение 220В переменного тока с частотой 50Гц. Это напряжение опасно для жизни, поэтому обязательны следующие меры предосторожности:

- 1) перед началом работы нужно убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей;

- 2) при обнаружении неисправности оборудования и приборов, необходимо не делая никаких самостоятельных исправлений обратиться к специалисту;
- 3) запрещается загромождать рабочее место лишними предметами. При возникновении несчастного случая следует немедленно освободить пострадавшего от действия электрического тока и, вызвав врача, оказать ему необходимую помощь.

6.2 Экологическая безопасность

Защита окружающей среды - это комплексная проблема, требующая усилий всего человечества. Охрана окружающей среды - деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, общественных объединений и некоммерческих организаций, юридических и физических лиц, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий. Наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий является полный переход к безотходным, малоотходным и энергосберегающим технологиям и производствам.

При выполнении данной работы не осуществляется выбросов вредных веществ в атмосферу. Загрязнение атмосферного воздуха может возникнуть в случае возникновения пожара в помещении, в этом случае дым и газы от пожара будут являться антропогенным загрязнением атмосферного воздуха.

В ходе выполнения данной работы не происходило значительного загрязнения гидросферы. Образовывались лишь хозяйственно – бытовые воды.

Бытовые сточные воды помещения образуются при эксплуатации туалетов, столовой, а также при мытье рук, полов и т.п. Данные воды отправляются на городскую станцию очистки.

Загрязнение гидросферы осуществляют производственные отходы, в качестве которых в данном случае выступают бумажные отходы (макулатура) и неисправные детали персональных компьютеров, плат, контроллеров. Бумажные отходы должны передаваться в соответствующие организации для дальнейшей переработки во вторичные бумажные изделия. Неисправные комплектующие персональных компьютеров должны передаваться либо государственным организациям, осуществляющим вывоз и уничтожение бытовых и производственных отходов, либо организациям, занимающимся переработкой отходов. Важнейшим этапам обращения с отходами является их сбор, а в дальнейшем переработка, утилизация и захоронение [20].

Еще одним из способов снижения бумажных отходов является хранение данных на электронных носителях.

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией, которая может возникнуть при выполнении данного дипломного проекта, является пожар, так как происходит эксплуатация устройств электропитания, электронных схем ЭВМ и других источников возникновения пожара. В результате различных неполадок, образующих перегретые элементы и электрические искры, может произойти возгорание горючих материалов.

В соответствии с правилами определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности, регламентируемыми правилами устройства электроустановок, помещение, в котором была написана данная работа, относится к категории В, так как в помещении находятся сгораемые вещества и материалы (шкафы, столы,

стулья, документация), для питания вычислительной техники используется напряжение 220В переменного тока [21].

Для предупреждения возникновения пожара в помещении необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия:

- организационные мероприятия, касающиеся технического процесса с учетом пожарной безопасности объекта;
- эксплуатационные мероприятия, рассматривающие эксплуатацию имеющегося оборудования;
- технические и конструктивные, связанные с правильные размещением и монтажом электрооборудования и отопительных приборов.

Организационные мероприятия:

1. Противопожарный инструктаж работников;
2. Изучение правил техники безопасности;
3. Издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

1. Соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
2. Обеспечение свободного подхода к оборудованию. В комнате рабочие места размещены так, что расстояние между рабочими местами с видеотерминалами (от поверхности экрана одного, до поверхности экрана другого) составляет порядка 2,5 м, расстояния между боковыми поверхностями порядка 1,5 м, что соответствует нормам. Из вышесказанного следует, что дополнительных мер защиты не требуется;
3. Содержание в исправном состоянии изоляции токоведущих проводников.

Технические:

1. Соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем

отопления, вентиляции и освещения. В коридоре квартиры на достигаемом расстоянии находится рубильник, обесточивающий всю квартиру.

2. Профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

В коридоре помещения, в котором выполнялся дипломный проект, на достигаемом расстоянии, находится пожарный щит.

Наиболее дешевым и простым средством пожаротушения является вода, поступающая из обычного водопровода. Для осуществления эффективного тушения огня используют пожарные рукава и стволы, находящиеся в специальных шкафах, расположенных в коридоре. В пунктах первичных средств огнетушения должны располагаться ящик с песком, пожарные ведра и топор.

Если возгорание произошло в электроустановке, для его устранения должны использоваться огнетушители углекислотные типа ОУ-2. Кроме устранения самого очага пожара нужно, своевременно, организовать эвакуацию людей.

6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.4.1 Охрана труда для операторов и пользователей ПК

К работам оператором или программистом допускаются люди, достигшие совершеннолетия и прошедшие:

- обязательные медицинские освидетельствования, которые необходимо проводить не только при приеме на работу, но и каждый год;
- вводный инструктаж по охране труда;

- инструктаж по охране труда на конкретном рабочем месте по данной инструкции;
 - обучение безопасным приемам и методам труда по программе, утвержденной руководителем предприятия;
 - обучение работе на персональном компьютере с использованием конкретного программного обеспечения.
- [23]

Женщины в период беременности и кормления грудью не допускаются к работам, связанным с использованием персонального компьютера [24].

6.4.2 Требования безопасности во время работы

Оператор во время работы обязан:

- выполнять только работу, порученную ему и по которой он прошел инструктаж;
- содержать в чистоте и порядке свое рабочее место в течение всего рабочего дня;
- держать открытыми все вентиляционные отверстия устройств;
- внешнее устройство "мышь" применять только при наличии специального коврика;
- корректно закрывать все активные задачи, даже для прекращения работы на некоторое время;
- отключать питание только в том случае, если оператор во время перерыва в работе на компьютере вынужден находиться в непосредственной близости от видеотерминала (менее 2 метров), в противном случае питание разрешается не отключать;

- соблюдать режимы работы и отдыха и выполнять санитарные нормы;
- соблюдать правила эксплуатации вычислительной техники в соответствии с инструкциями по эксплуатации;
- выбирать при работе с текстовой информацией наиболее физиологичный режим представления черных символов на белом фоне;
- соблюдать установленные регламентированные перерывы в работе и выполнять и физкультминутках рекомендованные упражнения для рук, ног, глаз, шеи, туловища;
- соблюдать расстояние от экрана до глаза от 60 до 80 см. [23]

6.4.3 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

К психофизиологическим вредным факторам относятся статические физические перегрузки, умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки. Необходимо минимизировать их влияние на здоровье и производительность труда работника.

Организация работы с ПЭВМ должна осуществляться в зависимости от вида и категории трудовой деятельности. Для предупреждения преждевременной утомляемости пользователей ПЭВМ рекомендуется организовывать рабочую смену путем чередования работ с использованием ПЭВМ и без него. Во время регламентированных перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, устранения влияния гиподинамии и гипокинезии, предотвращения утомления целесообразно выполнять комплексы упражнений [16].

Кроме того, для минимизации влияния вредных психофизиологических факторов необходимо организовать рабочие места согласно нормам и требованиям.

Организация рабочих мест пользователей ПК должна осуществляться в соответствии со следующими требованиями:

- расстояние между рабочими столами с видеомониторами должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов – не менее 1,2 м;
- экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии от 600 до 700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.
- конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение используемого оборудования с учетом характера выполняемой работы;
- поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения от 0,5 до 0,7;
- конструкция рабочего стула должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПК, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины; тип рабочего стула выбирается с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПК [16].

Заключение

В результате работы было создано приложение на языке C++, способное находить цвет автомобиля на фотографии и сравнивать его с заданным цветом.

Разработанная программа частично реализует необходимый функционал. Этот функционал может быть впоследствии использован для разработки первоначально заданного приложения, а возможно и дальнейших коммерческих разработок.

Потенциал созданного программного обеспечения высок. Разработанная программа является основой для системы поиска автомобилей по цвету, которая, в свою очередь, может стать частью системы глобального поиска автомобилей на службе полиции. Разработка будет применима в той её части, где будет нужен поиск автомобилей, когда известен только их цвет.

Однако это не единственное возможное применения разработанной программы. В том или ином виде она может применяться в сфере анализа автомобильного трафика, а также в тех системах, где необходимо искать разного рода объекты на изображениях по их цвету или просто определять их цвет.

Список использованных источников

1. Япония потратит более \$25 млрд на беспилотные автомобили [Электронный ресурс] / Федеральное агентство новостей. URL: <https://riafan.ru/789196-yaponiya-potratit-bolee-25-mlrd-na-bespilotnye-avtomobili>, свободный. Загл. с экрана. – Дата обращения: 28.05.2017 г.

2. Экономия будущего: беспилотные автомобили способны обрушить цены на страховку автомобили [Электронный ресурс] / Drom.ru - автомобильный портал. URL: <http://news.drom.ru/52602.html>, свободный. Загл. с экрана. – Дата обращения: 28.05.2017 г.
3. РУСАНОВ А.Д., НЕКРАСОВ Д.К. Обзор принципов работы и алгоритмов распознавания объектов окружающей среды в беспилотных автомобилях / Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2016. №19. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/obzor-printsipov-raboty-i-algoritmov-raspoznavaniya-obektov-okruzhayushey-sredy-v-bespilotnyh-avtomobilyah>, свободный. Загл. из текста. – Дата обращения: 28.05.2017.
4. Alex Kendall, Roberto Cipolla. Bayesian SegNet: Model Uncertainty in Deep Convolutional Encoder-Decoder Architectures for Scene Understanding / Vijay Badrinarayanan University of Cambridge URL: <https://arxiv.org/pdf/1511.02680.pdf>, свободный. Загл. из текста. – Дата обращения: 28.05.2017.
5. Motion-based Segmentation and Recognition Dataset [Электронный ресурс] / Machine Intelligence Laboratory URL: <http://mi.eng.cam.ac.uk/research/projects/VideoRec/CamVid/>, свободный. Загл. с экрана. – Дата обращения: 28.05.2017.
6. OpenCV [Электронный ресурс] / Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/OpenCV>, свободный. Загл. с экрана. – Дата обращения: 28.05.2017
7. OpenCV шаг за шагом. Введение [Электронный ресурс] / RoboCraft. URL: <http://robocraft.ru/blog/computervision/264.html>, свободный. Загл. с экрана. – Дата обращения: 28.05.2017

8. K-means [Электронный ресурс] / Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/K-means>, свободный. Загл. с экрана. – Дата обращения: 28.05.2017
9. Метод k-средних [Электронный ресурс] / BaseGroup Labs. URL: <https://basegroup.ru/community/glossary/k-means>, свободный. Загл. с экрана. – Дата обращения: 28.05.2017
10. Gaurav Sharma, Wencheng Wu, Edul N. Dalal: The CIEDE2000 Color-Difference Formula: Implementation Notes, Supplementary Test Data, and Mathematical Observations / ECE Department and Department of Biostatistics and Computational Biology, University of Rochester. URL: <http://www.ece.rochester.edu/~gsharma/ciede2000/ciede2000noteCRNA.pdf>, свободный. Загл. с экрана. – Дата обращения: 28.05.2017
11. Формула цветового различия [Электронный ресурс] / Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Формула_цветового_отличия, свободный. Загл. с экрана. – Дата обращения: 28.05.2017
12. Цветовая модель [Электронный ресурс] / Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Цветовая_модель, свободный. Загл. с экрана. – Дата обращения: 28.05.2017
13. Ubuntu 16.04 or 15.10 Installation Guide [Электронный ресурс] / GitHub URL: <https://github.com/BVLC/caffe/wiki/Ubuntu-16.04-or-15.10-Installation-Guide>, свободный. Загл. с экрана. – Дата обращения: 28.05.2017
14. OpenCV - определение доминирующих цветов на изображении [Электронный ресурс] / RoboCraft. URL: <http://robocraft.ru/blog/computervision/1063.html>, свободный. Загл. с экрана. – Дата обращения: 28.05.2017
15. C++ implementation of the CIE Delta E 2000 Color-Difference algorithm (CIEDE2000) [Электронный ресурс] / GitHub. URL:

<http://github.com/gfiumara/CIEDE2000>, свободный. Загл. с экрана.

– Дата обращения: 28.05.2017

16. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы: с изменениями от 3 сентября 2010 г. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2003.
17. ГОСТ 12.0.003-74. Классификация производственных факторов. – М.: Госстандарт РФ, 1999.
18. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997.
19. СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. – М.: ЦОТПБСППО, 2016.
20. Назаренко О.Б. Расчёт искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей. – Томск: Изд. ТПУ, 2000. – 12 с.
21. Правила устройства электроустановок: издание седьмое. – 2002.
22. ГОСТ Р 55090-2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Рекомендации по утилизации отходов бумаги.
23. НПБ 105-2003 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – Взамен НПБ 105-95, НПБ 107-97 и ОНТП 24-86; введ. 2003-06-18. – 2003.
24. Инструкция по охране труда для работников на персональных электронно-вычислительных машинах (ПЭВМ). Киров: ГБОУ ВПО Кировская ГМА Минздрава России, 2012. – 6 с.
25. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (в ред. от 01.12.2007 N 309-ФЗ).

- 26.Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».
- 27.Беспилотные автомобили интересуют больше половины россиян [Электронный ресурс] / 3D news. URL: <https://3dnews.ru/947327>, свободный. Загл. с экрана. – Дата обращения: 28.05.2017
- 28.AutoNet [Электронный ресурс] / Национальная техническая инициатива. URL: <http://www.nti2035.ru/markets/autonet>, свободный. Загл. с экрана. – Дата обращения: 14.06.2017

Приложение А

Блок-схемы

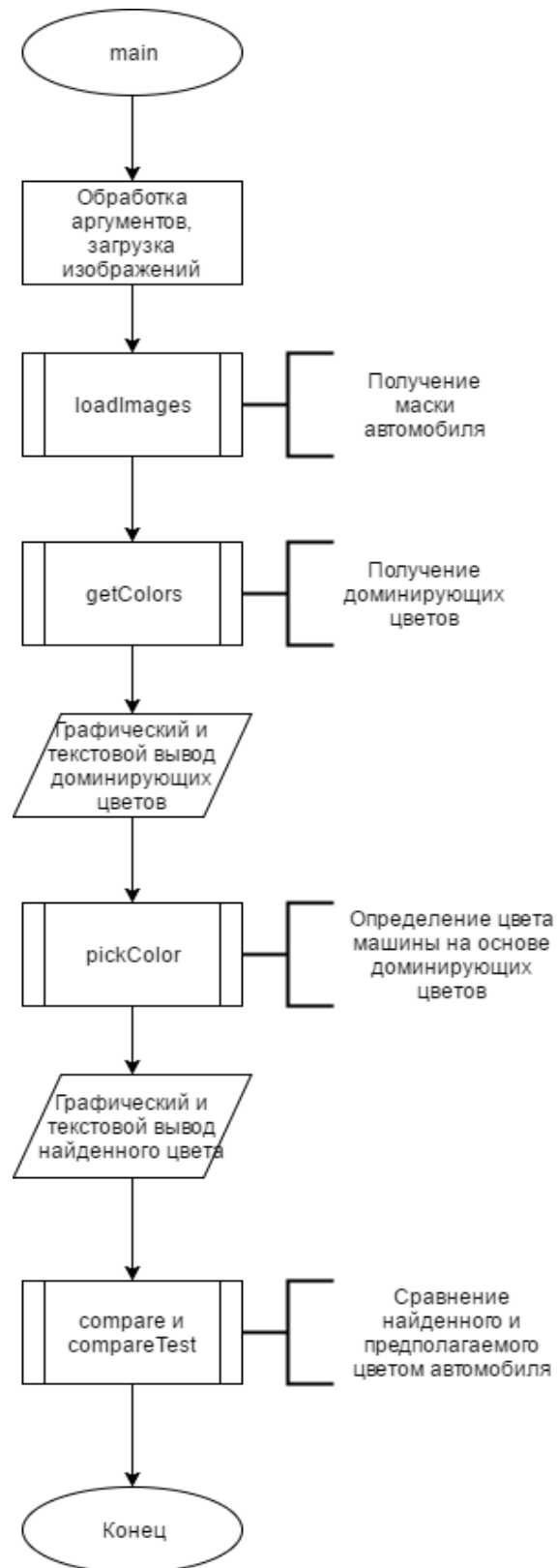


Рисунок А.1 – Блок-схема функции main

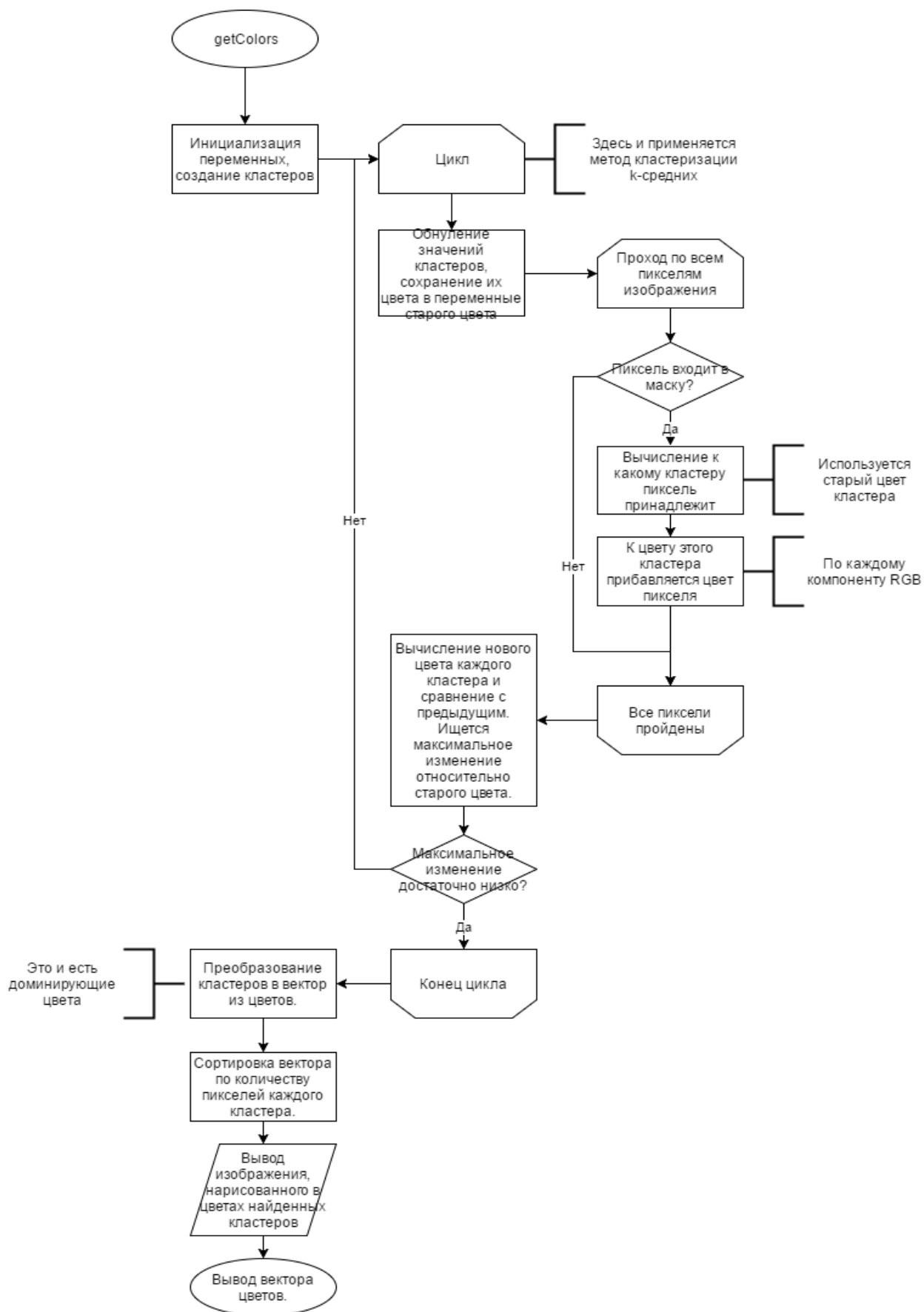


Рисунок А.2 - Блок-схема функции getColors

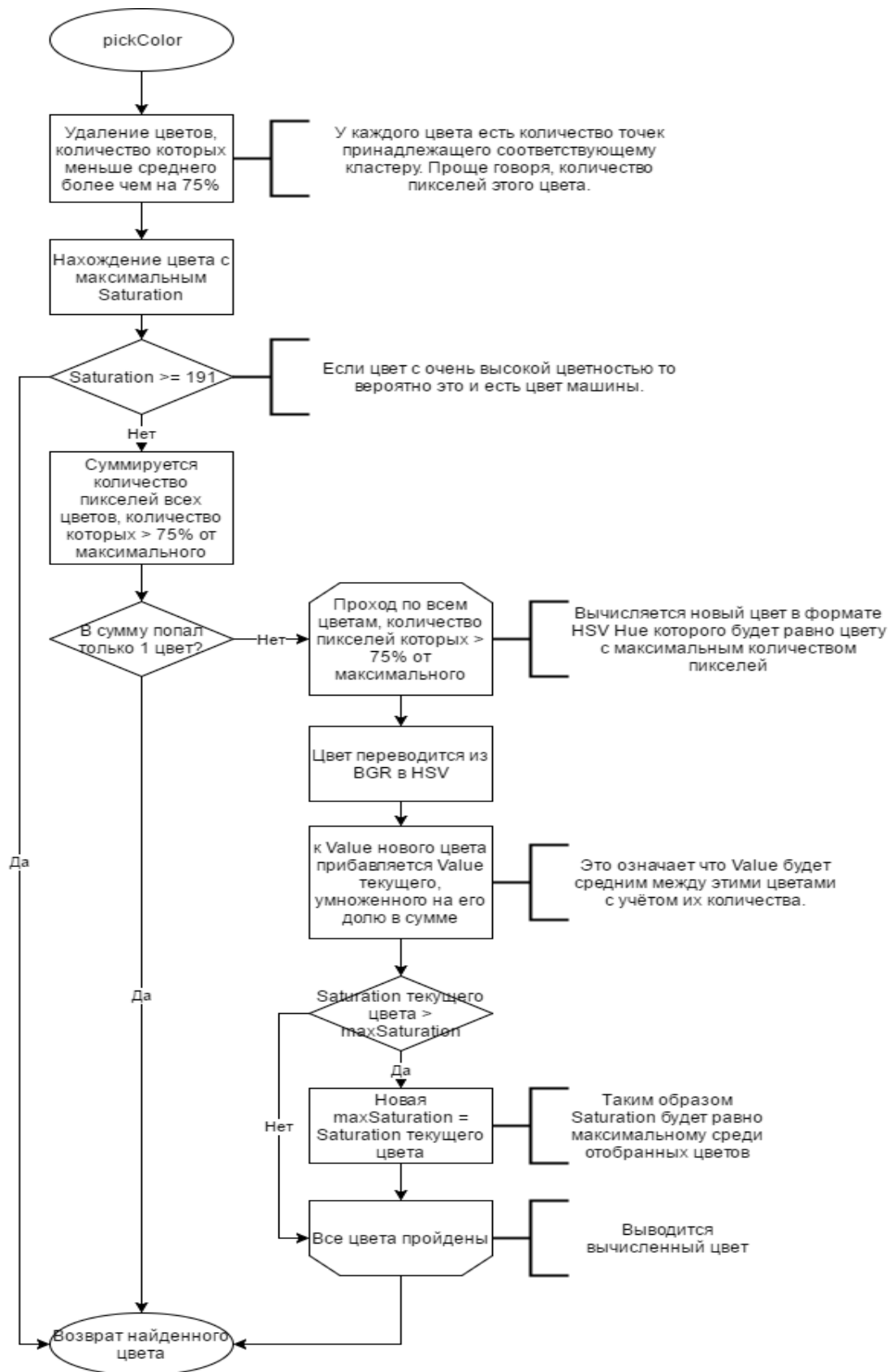


Рисунок А.3 - Блок-схема функции pickColor

Приложение Б

Исходный код

```
// k-means
float min_rgb_euclidean = 0, old_rgb_euclidean = 0;

while (1) {
    for (k = 1; k < cluster_count; k++) {
        clusters[k].count = 0;
        clusters[k].color = clusters[k].new_color;
        clusters[k].new_color = cvScalarAll(0);
    }

    for (y = 0; y < src->height; y++) {
        for (x = 0; x < src->width; x++) {
            // получаем RGB-компоненты пикселя
            uchar B = CV_PIXEL(uchar, src, x, y)[0]; // B
            uchar G = CV_PIXEL(uchar, src, x, y)[1]; // G
            uchar R = CV_PIXEL(uchar, src, x, y)[2]; // R

            if (CV_PIXEL(uchar, msk, x, y)[0] == 0 && CV_PIXEL(uchar, msk, x,
y)[1] == 0 && CV_PIXEL(uchar, msk, x, y)[2] == 0) {
                continue;
            }

            min_rgb_euclidean = 255 * 255 * 255;
            int cluster_index = -1;
            for (k = 1; k < cluster_count; k++) {
                float euclid = rgb_euclidean(cvScalar(B, G, R, 0),
clusters[k].color);
                if (euclid < min_rgb_euclidean) {
                    min_rgb_euclidean = euclid;
                    cluster_index = k;
                }
            }
            // устанавливаем индекс кластера
            CV_PIXEL(uchar, cluster_indexes, x, y)[0] = cluster_index;

            clusters[cluster_index].count++;
            clusters[cluster_index].new_color.val[0] += B;
            clusters[cluster_index].new_color.val[1] += G;
            clusters[cluster_index].new_color.val[2] += R;
        }
    }

    min_rgb_euclidean = 0;
    for (k = 1; k < cluster_count; k++) {
        // new color
        clusters[k].new_color.val[0] /= clusters[k].count;
        clusters[k].new_color.val[1] /= clusters[k].count;
        clusters[k].new_color.val[2] /= clusters[k].count;
        float ecli = rgb_euclidean(clusters[k].new_color, clusters[k].color);
        if (ecli > min_rgb_euclidean)
            min_rgb_euclidean = ecli;
    }

    if (fabs(min_rgb_euclidean - old_rgb_euclidean) < 1)
        break;
    old_rgb_euclidean = min_rgb_euclidean;
}
}
```

Рисунок Б.1 - Код алгоритма k-means из функции getColors

```

CvScalar pickColor(std::vector< std::pair< CvScalar, uint > > colors) {
    // удаление цветов с сильно малым относительным количеством
    // подразумевается, что массив изначально отсортирован по убыванию
    int sum = 0;
    for (int i = 0; i < colors.size(); i++) {
        sum += (int)colors[i].second;
    }
    int avg = sum / colors.size();
    for (int i = 0; i < colors.size(); i++) {
        if ((int)colors[i].second < (avg / 4)) {
            colors.erase(colors.begin() + i); i--;
        }
    }
    // получение HSV для удобства поиска
    Mat colorsBGR(colors.size(), 1, CV_8UC3, Scalar(0)); Mat colorsHSV;
    for (int i = 0; i < colors.size(); i++) {
        Vec3b &intensity = colorsBGR.at<Vec3b>(i, 0);
        intensity[0] = colors[i].first.val[0];
        intensity[1] = colors[i].first.val[1];
        intensity[2] = colors[i].first.val[2];
    }
    cvtColor(colorsBGR, colorsHSV, CV_BGR2HSV);
    // возврат сильно цветного (saturation) цвета, если есть
    int maxSaturation = 0; int threshold = 191; int colorNumber = 0;
    for (int i = 0; i < colors.size(); i++) {
        Vec3b &intensity = colorsHSV.at<Vec3b>(i, 0);
        if ((int)intensity[1] > maxSaturation) {
            maxSaturation = (int)intensity[1]; colorNumber = i;
        }
    }
    if (maxSaturation >= threshold) {
        return colors[colorNumber].first;
    }
    // создание нового цвета и из самых частых цветов
    CvScalar newColor(0, 0, 0, 0);
    int max = colors[0].second; sum = 0; int sumValue = 0; maxSaturation = 0;
    for (int i = 0; i < colors.size(); i++) {
        if (colors[i].second > (max * 0.75)) {
            sum += colors[i].second;
        }
    }
    // если нет ничто кроме нулевого
    if (sum == colors[0].second) { return colors[0].first; }
    for (int i = 0; i < colors.size(); i++) {
        if (colors[i].second > (max * 0.75)) {
            CvScalar col = bgr2hsv(colors[i].first);
            sumValue += col.val[2] * ((double)colors[i].second / sum);
            if (col.val[1] > maxSaturation) {
                maxSaturation = col.val[1];
            }
        }
    }
    newColor.val[0] = bgr2hsv(colors[0].first).val[0];
    newColor.val[1] = maxSaturation;
    newColor.val[2] = sumValue;
    CvScalar res = hsv2bgr(newColor);
    return res;
}

```

Рисунок А.2 Код функции pickColor