

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

Школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
 Отделение школы (НОЦ) информационных технологий

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка программного обеспечения для оценки сонливости водителя
УДК 004.415:616.8-009.836.12:656.045.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ74	Аюбов Аюбджон Аюбдуллоджонович		13.06.2019

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Ботыгин И.А.	к.т.н.		13.06.2019

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШБИП	Меньшикова Екатерина Валентиновна	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Алексеев Николай Архипович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Ботыгин Игорь Александрович	к.т.н.		13.06.2019

Томск – 2019г.

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Общепрофессиональные компетенции	
P1	Воспринимать и самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.
P2	Владеть и применять методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе в глобальных компьютерных сетях.
P3	Демонстрировать культуру мышления, способность выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных, анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.
P4	Анализировать и оценивать уровни своих компетенций в сочетании со способностью и готовностью к саморегулированию дальнейшего образования и профессиональной мобильности. Владеть, по крайней мере, одним из иностранных языков на уровне социального и профессионального общения, применять специальную лексику и профессиональную терминологию языка.
P5	Выполнять инновационные инженерные проекты по разработке аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения с использованием современных методов проектирования, систем автоматизированного проектирования, передового опыта разработки конкурентно способных изделий.
P6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области проектирования аппаратных и программных средств автоматизированных систем с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта. Критически оценивать полученные данные и делать выводы.
P7	Осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и эксплуатации аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения.
P8	Использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских, проектных работ и профессиональной эксплуа-

	тации современного оборудования и приборов, в управлении коллективом.
P9	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, активно владеть иностранным языком, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.
P10	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень. Проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в
Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, способность к педагогической деятельности.

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

Школа Информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
 Отделение школы (НОЦ) Информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ И.А. Ботыгин
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ74	Аюбов Аюбджон Абдуллоджонович

Тема работы:

Разработка программного обеспечение для оценки сонливости водителя	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 3044/с от 15.02.2019

Срок сдачи студентом выполненной работы:	13.06.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Разработка программное обеспечение для оценки сонливости водителя.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Аналитический обзор существующих решений в области безопасности на дорогах. 2. Проектирование структуры и содержания основных классов разрабатываемого программного обеспечения, разработка основных компонентов программного обеспечения, расчет ресурсоэффективности и ресурсосбережения, анализ вредных производственных факторов. 2. Реализация задачи «Оценка сонливости водителя»
Перечень графического материала	Блок-схема алгоритма, структура основных классов библиотеки, результатов данного алгоритма.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант

«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Меньшикова Екатерина Валентиновна
«Социальная ответственность»	Алексеев Николай Архипович
"Иностранный язык"	Диденко Анастасия Владимировна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Оптимизация детектора лиц, исследование и оценка вычислительной эффективности классификаторов на основе каскадов Хаара, метод обнаружения лиц на основе моделирования цвета кожи.	
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	28.01.2019

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Ботыгин Игорь Александрович	к.т.н.		28.01.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ74	Аюбов Аюбджон Абдуллоджонович		28.01.2019

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

Школа Информационных технологий и робототехники

Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

Отделение школы (НОЦ) Информационных технологий

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	27.05.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
28.01.2019	Изучить выявленные области, имеющие отношение к проекту, и подготовить обзор литературы.	10
02.02.2019	Разработать архитектуру системы в соответствии с собранной информацией из процесса исследования.	20
25.02.2019	Тестирование и оценка внедренного продукта.	20
02.03.2019	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	15
11.03.2019	Раздел «Социальная ответственность»	15
15.04.2019	Раздел «Английский язык»	10
10.05.2019	Оформление ВКР и представление работы научному руководителю	10
10.06.2019		

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Ботыгин Игорь Александрович	к.т.н.		05.10.2018

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОИТ

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Ботыгин Игорь Александрович	к.т.н.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСО-
СБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ74	Аюбов Аюбджон Абдуллоджонович

Школа	ИШИТР	Отделение школы	ОИТ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости по г. Томску. Оклады в соответствии с окладами сотрудников НИ ТПУ.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НИИ</i>	1. Предпроектный анализ: Потенциальные потребители результатов исследования Анализ конкурентных технических решений Оценка готовности проекта к коммерциализации Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	2. Инициация проекта: Цели и результат проекта Организационная структура проекта Ограничения и допущения проекта
3. <i>Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	3. Планирование управления научно-техническим проектом: Иерархическая структура работ проекта, Контрольные события проекта, План проекта. Календарный план график Бюджет научного исследованиями
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	4. Расчет интегрального показателя эффективности научного исследования.

Перечень графического материала

1. Карта сегментирования рынка 2. Иерархическая структура работ 3. Диаграмма Ганта	
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	02.03.2019
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Меньшикова Екатерина Валентиновна	к.ф.н.		02.03.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ74	Аюбов Аюбджон Абдуллоджонович		02.03.2019

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО		
8BM74	Аюбов Аюбджон Абдуллоджонович		
Школа	ИШИТР	Отделение	ОИТ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
Тема работы:		Разработка программного обеспечения для оценки сонливости водителя.	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:			
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения		Рабочее место оператора ПЭВМ. Проект является разработка удобного, эффективного, точно и недорогого приложения, использующего алгоритмы обработки изображений и видео для обнаружения сонливости водителя, уменьшения дорожно-транспортных происшествий и повышения безопасности водителя.	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:			
1. Производственная безопасность	Вредные факторы: - Физические (микроклимат; повышенный уровень шума; недостаточная освещённость; воздействие ЭМП). - Психофизиологические (монотонность труда). Опасные факторы: - Поражение электрическим током; статическое электричество.		
2. Экологическая безопасность:	Бытовые отходы. Отходы в случае поломки ПЭВМ. Люминесцентные лампы		
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Техногенные ЧС. Пожар.		
4. Расчет освещенности	Выбор системы освещения; Выбор источников света; Выбор светильников и их размещение; Выбор нормируемой освещённости; Расчёт освещения методом светового потока.		
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Право на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и санитарным нормам. (Трудовой кодекс РФ) Использование оборудования и мебели в соответствии с антропометрическими факторами. (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03)		
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику			01.03.2019

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Алексеев Николай Архипович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8BM74	Аюбов Аюбджон Абдуллоджонович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 114 стр., 25 рис., 23 таблиц, 31 источника, 1 приложение.

Ключевые слова: разработка программного обеспечения для оценки сонливости водителя.

Объектом исследования является задача создание программного обеспечения для оценки сонливости водителя.

Цель работы – является разработка удобного, эффективного, точного и недорогого приложения, использующего алгоритмы обработки изображений и видео для обнаружения сонливости водителя, уменьшения дорожно-транспортных происшествий и повышения безопасности водителя.

В ходе работы были исследованы имеющие отношение к данной работе, также было разработано архитектура системы в соответствии с собранной информацией исследования.

Области применения: могут быть использованы в организациях, осуществляющие услуги междугородних пассажирских перевозок, таксопарки, а в перспективе, на крупных предприятиях, осуществляющие перевозку не только людей, но и транспортировку различных грузов.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

OpenCV – библиотека компьютерного зрения с открытым исходным кодом;

ВКР – выпускная квалификационная работа;

ReLU – функция активации под названием «выпрямитель»;

НР – научный руководитель;

И – исполнитель;

НТИ – научно-техническое исследование;

НДС – налог на добавленную стоимость;

ПО программное обеспечение; ПК персональный компьютер;

ПЭВМ – персональная электронно – вычислительная машина;

ЧС чрезвычайная ситуация;

СанПиН – санитарные нормы и правила;

РФ – Российская Федерация;

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	14
1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ В СИСТЕМЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА	17
1.1. Анализ. Факторов, влияющих на безопасность на транспорте	17
1.2. Социальная политика информирования населения.....	19
1.3. Аналитический обзор существующих решений в области безопасности на дорогах.....	20
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ.....	38
2.1 Методология разработки программного обеспечения	38
2.2 Классический метод определения лица Виолы-Джонса	39
2.3 Этап предварительной обработки	40
2.4 Обобщенная архитектура предлагаемой системы.....	45
3. ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕТЕКТОРА ЛИЦ	46
3.1. Исследование и оценка вычислительной эффективности классификаторов на основе каска Хаара	46
3.3 Метод обнаружения лиц на основе моделирования цвета кожи	49
4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ СОНЛИВОСТИ ВОДИТЕЛЯ.	55
4.1.1 Этап предварительной обработки	55
4.1.2 Стадия определения положения	55
4.1.3 Этап оценки обнаружения	55
4.2 Каркас пользовательского интерфейса прототипа	56
4.3 Графический интерфейс пользователя.....	57
4.4 Диаграмма вариантов использования	58
4.5 Диаграмма деятельности	59
4.6 Диаграмма классов.....	62
5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	64
5.1. Предпроектный анализ.....	64
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	64
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	65
5.1.3 SWOT-анализ.....	66
5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации	68
5.2 Инициализация проекта	70

5.2.1 Цели и результаты проект.....	70
5.2.2 Организационная структура проекта	71
5.2.3 Ограничения и допущения проекта.....	71
5.3 Планирование управления научно-техническим проектом	71
5.3.1 План проекта.....	71
5.4 Бюджет научного исследования	74
5.4.1 Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты	74
5.4.2 Основная заработная плата	74
5.4.3 Отчисления на социальные нужды.....	77
5.4.4 Оплата работ, выполняемая сторонними организациями и предприятиями	77
5.4.5 Затраты на электроэнергию	78
5.4.6 Итоговый бюджет.....	78
5.4.7 Реестр рисков проекта.....	80
6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	82
6.1 Производственная безопасность на стадии разработки программного обеспечения	82
6.1.1 Вредные производственные факторы	84
6.1.1.1. Недостаточная освещённость	84
6.1.1.2. Монотонный режим работы.....	85
6.1.1.3 Повышенный уровень шума	86
6.1.2 Опасные производственные факторы	87
6.1.2.1 Опасность возникновения пожара.....	87
6.1.2.2 Опасность поражения электрическим током	88
6.2 Экологическая безопасность	90
6.2.1 Влияние объекта исследования на окружающую среду	90
6.2.2 Мероприятия по защите окружающей среды	90
6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	91
6.3.1 Основные чрезвычайные ситуации в офисном помещении.....	91
6.3.2 Типичные чрезвычайные ситуации	92
6.3.2.1 Пожар (возгорание)	92
6.3.3 Действия в результате возникновения чрезвычайной ситуации и мер по ликвидации последствий	92
6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	94
6.4.1 Описание правовых норм для работ, связанные с работой на ПЭВМ	94

6.4.2 Влияние реализации системы на конечных пользователей	97
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	101
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	102
ПРИЛОЖЕНИЕ А	106

ВВЕДЕНИЕ

Вождение автомобиля - сложная, многогранная и потенциально рискованная деятельность, требующая полной мобилизации физиологических и когнитивных ресурсов для поддержания работоспособности во времени. Любая потеря этих ресурсов может иметь драматические последствия, включая несчастные случаи. Более того, обещание автономных транспортных средств делает еще более важным определение рабочего состояния водителя. Недавно было проведено большое количество исследований, как с фундаментальной точки зрения, так и с точки зрения потенциальных применений. Задача амбициозная: не только выявлять, но и прогнозировать ухудшение рабочего состояния водителя. Они применяются для перевозки людей, предметов и многого другого из одного места в другое.

Для перевозки, безопасность должна быть приоритетом номер один. При перевозке людей или любого другого предмета мы должны думать о защищенности пассажиров транспортного средства, общественных и частных и общественных объектов. С начала 2018 года на дорогах России в результате дорожно-транспортных происшествий (ДТП) погибли около 15 тыс. человек. Эту информацию распространила ГИБДД в воскресенье, 18 ноября[1]. Они также утверждают, что число зарегистрированных травм на транспорте увеличилось с 11 000 до 13 000 за период. 5 лет до 2018 года. Приведенные выше статистические данные подтверждают, что в автомобильной и транспортной промышленности должно быть много улучшений для обеспечения безопасности и благополучия людей, а также безопасности частной и государственной собственности.

Существуют всевозможные факторы, которые содействуют дорожно-транспортным травмам и смертельным случаям. Кое-какие из них теряют контроль над транспортным средством, превышением скорости, алкоголем, сонливостью водителя, погодными условиями, условиями транспортного средства и т. д. (Министерство транспорта Российской Федерации, 2018 год). Большую часть времени водители не заботятся о своем состоянии до вожде-

ния автомобиля. Несмотря на то, что водитель устал, сонлив или употребил алкоголь, пытается управлять транспортным средством без какого-либо беспокойства. В итоге это приводит к дорожно-транспортным происшествиям, травмам, гибели людей и материальному ущербу. Существует систем, которые могли бы предсказать условия водителя до тривиального инцидента, который мог бы оказать огромную помощь водителю.

Сонное вождение - серьезная проблема безопасности на шоссе. Если водителей можно предупредить до того, как они станут слишком сонливыми для безопасного вождения, можно предотвратить некоторые аварии, связанные с сонливостью. Представление своевременных предупреждений, однако, зависит от надежного обнаружения. На сегодняшний день эффективность методов выявления сонливости ограничена их неспособностью учитывать индивидуальные различия.

Являясь важной отраслью интеллектуальных сетевых технологий транспортных средств, интеллектуальная технология обнаружения сонливого вождения была введена в документ для распознавания усталостного состояния водителя транспортного средства и предотвращения дорожно-транспортного происшествия.

Таким образом, этот проект в основном сфокусирован на сонливости водителя и на том, как его можно определить с помощью компьютерного зрения и черта лица, чтобы обеспечить водителю необходимые предупреждения, когда это необходимо, в качестве предупреждения, чтобы водитель мог решить, продолжать движение или нет, и принять активный подход к таким случаям, а не реактивный подход.

Целью данной работы является разработка удобного, эффективного, точно и недорогого приложения, использующего алгоритмы обработки изображений и видео для обнаружения сонливости водителя, уменьшения дорожно-транспортных происшествий и повышения безопасности водителя.

Для достижения поставленной цели выделены и реализованы следующие задачи:

1. Изучить выявленные области, имеющие отношение к проекту, и подготовить обзор литературы. Обзор литературы по проекту состоит из существующих систем безопасности водителя и их функциональных возможностей, а также сравнительной таблицы существующих систем.

2. Разработать архитектуру системы в соответствии с собранной информацией исследования.

3. Внедрить доработанный дизайн предложенной системы.

4. Протестировать, и оцените внедренную систему.

5. Представить результаты вовремя.

Объектом исследования данной работы является система контроля сонливости водителя.

Результаты данной работы могут быть использованы в организациях, осуществляющие услуги междугородних пассажирских перевозок, таксопарки, а в перспективе, на крупных предприятиях, осуществляющие перевозку не только людей, но и транспортировку различных грузов.

1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ В СИСТЕМЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

1.1. Анализ. Факторов, влияющих на безопасность на транспорте

Международная статистика показывает, что четверть всех дорожно-транспортное происшествие в разных странах произошли из-за сонливости водителей. Сонный водитель, как и пьяный, на дороге чрезвычайно опасен. С каждым годом число автокатастроф, вызванных засыпанием за рулем, растет во всем мире. Проведенный в России опрос выяснил, что 1 из 12 водителей автомобилей в течение года хотя бы раз засыпал, ведя машину.

Многие факторы могут привести к сонливости, такие как сон гигиена , время суток , возраст, физические , и употребление алкоголя. Например, водители, у которых произошел сбой, связанный с сонливостью, чаще имели плохое качество сна, имели несколько рабочих мест и ездили в течение более длительного времени. Ночное вождение может быть в 3-6 раз более опасным, чем вождение в дневное время. Помимо плохой видимости во время вождения в ночное время, в течение 2–7 часов утра наблюдается тенденция к увеличению сна и снижению когнитивных функций независимо от графика сна.

Чрезмерная уверенность в уровне бдительности может также усилить риск сонного вождения. Водители часто недооценивают, насколько они сонливы. Большинство взрослых пытаются компенсировать недостаток сна, используя различные методы, например, пить кофе , но переоценивают эффективность этих методов.

Симптомы сонливости водителя за рулем:

- с трудом фокусирует зрение;
- часто моргает;
- чувствует, что веки отяжелели;
- трудно держать голову прямо;
- часто зевает;
- проезжает мимо дорожных знаков, не обращая на них внимание;

- часто съезжает со своей полосы;
- трудно удерживать дистанцию;
- задеваете шумовую полосу на обочине.

В данный момент для отмечание множества факторов, приводящий к нарушение профессиональной деятельности, используют слова «утомление» или «сонливость». Утомление – гипотетическая концепция, связывающая ряд факторов, которые служат причиной развития усталости, вызывающей нарушение безопасности водителей. Надеяться, что развитие утомления соединено с тремя основными показателями:

- 1) малое количество сна, определяемый длительностью предшествующего бодрствования и сна;
- 2) время суток (циркадианный ритм);
- 3) характер работы (длительность, интенсивность, сложность).

Главной причиной нарушения любой профессиональной деятельности является дремота, которая, в свою очередь, приводит к нарушению выполняемой деятельности. К сонливости происходит медленно, постепенно ослабляя способность водителя полноценно управлять транспортным средством. Сонливость уменьшает бдительность и внимание на трассе, что приведет, может к аварийной ситуации. Однако причины появления утомления и сонливости могут быть разными, их исход довольно сходны – понижение умственной и физической работоспособности.

Из важнейших аспектов человеческой жизнедеятельности является 24- часовая структурированность сна и бодрствования – циркадианная ритмика. Риск засыпания и последующая продолжительность сна значительно изменяются в течение суток, что в существенной степени обусловлено мозговыми эндогенными часами. Итоговый анализ многих публикаций показал, что пик вероятность аварий наблюдался существенно раньше, чем наибольший уровень сонливости, а именно между 2:00 и 3:00 часами ночи. Следует также отметить время с момента начала бодрствования, время с момента начала поездки, перерывы на отдых и т.д. [2].

При анализе влияния длительности времени работы на развитие утомления важным является вопрос связи его со временем дня. В результате анализа больших объемов данных (80 водителей, 200 тыс. миль в пути) с тестированием многих показателей деятельности и уровня бодрствования, было установлено, что показатели утомляемости более связаны со временем дня, а не с длительностью работы (нахождения за рулем).

Наиболее массовым видом человеческой деятельности, чувствительным к дефициту сна, является вождение автомобиля. Известно, что 10–20% серьезных дорожных происшествий связано с засыпанием водителей за рулем. Именно поэтому и контрмеры для обеспечения безопасности водителей разработаны наиболее тщательно. К рассмотрению приведен комплекс рекомендуемых мер для обеспечения транспортной безопасности, приведенный в обзоре Европейской комиссии по транспорту и энергии 2009 г., посвященном утомлению и контрмерам для предотвращения дорожных происшествий [3]. Контрмеры должны представлять собой комплексное решение, направленное на водителя, транспортные компании, дороги и автомобили. А именно:

- водителей следует обучать и объяснять опасность и последствия утомления и повышенного уровня сонливости (желания спать);
- компании должны проводить постоянное информирование водителей об опасности вождения в дремотном состоянии и создавать условия для работы с правильным режимом труда и отдыха;
- дороги необходимо оборудовать виброшумовыми бордюрами на обочине и разделительной полосе, которые снижают аварийность за счет активации водителя в сонном состоянии и в ночное время;
- автомобили следует оборудовать системами, способными обнаруживать изменения физиологического уровня бодрствования и параметров вождения, характерных для утомленного водителя.

1. 2. Социальная политика информирования населения

Необходимым этапом для предотвращения серьезных дорожных происшествий, связанных с засыпанием водителей за рулем, является широко-

масштабное информирование общественности об опасности вождения при сниженном уровне бодрствования и повышенной сонливости. Для проведения такой информационной кампании рекомендуются следующие темы:

1. Избегать алкоголя и лекарств, которые вызывают сонливость как побочный эффект;
2. Потреблять кофеин. Эквивалент двух чашек кофе может увеличить бдительность на несколько часов;
3. Оценка риска вождения в утомленном состоянии как личная ответственность водителя по отношению к окружающим;
4. Информирование общественности о необходимости минимума сна и признаках наступающего утомления;
5. Избегайте вождения в то время, когда вы обычно спите.

В странах Западной Европы часто можно видеть слоган «Don't drive tired», который можно перевести «Не рули усталым». Надо сформулировать такое же выражение на русском языке, которое можно будет размещать в виде плакатов в общественных местах. Однако, как показывает опыт, для выработки у частных водителей понимания опасности вождения в дремотном состоянии такого рода компаний недостаточно. Для профессиональных водителей также существует путь законодательного определения необходимого режима длительности работы, сна и отдыха, что уже сделано во многих странах [5].

1.3. Аналитический обзор существующих решений в области безопасности на дорогах

Существует два способа реализовать подобную функцию. В первом случае специальный датчик регистрирует только параметры движения автомобиля, а именно частоту и амплитуду подруливающих движений, нажатия на педали газа и тормоза. Приверженцами данного варианта являются европейские производители: Mercedes, Volkswagen, Skoda, Volvo. Японские фирмы стремятся реализовать контроль усталости водителя несколько иначе.

Они убеждены, что в первую очередь необходимо анализировать психоэмоциональное состояние. Поэтому основным звеном такой системы является видеокамера, задача которой следить за мимикой и жестами того, кто сидит за рулем. Работает она следующим образом. В первую очередь система распознавания сонливости водителя реагирует на закрытые глаза. Если водитель закрывает глаза, система немедленно подает предупреждающий сигнал. Перед инженерами стоит задача «научить» ее отличать, когда водитель просто моргает, а когда засыпает. Помимо этого анализируется частота морганий, движения глаз, мимика, жесты, частота и глубина дыхания (по движениям грудной клетки). В целом, независимо от способа реализации, контроль усталости водителя работает следующим образом.

Первое время блок управления собирает и анализирует всю информацию, поступающую от датчиков и видеокамер. В результате система определяет стиль езды водителя и внешние условия (время суток, состояние дороги, ветер). Эти данные становятся эталонными, в дальнейшем поступающая информация сравнивается с имеющейся, для своевременного распознавания усталости водителя. Разным автомобилям на первоначальный сбор данных требуется разное время, например, Mercedes SLK делает это за полчаса, Volkswagen Passat и Skoda Octavia ограничиваются 15 минутами. Такой подход в значительной мере расширяет возможности системы распознавания, поскольку контроль сонливости водителя осуществляется путем сопоставления не с каким-то шаблоном, а с показателями конкретного человека, сидящего за рулем, зафиксированными в качестве исходных данных на начальном этапе движения.

Однако существующие решения имеют ряд недостатков. В силу допущений, присущих, как и любым модельным системам, алгоритму распознавания усталости, устройство может срабатывать в ложных ситуациях, что вызывает дополнительное раздражение и напряжение водителя. Сложность реализации данной системы заключается в разработке алгоритма, способного точно

распознать состояние усталости водителя, отсеяв случайные состояния со схожими параметрами.

Определение факта сонливости невозможно по одному параметру (например, манера езды). Здесь необходимо учитывать все детали, касающиеся и автомобиля, и водителя. Лучшим решением данной проблемы является комбинирование некоторых существующих решений ведущих автопроизводителей и добавление новых. Во-первых, необходимо серьёзно отнестись к состоянию водителя. Для этого необходимо наличие видеокамеры или веб-камеры, которая будет следить за мимикой лица (степень открытия глаз, направление взгляда, частота моргания, частота зевания) и движением головы водителя (поворот и наклон головы). Во-вторых, большую роль играет определение психоэмоционального состояния водителя, которое, в случае нестабильности, часто отвлекает и утомляет его.

Для этого можно использовать датчик измерения пульса, который может быть встроен в руль. Ограничиваясь только этими параметрами, система не сможет адекватно оценивать состояние водителя, что негативно скажется на результате. Поэтому необходимо также использование датчиков, отвечающих за движение автомобиля. Здесь должно учитываться положение автомобиля на полосе движения, условия вождения, характер вращения рулевого колеса, состояние дорожного полотна, характер движения автомобиля. Дополнительным параметром может быть анализ атмосферы внутри автомобиля (громкость музыки или громкость голоса водителя/пассажира). Данные с датчиков и видеокамеры собираются и анализируются в блоке управления. После чего, в случае необходимости, нужно предупредить водителя голосовым или простым сигналом (разная тональность и громкость сигнала в соответствии с уровнем опасности), при значительном уровне вероятности аварии должно использоваться снижение скорости/полная остановка автомобиля, включение аварийного сигнала и т.д.

Политика многих крупных автомобильных концернов по вопросу безопасности жизни и здоровья водителя и сохранности его автомобиля резко

изменилась. Если ранее решение данных вопросов ограничивалось рамками минимизации последствий от ДТП посредством ремней и подушек безопасности, то в настоящее время наивысший приоритет приобретает решение проблемы путем предотвращения аварийной ситуации на стадии ее зарождения. Ряд крупных автопроизводителей активно работают над созданием различных систем контроля состояния водителя, призванных, как минимум, оповестить о наступлении опасного состояния человека и, как максимум, вмешаться в управление транспортным средством и предупредить происшествие. Работа ведется по нескольким направлениям, среди которых контроль усталости, оценка физического напряжения, определение болезненного состояния водителя.

Поскольку безопасность дорожного движения является основным приоритетом, большинство производителей автомобилей высокого класса внедряют системы безопасности в своих транспортных средствах. К сожалению, эти машины дорогие, и большинство людей не могут их купить. Поэтому наши исследовательские вопросы направлены на совершенствование практики обеспечения безопасности автомобилей с использованием компьютерного зрения и недорогого оборудования, а также совершенствование практики обеспечения безопасности автомобилей путем мониторинга жестов на лице человека.

Предложенное решение будет реализовано с использованием методов обработки изображений, компьютерного зрения и распознавания лиц для повышения эффективности и точности системы. Камера будет основным аппаратным устройством для захвата изображений глаз, и это снизит стоимость других дорогих аппаратных устройств, таких как встроенные датчики и микросхемы.

Изучение существующих подобных систем является ключевым аспектом этого проекта. Это потому, что можно изучить эти существующие решения и выяснить, каковы плюсы и минусы различных систем. Это также поможет нам улучшить некоторые функциональные возможности системы при до-

бавлении в предлагаемый проект или может добавить совершенно новую функцию в систему, которой нет в других подобных системах. Проанализировав три аналогичные системы. Поскольку эти системы в основном представляют собой аппаратные системы, а не программные системы, точные функциональные возможности не могут быть проверены. Но соответствующая информация была взята из интернет - источников, связанных с этими продуктами, чтобы дать обзор литературы о существующих системах. Объяснение выводов приведено в следующем разделе. Также проведено сравнение выбранных систем, чтобы лучше проанализировать текущую ситуацию в автомобильной промышленности и системах обнаружения безопасности и сонливости водителя.

Stopsleep

Прибор для контроля активности пользователя и предотвращения засыпания StopSleep (рис.1.1).



Рисунок 1. 1. Тревога StopSleep

Stopsleep - инновационная разработка российских ученых, постоянно отслеживающая состояние водителя. Прибор не регистрирует момент засыпания, а предупреждает об ослаблении реакций человека и возможном засыпании за 2-3 минуты. Таким образом, водитель имеет возможность вовремя передохнуть, размяться или смениться. Будучи портативным устройством, оно предназначено для ношения на двух пальцах, как кольцо. Устройство оповещает с помощью вибрации, света и звука. Все элементы устройства сделаны из косметики, которая вряд ли вызовет аллергию, в том числе и из прочного пластика. Устройство StopSleep имеет 8 встроенных измерительных дат-

чиков для контроля изменения температуры кожи. Эта система использует ту же технологию, что и детектор лжи. Эта система генерирует два типа предупреждений. Это уровни внимания и опасности. Устройство будет вибрировать в виде предупреждающего сигнала, обеспечивая при этом вибрации и громкий звук в опасных ситуациях.

Устройство необходимо зарядить, и оно может держать до 15 часов в течение одного сеанса зарядки (StopSleep Pty Ltd, 2017). Носимое устройство Stop Sleep можно приобрести примерно за 200 долларов США (StopSleep Pty Ltd, 2018). На таблице 1.1 написано о достоинствах и недостатках прибора stopSleep.

Таблица 1.1 Достоинства и недостатки прибора StopSleep.

Достоинства	Недостатки
1. Не мешает работе	1. Стесняет движения пальцев
2. Длительное время работы без подзарядки	2. Грамоздкость на руке
3. Срабатывание за 2-3 мин до засыпания	
4. Приемлимая цена	

Обнаружение сонливости водителя BOSCH

Полусонное состояние, снижение концентрации и усталость за рулём чрезвычайно опасны и являются причиной многих несчастных случаев.



Рисунок 1.2. Обнаружение сонливости водителя Bosch

Первые признаки могут быть обнаружены на ранней стадии: уставшие водители едут менее точно, и им чаще приходится подруливать. С помощью датчика угла поворота рулевого колеса или электро усилителя рулевого управления система обнаружения сонливости от BOSCH (рис.1.2) анализирует поведение человека за рулём с целью выделения закономерностей, характерных для усталости. Система также регистрирует любые резкие движения рулевого колеса. С учётом некоторых других параметров (например, количество времени в пути или текущее время суток), система способна выявить признаки усталости. После этого подаётся звуковой или визуальный сигнал, информирующий водителя о необходимости остановиться и сделать перерыв. По данным на 2013 год, такая система установлена на 23% новых автомобилей. Система обнаружения сонливости водителя Bosch контролирует режимы рулевого управления водителя и прогнозирует усталость и микро сонливость водителя. Он оценивает и обрабатывает около 70 сигналов, чтобы понять уровень сонливости водителя. Bosch использует датчик угла поворота рулевого колеса для определения угла поворота рулевого колеса и его скорости. Алгоритм, лежащий в основе системы Bosch, начинает отслеживать режимы рулевого управления в начале поездки. Он отслеживает различные параметры, та-

кие как неожиданные движения руля, использование сигналов и многое другое, чтобы определить состояние усталости водителя, и когда он достигает определенного уровня, он информирует водителя о том, что ему / ей требуется отдых, мигая знаком кофейной чашки. система. Это устройство также является частью противоскользящей системы автомобиля, которая помогает колесам транспортного средства сохранять тяговый контакт с дорожным покрытием (Bosch, 2012).

«Anti sleep pilot»



Рисунок 1.3. Пилот против сна

Anti sleep pilot (рис.1.3) - это устройство, которое было разработано ASP Technology Ltd, Дания. Обычно он размещается на приборной панели транспортного средства для постоянного наблюдения за водителем и его / ее условиями вождения. Устройство имеет датчик освещенности, датчик звука и сенсорный датчик и работает от аккумулятора. Первоначально водитель должен выполнить оценку, чтобы создать свой профиль риска. После этого драйвер может начать использовать устройство.

Он автоматически начнет мониторинг уровня усталости водителя, используя 26 параметров, включая профиль риска. Устройство проводит случайные тесты, поэтому водителю необходимо нажать на устройство, чтобы ответить на эти тесты. Если время отклика медленное, у водителя будет медленное время отклика, а продолжительное низкое время отклика предупредит водителя о необходимости сделать перерыв не менее десяти минут, прежде чем снова управлять транспортным средством. Анти спирающее пилотное

устройство также контролирует время и скорость транспортного средства, поэтому оно может определять время, когда водитель фактически имел перерыв.

Прибор издаёт звуковые сигналы и световые сигналы, а водитель должен нажать на него, чтобы отключить. Если человек за рулём начинает засыпать и у него снижается скорость реакции, то «Anti Sleep Pilot» предложит остановиться и выспаться.

«Anti Sleep Pilot» включает в себя:

- акселерометр, который регистрирует ускорение автомобиля, необходимое анализа вождения;
- высокоточные часы, которые определяют время вождения и реакции, используемые для расчёта уровня утомления водителя;
- датчик света, который автоматически адаптирует подсветку дисплея, чтобы удовлетворять уровню окружающего освещения в автомобиле;
- звуковой датчик, также автоматически адаптирующий звуковые сигналы под уровень шума в автомобиле;
- сенсорный датчик, обеспечивающий простоту взаимодействия во время вождения;
- интеллектуальную кнопку включения/выключения для экономии заряда батареек, когда «Anti Sleep Pilot» не используется.
- «Anti Sleep Pilot» использует стандартные батарейки AAA и прост в установке.



Рисунок 1.4. «Anti Sleep Pilot» прост в установке

Система предупреждения о сходе с полосы

В начале 2000 года Mercedes Benz изобрел первую систему предупреждения о выходе из полосы движения для своих тяжелых грузовиков Actros. После этого большинство ведущих производителей автомобилей внедрили такие системы для своих автомобилей.

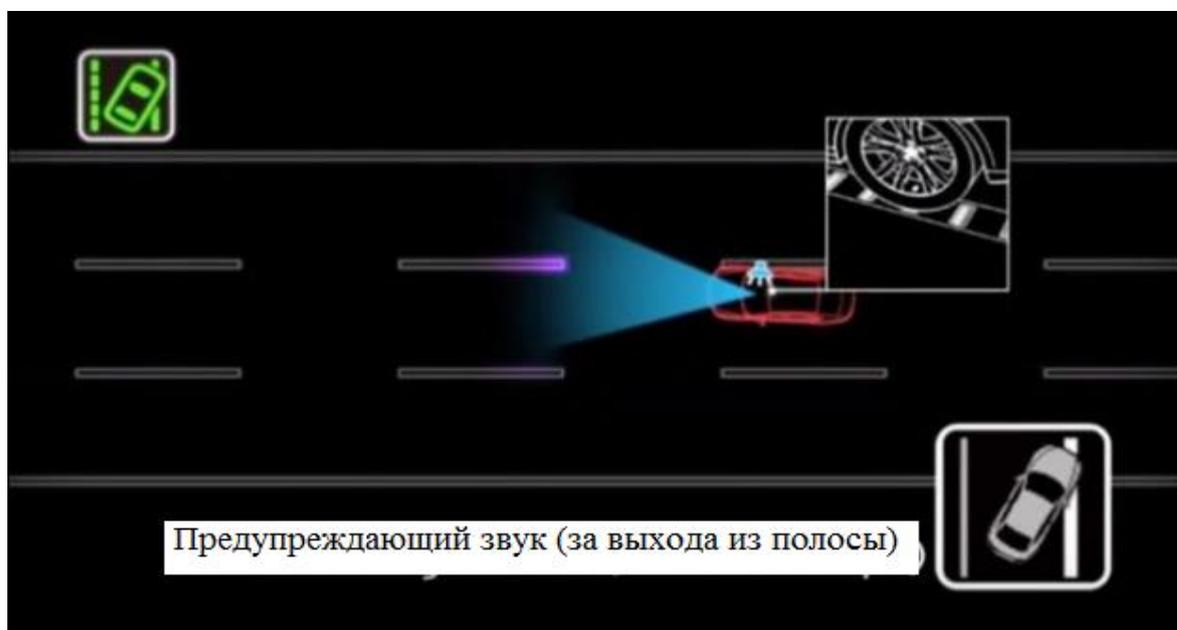


Рисунок 1.5 Система предупреждение о сходе с полосы

Большинство производителей автомобилей высшего класса внедрили эти системы с новыми технологиями, такими как адаптивный круиз-контроль и предупреждение о столкновении вперед, чтобы проецировать автомобиль

впереди, предупреждение о выходе из полосы движения, чтобы проецировать автомобиль рядом, и обнаружение мертвой точки, чтобы проецировать автомобиль позади. Эти системы стоят более 1000 долларов США и применяются только в автомобилях высокого класса.

Система обнаружения сонливости с использованием шлемов ЭЭГ

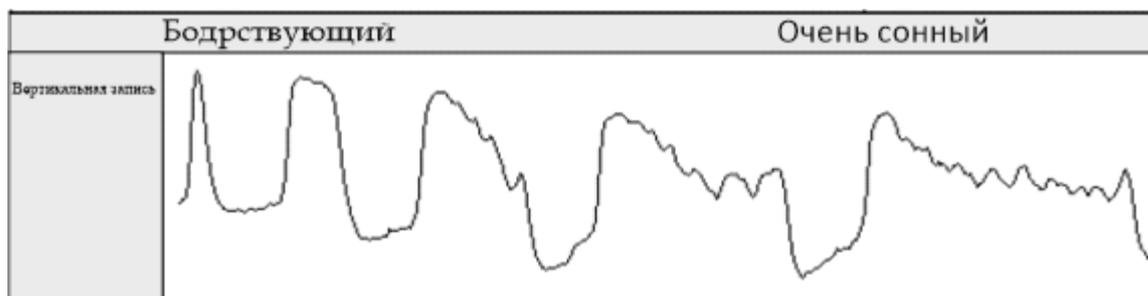


Рисунок 1.6. Запись ЭЭГ по вертикали в состоянии бодрствования и сонливости

Физиологические меры являются наиболее распространенными и эффективными детекторами, когда речь идет об обнаружении сонливости. Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) считается наиболее надежным физиологическим методом выявления сонливости. ЭЭГ состоит из метода измерения и регистрации электрической активности мозга с использованием электродов, помещенных на кожу головы.



Рисунок 1.7 Шлем ЭЭГ

В этом типе системы безопасности водителя и водителя, чтобы обнаружить сонливость, водителю необходимо надеть защитный шлем с электродом ЭЭГ. Эти ЭЭГ-электроды обнаруживают лучи мозга. В основном, если

эти электроды обнаруживают альфа-активность мозга, это станет первым показателем сонливости. Итак, система предупреждает водителя, издавая звук или вибрируя на руле. На рисунке 1.5 показаны изменения между режимом бодрствования и сонливости.

Tesla AUTOPILOT



Рисунок 1.8 Автопилот Tesla

Система безопасности водителя автопилота Tesla была внедрена компанией Tesla Motors для их транспортных средств в 2014 году. Эта система состоит из восьми камер, установленных вокруг транспортного средства, для обеспечения видимости на 360 градусов на расстоянии до 250 метров. Также двенадцать обновленных ультразвуковых датчиков для обнаружения как жестких, так и мягких препятствий на дистанции 250 метров. Кроме того, обращенный вперед радар предоставляет другие данные вокруг автомобиля, такие как дождь, туман и пыль. Компьютерный процесс в автомобиле управляет автомобилем без участия человека, если водитель допустил ошибку с помощью собранных данных с камер и датчиков. Эта система является передовой системой по сравнению с большинством систем безопасности водителя. Автопилоты

Tesla моделей S и X доступны на рынке для покупателей и стоят около 80 000 долларов США.

Сравнение существующих систем

Таблица 1.2 Сравнение существующих систем

Существующие системы	StopSleep - электронная антиспальная сигнализация	Обнаружение сонливости водителя Bosch	Анти-Сон Пилот	Система предупреждения о выходе из полосы движения	Система обнаружения сонливости с использованием шлемов ЭЭГ	Tesla Auto Pilot
Разработан	StopSleep PLC против сна	Бош Германия	ASP Technology Ltd, Дания	Mercedes Benz	Форд Мотор компания	Tesla Inc.
Метод обнаружения	Тепло кожи	Рулевые узоры	Реакции водителя на случайные тесты	Границы перелюка	Альфа-активность человеческого мозга	Контролировать препятствия вокруг автомобиля
Аппаратные устройства	Восемь датчиков	Датчики угла поворота рулевого колеса	Датчики света, звука и касания	камера	ЭЭГ электродный шлем	Восемь камер и двенадцать ультразвуковых датчиков
Тип устройства	Портативный	Не портативный	Не портативный	Не портативный	Портативный	Не портативный
Метод оповещения	Вибрация устройства, выходной свет и звук	Мигающий знак кофейной чашки в системе	звук	Мигающий световой сигнал звуковым сигналом	Вибрируя руль со звуком	Управление автомобилем без участия человека
Рыночная цена	200 долларов США	-	250 долларов США	1000 долларов США и выше	500 - 1000 долларов США	80,000 USD

Обсуждение существующих систем

В обзоре литературы были исследованы различные подходы для выявления сонливости, включая алгоритмы компьютерного зрения, наблюдающие изображения лица и глаз, носимые датчики для мониторинга физиологических измерений и динамики вождения. Среди них обзор литературы был организован на основе шести различных существующих систем предупреждения водителей, которые перечислены в разделе 1.3.

Электронная система охранной сигнализации Stop Sleep кажется разумной, поскольку это портативное устройство, и клиенты могут позволить себе устройство за 200 долларов США. Эта система использует тепло кожи водителя для определения статуса водителя, который отличается от других систем. Учитывая его функциональность, водитель должен носить это устройство на двух своих пальцах. Затем датчики начнут следить за активным, микро-сонным и спящим состояниями водителя и выдавать предупреждения в соответствии с обнаруженными тепловыми сигнатурами. Хотя эту систему можно считать хорошей системой, более глубокие исследования этого устройства показывают наличие в нем некоторых проблем. Температура тела человека зависит от различных факторов, таких как здоровье, погода и климатические условия. В этом случае у кого-то могут возникнуть сомнения относительно того, как система фактически определяет состояние водителя, может ли он / она управлять транспортным средством. Поскольку это устройство портативное, и водитель должен носить устройство двумя пальцами, оно также может раздражать и отвлекать водителя. При движении на дальние расстояния эти датчики могут выйти из строя из-за низкого заряда аккумулятора. Потливость (пот) пальцев после длительного ношения устройства может также привести к неправильной работе датчиков. Таким образом, предполагаю, что эта система не может быть все время точной для использования в качестве системы безопасности водителя.

Система обнаружения сонливости водителя Bosch - это еще одна существующая система, которая отслеживает ход рулевого колеса для обнаружения сонливости водителя. Bosch использовал датчик угла поворота рулевого колеса,

чтобы определить угол поворота рулевого колеса и его скорость. Если есть какие-либо необычные движения рулевого колеса, система предупредит водителя, мигая знак кофейной чашки, освещенный на приборной панели автомобиля. Вместо того, чтобы анализировать только движения рулевого управления, было бы лучше проанализировать движения рулевого управления с границами полосы движения. К сожалению, эта система не состоит из каких-либо камер или датчиков для обнаружения следов полосы движения на дороге. Более того, простое мигание лампочки на приборной панели не может рассматриваться как хорошее решение для предупреждения водителя, потому что водитель не может видеть никаких огней, когда он / она находится в сонном состоянии. Следовательно, водители не могут слишком полагаться на эту систему.

Anti pilot - еще одна система безопасности водителя, состоящая из датчиков света, звука и прикосновения. Эта система контролирует водителя и выдает случайные тесты водителю, и он / она должен нажать на устройство в течение определенного периода времени в качестве ответа. Если время отклика слишком велико, система предупреждает водителя звуком. В общем, кажется хорошим решением, так как система пытается держать бодрствующий драйвер. Но постукивание устройства во время вождения может быть опасным и может отвлечь водителя. Следовательно, эта система может увеличить число дорожно-транспортных происшествий, а не уменьшать их.

Mercedes Benz изобрел систему предупреждения о выезде с полосы движения в качестве системы безопасности водителя в начале 2000 года. В этой системе установленная недорогая камера отслеживает границы дорог, отслеживая линии дороги и предупреждая водителя о выходе автомобиля из полосы движения. Но система может запутаться, когда на дороге нарисовано несколько линий. Кроме того, эта система контролирует границы дороги, отслеживая дорожные линии, поэтому она не имеет возможности контролировать дороги без таких линий, как гравийные дороги. Кроме того, эта система не позволяет отслеживать дорожные линии в условиях дождя, тумана и снега. В этом случае водитель не может зависеть от системы безопасности.

ЭЭГ шлемы являются наиболее эффективным способом выявления сонливости по сравнению с другими методами. В этом типе системы водитель должен носить шлем ЭЭГ во время вождения автомобиля. Этот шлем состоит из электродов ЭЭГ, и эти электроды обнаруживают альфа-лучи человеческого мозга и соответственно предупреждают водителя. Поэтому эта система является одной из лучших систем для обнаружения сонливости водителя. Но ношение шлема во время вождения делает водителя неудобным и раздражающим. Кроме того, длительное вождение может привести к потоотделению на электродах ЭЭГ и снизить способность контролировать сонливость. Кроме того, эти шлемы очень дороги и их трудно себе позволить. Кроме того, люди, которые не проявляют никакой альфа-активности в мозге, должны купить шлем с электродами для обнаружения тета-лучей ЭЭГ. Поэтому эти шлемы считаются дорогостоящими системами безопасности водителя.

Система безопасности водителя Tesla с автопилотом состоит из восьми камер и двенадцати ультразвуковых датчиков для обнаружения всех жестких и мягких препятствий вокруг автомобиля. Система будет собирать все данные, и контролировать автомобиль без участия человека. Следовательно, эта система является более мощной и эффективной с учетом безопасности водителя. Эта система может быть классифицирована как самая дорогая.

Компьютерное зрение технология является неразрушающим методом контроля сонливости. Он использует одну или несколько камер для мониторинга изображений лица и глаз водителя. Отслеживание глаз можно рассматривать как особый случай обнаружения сонливости на основе компьютерного зрения, который фокусируется на движениях глаз водителя, особенно моргании глаз и проценте закрытия глаз. Мигание глаз напрямую связано с сонливостью. Мигание глаз часто обнаруживается с помощью передового компьютерного зрения вместе со специальной и специально разработанной камерой. Пользователи не очень желают приобретать дорогие выделенные системы для мониторинга сонливости. Таким образом, в данной работе мы предложили новый подходящий датчик приближения для обнаружения моргания

глаз и сонливости в надежде преодолеть ограничения системы обнаружения моргания / сонливости на основе камеры.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

2.1 Методология разработки программного обеспечения

Методология моделирования IDEF1X, являясь расширением стандарта IDEF1, предназначена для описания данных (информации). В ее основе лежит язык семантического моделирования, основанного на концепции "сущность — связь", позволяющей определять данные и связи между ними. Методология используется для создания информационной модели предметной области с помощью идентификации ее сущностей и связей между ними. Чаще всего такая методология используется для описания данных в целях последующей автоматизации их обработки с помощью систем управления базами данных. Таким образом, можно говорить о том, что модели данных в нотации IDEF1X используются для создания баз данных.

Основными элементами модели IDEF1X являются сущности, атрибуты и отношения.

Как правило, в зависимости от глубины описания, выделяют три класса логических моделей данных:

- диаграмма "Сущность — связь" (Entity Relationship Diagram — ERD);
- модель данных, основанная на ключах (Key Based Model — KBM);
- полная атрибутивная модель (Fully Attributed Model — FAM).

Диаграмма "сущность — связь" используется для описания данных на верхнем уровне в целях визуализации данных для руководителей и экспертов, не обладающих специальными знаниями в области моделирования. Она показывает основные сущности и связи между ними. Модель данных, основанная на ключах, предназначена для более детального описания данных. В ней показываются ключевые атрибуты, по которым идентифицируются сущности и связываются друг с другом. Полная атрибутивная модель дает детальное представление структуры данных. Она позволяет представить данные в третьей нормальной форме и включает все сущности, их атрибуты и связи.

Нормализация данных представляет собой процесс проверки и реорганизации сущностей и атрибутов в целях удовлетворения требований к реляционной модели данных. Нормализация позволяет быть уверенным, что каждый атрибут определен для своей сущности, дает возможность значительно сократить объем памяти для хранения информации и устранить аномалии в организации хранения данных. В результате проведения нормализации должна быть создана структура данных, при которой информация о каждом факте хранится только в одном месте. Процесс нормализации сводится к последовательному приведению структуры данных к нормальным формам — формализованным требованиям к организации данных. Основными элементами модели IDEF1X являются: сущности, атрибуты и отношения.

Сущность — это множество реальных или абстрактных объектов, обладающих общими характеристиками, например, персонал, явления, предметы. Каждый такой объект может быть представлен только одной уникальной сущностью.

2.2 Классический метод определения лица Виолы-Джонса

В настоящее время метод Виолы–Джонса является распространенным методом для обнаружения объекта на изображении благодаря своей высокой скорости и эффективности. Основами метода Виолы–Джонса выступают: интегральное представление изображения, признаки Хаара, построение классификатора на основе алгоритма бустинга и метод объединения классификаторов в каскадную структуру. Эти принципы дают возможность осуществлять поиск объекта в режиме реального времени.

Метод состоит из двух последовательностей: алгоритм обучения и алгоритм детектирования. Обобщенная схема детектирования в алгоритме ВиолыДжонса продемонстрирована на рисунке 2.1.

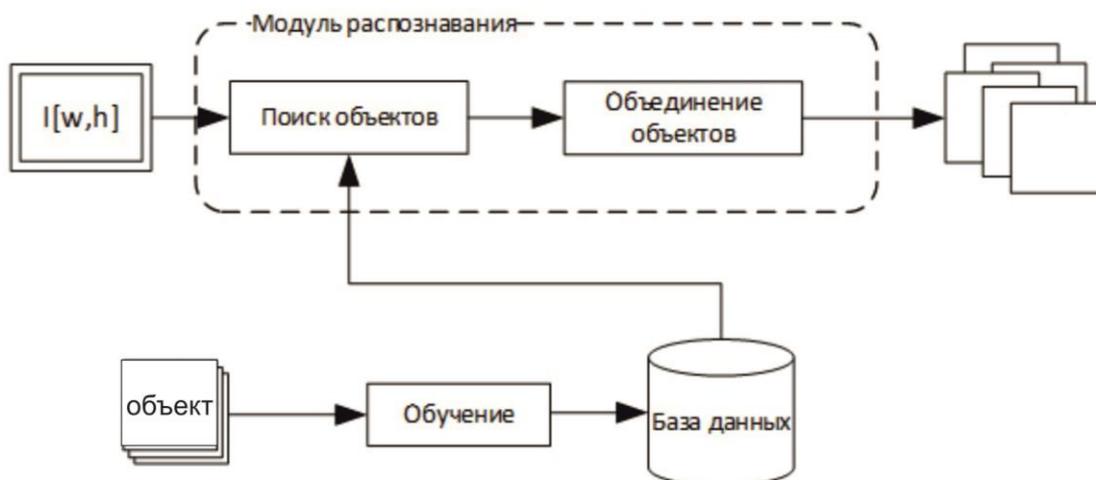


Рисунок 2.2 – Обобщенная схема детектирования метода Виола-Джонса

Обобщенная схема алгоритма выглядит следующим образом: 1. алгоритм формирует базу данных, состоящую из признаков. 2. алгоритм распознавания ищет объекты на разных масштабах изображения, используя созданную базу данных. 29 3. алгоритм Виолы-Джонса на выходе дает всё множество найденных необъединенных объектов на разных масштабах. 4. следующая задача – принять решение о том, какие из найденных объектов действительно присутствуют в кадре, а какие – дубли.

2.3 Этап предварительной обработки

В данной работе было выбрано алгоритм распознавания лиц Виолы Джонса. На высоком уровне алгоритм сканирует изображение с окном ищет черты человеческого лица. Если будет найдено достаточно этих функций, то этот конкретный окно изображения называется лицом. Для учета граней разного размера окно масштабируется и процесс повторяется. Каждый масштаб окна проходит через алгоритм независимо от других масштабов. Чтобы уменьшить количество функций, которые необходимо проверить каждому окну, каждое

окно проходит этапы. Рано этапы имеют меньше возможностей для проверки и легче пройти, тогда как более поздние этапы имеют больше функций и являются более тщательными. На каждом этапе, расчеты характеристик для этого этапа накапливаются и, если это накоплено значение не проходит порог, этап не пройден, и это окно считается не гранью. Это позволяет окнам, которые не похожи на лицо, чтобы не быть слишком внимательно изучены. Чтобы лучше понять Алгоритм, мы можем разделить алгоритм на три этапа в зависимости от функциональности. Три этапа являются особенностью этап извлечения, этап вычисления интегрального изображения и этап каскадной классификации. На стадии извлечения признаков, классификаторы объектов используются для определения особенностей лица. Окна постоянно сканируются на наличие функции, с количеством функций в зависимости от конкретной стадии, в которой находится окно. Представлены в виде прямоугольников, а используемые нами конкретные классификаторы состоят из 2 и 3 прямоугольников. Рисунок 2.1 показывает пример такого классификатора объекта. Детектор объекта на основе Детектор Виолы-Джонса, используется в описанном методе для обнаружения сонливости водителя.

Поэтому в последующих разделах основные компоненты этого метода, такие как Виола-Джонс, детектор, Хаар и подобные функции, линейный классификатор и каскад классификаторов, описаны. Опишем подробно этот новый метод очень успешного выявления артерии и метод обучения детектора, включающий принцип на котором основан детектор. Детектор объектов на цифровых изображениях, впервые представленный Виолой и Джонсом в 2001 году, характеризуется, прежде всего по скорости и точности обнаружения. Детектор использует алгоритм классификации AdaBoost во время обучения детектора. Алгоритм AdaBoost сортирует простые классификаторы в каскад на основе входных данных набор отрицательных и положительных образцов (изображений).

Одним из главных достоинств метода Виолы-Джонса является высокая скорость работы (в 15 раз быстрее детектора Н. Rowley [13] при сравни-

мой точности). С помощью него впервые была решена задача обнаружения объектов в реальном времени на имеющемся на тот момент вычислительном оборудовании. Несмотря на то, что этот метод специально разработан для быстрого обнаружения лиц, он является общим подходом к детектированию объектов и был успешно применен для поиска глаз, рук, автомобильных номеров и др.

Этап предварительной обработки является основной стадией предлагаемой системы определения безопасности и сонливости водителя, которая состоит из двух различных процессов. Они есть;

- Стадия обнаружения лица и глаз
- Обработка изображения

Камера будет захватывать изображения водителя и отправлять его через этап предварительной обработки, чтобы определить лицо и глаза водителя. На этом этапе алгоритмы обработки изображений используются для преобразования живого видеопотока в последовательность цифровых изображений. После преобразования система передаст эти изображения на этап определения местоположения.

Стадия определения положения

Обнаружение лица - это тип приложения, классифицируемый по технологии «компьютерное зрение». Это процесс, в котором разрабатываются и обучаются алгоритмы для правильного определения местоположения лиц или объектов (при обнаружении объектов, связанной системы) на изображениях. Они могут быть в режиме реального времени с видеокамеры или с фотографий. Примером использования этой технологии являются системы безопасности аэропорта. Чтобы распознать лицо, программное обеспечение камеры должно сначала определить его и идентифицировать функции, прежде чем делать идентификацию.

При распознавании лиц используются классификаторы, которые представляют собой алгоритмы, которые определяют, что является лицом (1) или не лицом (0) на изображении. Классификаторы были обучены распознавать лица,

используя тысячи или миллионы изображений, чтобы получить большую точность. OpenCV использует два типа классификаторов: LBP (Local Binary Pattern) и каскады Хаара. Нами было выбрано последний классификатор.

Хаара Каскад основан на «вейвлетов Хаара», который Википедия определяет как последовательность измененных «квадратных» функций, которые вместе образуют семейство или основу Вейвлета. Он основан на методике Вейвлета Хаара для анализа пикселей на изображении в квадраты по функциям. При этом используются методы машинного обучения для получения высокой степени точности из так называемых «данных обучения». При этом используются концепции «целостного изображения» для вычисления обнаруженных «признаков». Каскады Хаара используют алгоритм обучения Adaboost, который выбирает небольшое количество важных функций из большого набора, чтобы дать эффективный результат классификаторов.

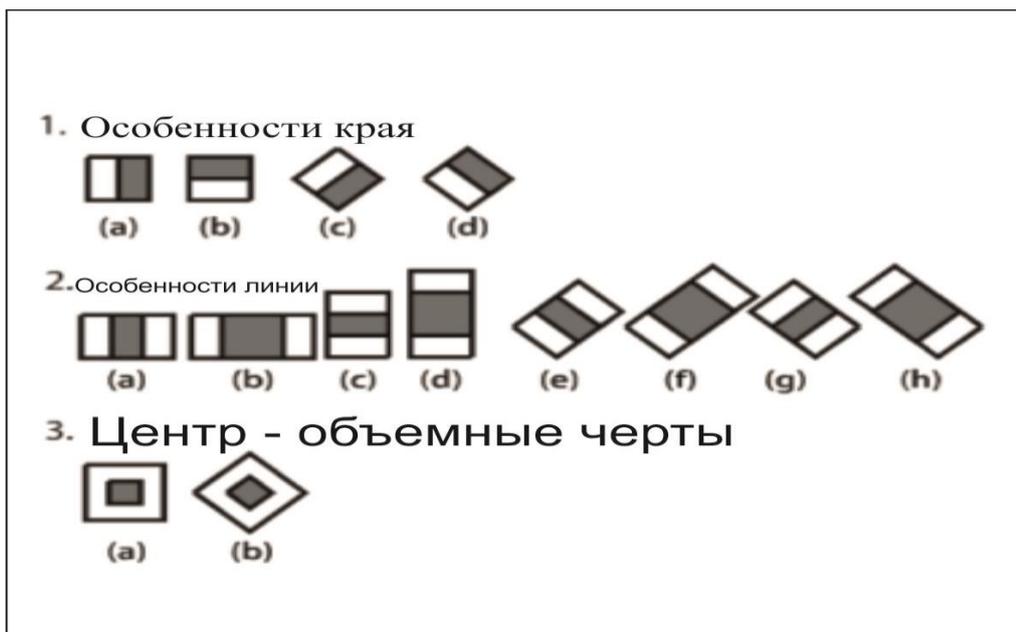
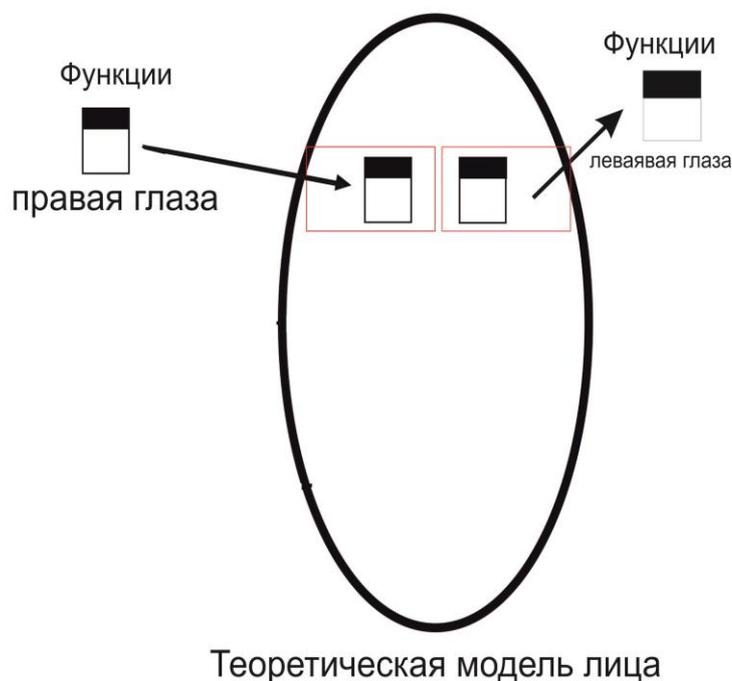


Рисунок 2.1 Результат классификатора

Функция обнаружения лиц определяет местоположение и размеры человеческих лиц на произвольных (цифровых) изображениях. При распознавании лица использование лица определяет и изолирует лицо, прежде чем оно может быть распознано. Это краткая иллюстрация функции извлечения и различия между распознаванием лиц и распознаванием лиц. Обнаружение лица связано с определением местоположения, а распознавание лица - с определением.

Как я упоминал ранее, каскады Хаара используют методы машинного обучения, в которых функция обучается на основе множества положительных и отрицательных изображений. Этот процесс в алгоритме является извлечением признаков.



В извлечении признаков алгоритм использует данные обучения, чтобы наилучшим образом идентифицировать особенности, которые он может рассматривать как лицо. На этом этапе система обнаружения безопасности и сонливости водителя будет использовать классификатор Haar Cascade для определения точного положения лица и глаза. Haar Cascade Classifier - обученный набор данных, который используется для распознавания объектов и объектов. Эта стадия состоит из двух разных процессов для обнаружения лица и глаз. Они есть;

- Каскадное обнаружение лица Хаара
- Каскадное обнаружение Хаара

После этих процессов эти изображения будут перенесены на следующую стадию системы.

2.4 Обобщенная архитектура предлагаемой системы

Общая блок – схема алгоритма, приведенная на рис. 2.1, и состоит из следующих основных этапов:

1. Входное изображение.
2. Этап предварительной обработки.
3. Определение местоположение лица и глаз.
4. Этап оценки обнаружения.
5. Предупредительная сигнализация.

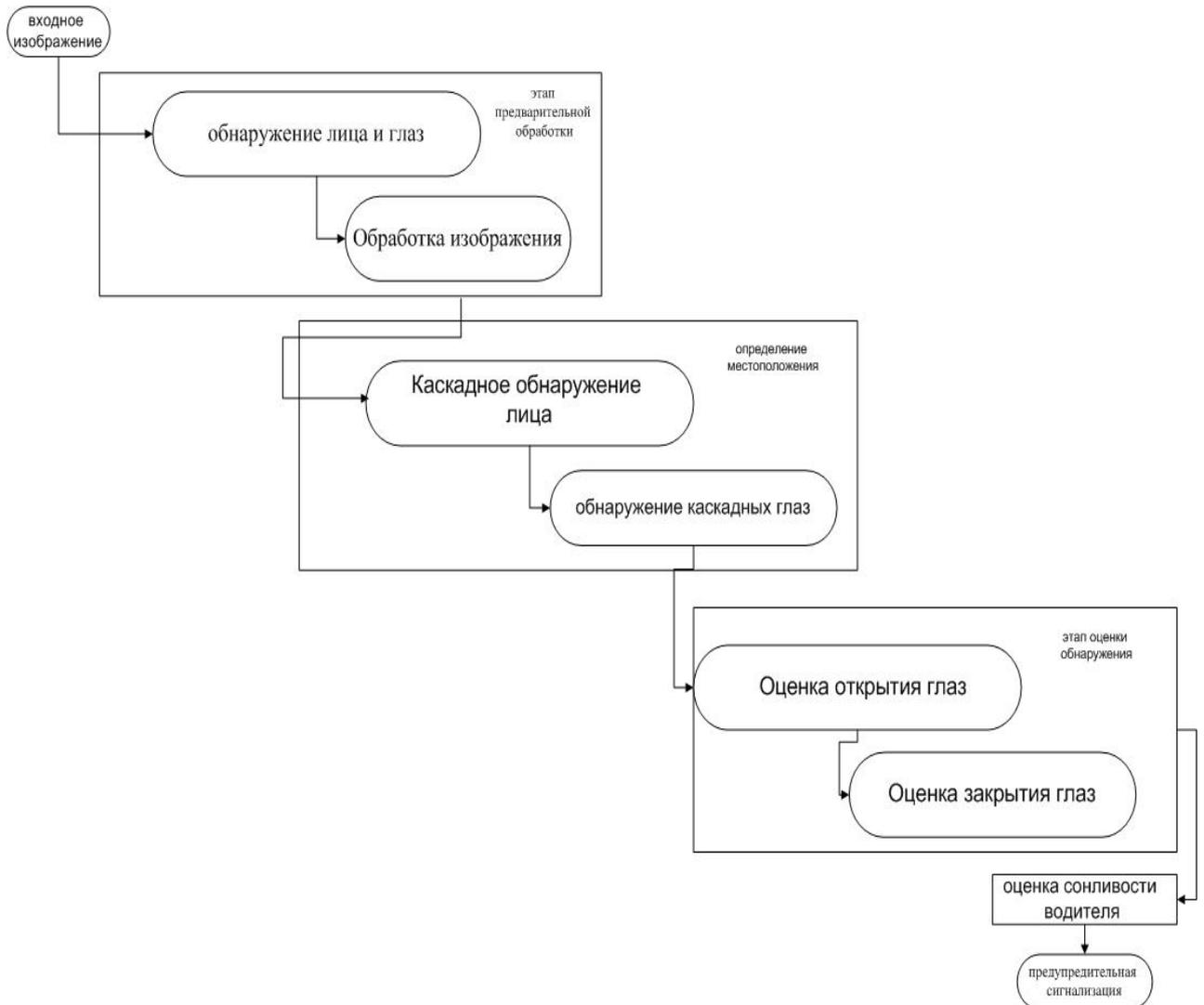


Рисунок 2.1 Обобщенная архитектура предлагаемой системы.

3. ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕТЕКТОРА ЛИЦ

3.1. Исследование и оценка вычислительной эффективности классификаторов на основе каска Хаара

Показано, что задача распознавания лица человека является одной из самых популярных в настоящее время. Его эффективное решение определяет надежность многих современных систем идентификации личности, безопасности, контроля доступа и видеонаблюдения. Производительность таких систем в реальном времени в решающей степени зависит от высокоэффективных и экономически эффективных реализаций этих базовых методов. например, в системах, которые имеют дело с безопасностью аэропорта, где кто-то может быть заинтересован в распознавании и отслеживании объекта или деятельности, обнаружение лица является критически важным методом. одним из самых популярных алгоритмов обнаружения лиц для приложений реального времени является алгоритм виолы-джонса (vj) [19]. В алгоритме обнаружения лиц мы должны использовать точное числовое описание, чтобы оно отличало человеческие лица от других объектов данного изображения. такие характеристики могут быть получены с помощью алгоритма комитета под названием *adaboost* [26]. такой комитет может быть создан со слабыми классификаторами, чтобы сформировать сильный классификатор, используя механизм голосования. алгоритм виолы-джонса использует хаароподобные прямоугольные элементы для построения классификаторов. хаароподобный прямоугольник - это скалярное произведение между изображением и некоторым хаароподобным рисунком. пример *haar*-подобного рисунка показан на рис. 3.1

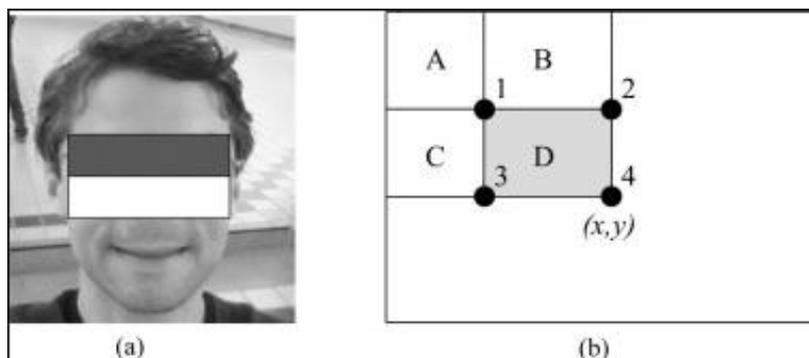


рис. 3.1 . (a) свойство *haar*-подобного прямоугольника рассчитывается только с использованием пикселей внутри шаблона *haar*-подобного (т. е. черно-

го и белого прямоугольников). этот пример рисунка показывает, что область, покрывающая глаза, обычно темнее, чем область чуть выше щек. (b) сумма пикселей внутри прямоугольника d может быть вычислена с помощью четырех ссылок на массив значений значений так называемого интегрального изображения: $4 + 1 - (2 + 3)$.

Важнейшим элементом алгоритма виолы-Джонса является методика очень быстрого вычисления характеристик прямоугольника [1]. этот метод использует промежуточное представление для изображения, так называемое интегральное изображение

Интегральное изображение в местоположении (x, y) содержит сумму пикселей выше и слева от (x, y) . Вместо суммирования всех пикселей внутри прямоугольного окна этот метод отражает использование кумулятивных функций распределения. Используя интегральное изображение, любая прямоугольная сумма может быть вычислена в четырех ссылках массива, как показано на рис. 3.1.

Алгоритм Виолы-Джонса использует так называемые каскадные классификаторы. Каскадный классификатор строится как последовательность этапов. На каждом этапе список фильтров применяется к области внутри скользящего подокна. Пример такого многоступенчатого фильтра с 25 ступенями показан на рис. 3.2. Каждый раз, когда скользящее подокно сдвигается (как правило, пиксель за пикселем, но может быть больше пикселей за раз, чтобы еще больше ускорить процесс), новая область в скользящем подокне поэтапно обрабатывается посредством каскадного классификатора. На каждом этапе оценивается функция прямоугольника и вычисляется слабый классификатор. Затем используется пороговая проверка, чтобы увидеть, отклонен ли регион как кандидат в лицо или нужно ли его обрабатывать на следующем этапе.

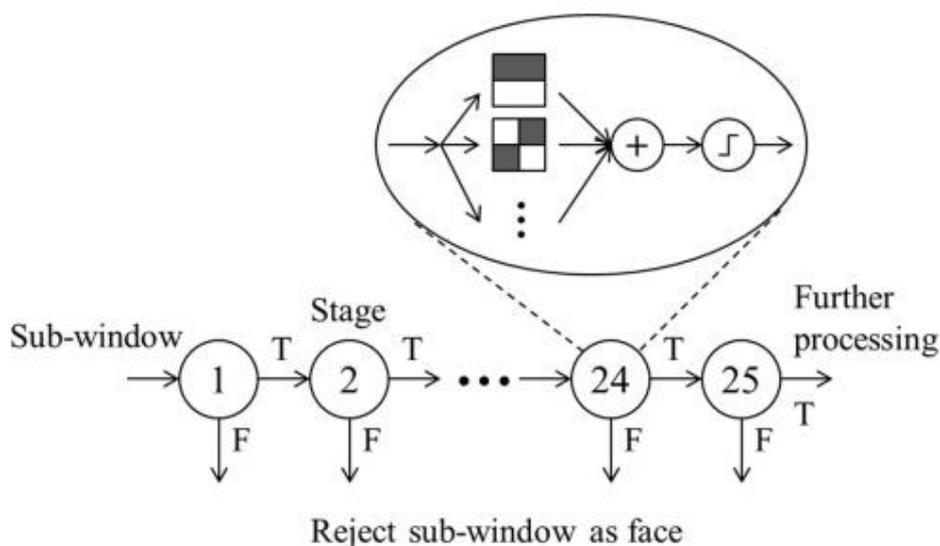


Рис. 3.2 . Иллюстрация каскадного классификатора

С 25 этапами в качестве дерева решений, где на каждом узле выполняется пороговая проверка, чтобы решить, отклонено ли подокно как нет лица (false, f) или оно передано для дальнейшей обработки следующему stage (true, t), что означает, что подокна все еще могут содержать лицо.

Чтобы иметь возможность распознавать лица разных размеров, алгоритм работает с пирамидой масштабированных изображений. Это позволяет считать, используя один и тот же набор Haar-подобных шаблонов в разных масштабированных версиях исходного изображения. Таким образом, скользящие подокна будут считать каждое изображение с пирамиды. Когда самый внешний цикл for в описании псевдокода, показанного на рис 3.1. завершит свое выполнение, алгоритм Виолы-Джонса найдет и отметит прямоугольными индикаторами все грани, присутствующие в исходном тестовом изображении, а также в масштабированных версиях изображения.

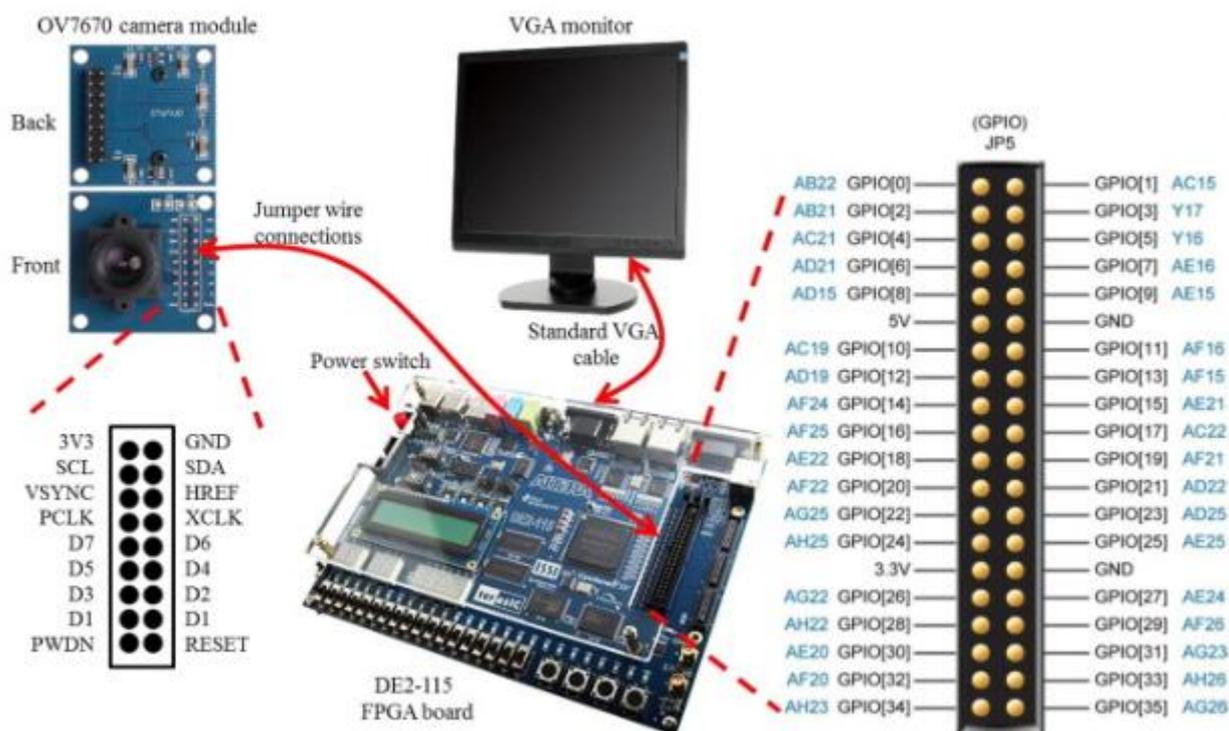


Рис. 3.3 . Соединения между платой и модулем камеры и монитором.

3.3 Метод обнаружения лиц на основе моделирования цвета кожи

В этом разделе предлагается метод, позволяющий повысить скорость детектора лица в виде скользящего окна путем определения области цвета кожи. Метод обнаружения лица с помощью определения области цвета кожи изучался в различных ракурсах. Сложные фоновые изображения из-за области, цвет которой подобен цвету кожи, вызывают высокий уровень ложноположительных результатов.

Напротив, способ обнаружения лица, основанный на внешнем виде, который принимает тип скользящего окна, может включать в себя высокие скорости обнаружения лица, но вызывает огромные вычислительные затраты в процессе сканирования обнаружения по мере увеличения размера изображения, тогда как время обработки также увеличивается соответственно. В этом исследовании предлагается метод управления размером подокна и областью обнаружения скользящего окна путем обнаружения и использования области цвета кожи с уменьшенным временем обработки.

Самый первый шаг, который необходимо предпринять для таких исследований распознавания лица и выражения лица, - это обнаружение лица для определения лица на изображении. Если этот шаг не пройден, распознавание лица невозможно. Обнаружение лица - это технология, позволяющая определить, содержит ли статическое изображение лицо, и обнаруживает его. Лицо может рассматриваться по-разному в зависимости от изменений его размера, горизонтального или вертикального поворота, профилей и лицевых поверхностей, выражений лица, условий освещенности и т. Д., Что вызывает различные проблемы в исследовательских работах по обнаружению лиц. Соответственно, из-за сложности и важности обнаружения лиц эта область исследований рассматривается как самостоятельный сектор, а не предварительный этап распознавания лиц. В последнее время области применения распознавания лиц продолжают увеличиваться.

Обнаружение лица было рассмотрено с разных точек зрения. Он подразделяется на четыре основных метода: метод на основе знаний, метод на основе характеристик, метод сопоставления с шаблоном и метод на основе внешнего вида. Во-первых, основанный на знаниях метод используется для определения местоположения глаз, носа и рта на лице и измерения расстояния между ними на основе общей информации о человеческих лицах.

Во-вторых, метод, основанный на характеристиках, включает метод, основанный на цвете, и использует структурные характеристики, которые полезны для обнаружения лица независимо от изменений положения тела и условий освещения. Структурные особенности включают региональные характеристики, текстуры, формы и цвета кожи лиц. Региональные особенности лиц включают два глаза, нос, брови, рот и т. Д. Цветовой метод различает пиксели цвета кожи от пикселей изображения и рассматривает их как определенную область при определении, существует ли лицо в области. Классификатор области цвета кожи, используемый в этом исследовании, является одним из примеров. В некоторых исследовательских работах изучается способ обнаружения лиц при ис-

пользовании пикселей цвета кожи, а некоторые способ повышения скорости обнаружения путем использования краев в дополнение к цветам кожи.

Что касается метода обнаружения лиц на основе внешнего вида, то детектор на основе скользящих окон обычно используется при обнаружении объектов[77]. Ряд систем использует это на этапах обнаружения лица, отслеживания и распознавания. В детекторе классификатор обнаруживает объекты, когда определенный ответ на обработку в подокне возвращается в каждом местоположении изображения. Одной из важных задач этих исследовательских работ является предотвращение снижения производительности при обработке в реальном времени. Это исследование направлено на повышение скорости на этапе обнаружения. Viola предлагает каскадный тип детектора лиц, который повышает скорость, быстро удаляя фон и тратя больше времени на обработку областей кандидатов[58]. Тем не менее, вычислительные затраты в подокне довольно высоки, и количество подокон уменьшается, размер подокон ограничивается, или единица перемещения подокна увеличивается для повышения скорости классификатора.

Десятилетия, алгоритмы обнаружения лица на основе цвета кожи были разработаны с помощью различных цветовых моделей. Что касается характеристик цвета кожи, тем не менее, частота ложноположительных результатов увеличивается, а частота обнаружения уменьшается, когда изображение содержит сложный фон или множество пятен, цвета которых аналогичны цвету кожи. Напротив, поскольку способ обнаружения лица на основе внешнего вида, основанный главным образом на скользящем окне, означает сканирование всего изображения и использование обучающих данных, он поддерживает высокие показатели обнаружения лица, но вычислительные затраты также высоки. Таким образом, по мере увеличения размера изображения процесс сканирования включает в себя большие вычислительные затраты и время обработки.

Это исследование предлагает детектор лица, который использует преимущества детектора лица на основе цвета кожи и скользящего детектора лица. Что касается способа обнаружения лица на основе цвета кожи, определен-

ная область цвета кожи отделяется от всего изображения с использованием классификатора области цвета кожи, а затем лицо обнаруживается с использованием детектора лица на основе скользящего окна, который является одним из методов обнаружения лица на основе внешнего вида. Следовательно, подокна обнаруживают лицо только в областях цвета кожи, чтобы уменьшить количество подокон, и их размер также ограничивается использованием области цвета кожи. В результате при одинаковых скоростях обнаружения существующего детектора лиц со скольжением частоты ложных срабатываний уменьшаются, а скорость обнаружения улучшается.

Моделирование цвета кожи требует процесса выбора используемых среди различных цветовых моделей. Цветовые модели включают RGB, нормализованный RGB, HIS (оттенок, насыщенность и интенсивность), HSL (оттенок, насыщенность и яркость), TSL (оттенок, насыщенность и яркость) и $Y C_B C_R$. Среди них цветовая модель $Y C_B C_R$ отличает элементы яркости от элементов цветности, и возможно линейное преобразование цветовой модели RGB, и, таким образом, широко используется для цветовых моделей кожи из-за простоты и минимального использования. Это исследование также использует эту цветовую модель $Y C_B C_R$.



Рисунок 3.1. Пример сегментации изображения на основе модели цвета кожи в цветовом пространстве $Y C_B C_R$.

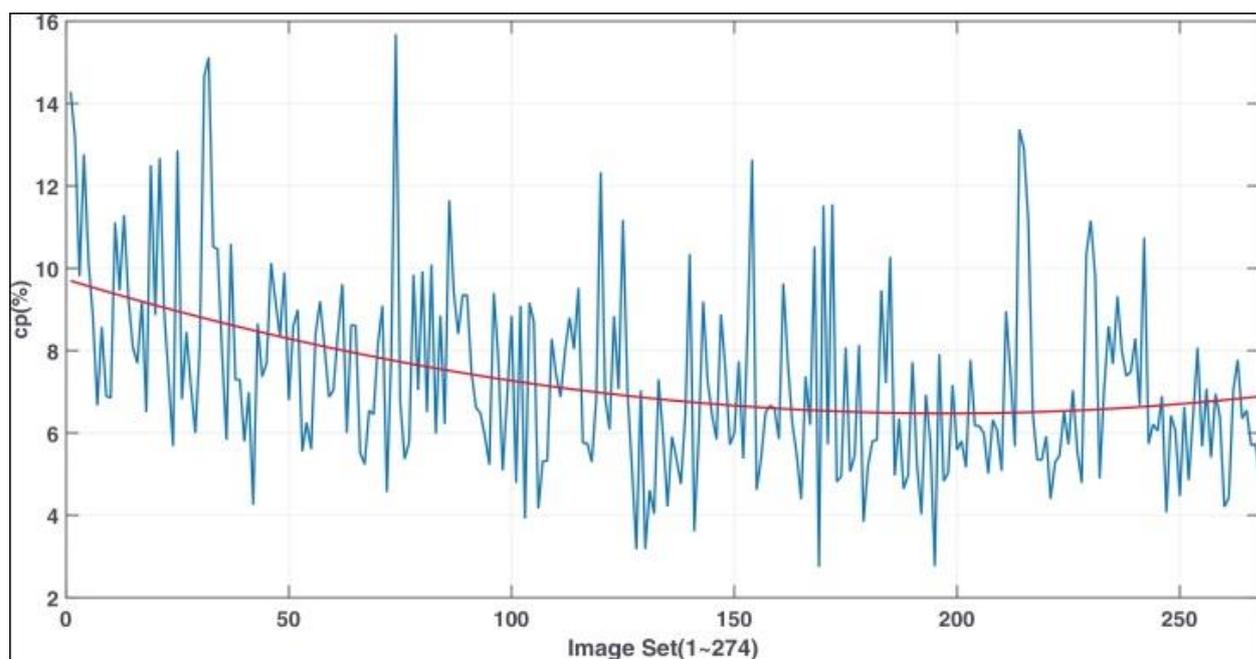


Рисунок 3.2 . Стоимость раздвижного окна на основе цвета кожи .

Во всем процессе обнаружения лица время обработки классификатора области цвета кожи через скользящее окно на предварительном этапе не должно учитывать большую часть времени существующего алгоритма обнаружения лица. На рис. 3.2 сравниваются скорости обработки(%) классификатора области цвета кожи и базового скользящего окна типа детектора лица, который не применяет этот алгоритм. У Оу показывает СР (Стоимость процентах) рассчитывается, как ниже а х Оу показывает индекс 274 изображений расположенных в порядке разрешения.

Цвета кожи обычно использовались в качестве основного элемента для эффективного обнаружения лица на основе характеристик в существующих исследованиях обнаружения лица. В течение десятилетий были разработаны различные алгоритмы обнаружения лица на основе цвета кожи с использованием различных цветовых моделей. Однако на особенности цвета кожи могут сильно влиять сложные фоны или области, цвет которых подобен цвету кожи на изображении. Следовательно, когда такие части изображения имеют большой размер, частота ложных срабатываний будет высокой с уменьшением частоты обнаружения . В отличие от этого, метод обнаружения лица на основе внешнего вида , который в основном использует скользящее окно, показывает высокие

показатели обнаружения лиц, но операция требует больших вычислительных затрат в то же время, потому что она сканирует все изображение и использует данные обучения. Следовательно, по мере увеличения размера изображения процесс сканирования требует больших вычислительных затрат и большего времени обработки. Кроме того, эффективность является низкой, поскольку она исследует области, которые не являются областью цвета кожи и, таким образом, не может быть фактической областью лица без информации о цвете, применяемой в процессе обучения и обнаружения.

Таблица 3.1. Точность детектирования алгоритмов детектирования лиц

Название алгоритма	Точность детектирования
Виола - Джонс	95%
Модели цвета кожи	85%

При детектировании лиц метод Виола - Джонс показал лучшие результаты точности 95% по сравнению с алгоритмом модели цвета кожи 85%

Таблица 3.2 – конфигурации компьютера.

Название параметра	Характеристика
Производитель	Lenovo
Модель	V580C
Операционная система	Microsoft Windows 10
Тип системы	64 – разрядная операционная система, процессор x64
Центральный процессор (ЦП)	Intel Core(TM) i5-3230U
Частота процессора	2.60 ГГц
Оперативная память	8 Гб
Видеокарта	Intel HD Graphics 4000
Объем видеопамати	1792 Мб

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ СОНЛИВОСТИ ВОДИТЕЛЯ.

4.1.1 Этап предварительной обработки

Этап предварительной обработки является основной стадией предлагаемой системы определения безопасности и сонливости водителя, которая состоит из двух различных процессов. Они есть;

- Стадия обнаружения лица и глаз
- Обработка изображения

Камера будет захватывать изображения водителя и отправлять его через этап предварительной обработки, чтобы определить лицо и глаза водителя. На этом этапе алгоритмы обработки изображений используются для преобразования живого видеопотока в последовательность цифровых изображений. После преобразования система передаст эти изображения на этап определения местоположения.

4.1.2 Стадия определения положения

На этом этапе система обнаружения безопасности и сонливости водителя будет использовать классификатор Haar Cascade для определения точного положения лица и глаза. Haar Cascade Classifier - обученный набор данных, который используется для распознавания объектов. Эта стадия состоит из двух разных процессов для обнаружения лица и глаз. Они есть;

- Каскад Хаара распознавание лиц
- Обнаружение глаза каскада Хаар

После этих процессов эти изображения будут переданы на следующий этап системы.

4.1.3 Этап оценки обнаружения

На этом этапе предлагаемая система будет определять состояние глаз. По сути, система отслеживает, веки и определяет, находятся ли оба глаза в открытом или закрытом состоянии. Если веки закрыты, радужная оболочка (темная область глаза) будет невидима, и это будет распознаваться как состояние закрытия глаза.

Принимая во внимание сценарий, система предупредит водителя звуком, если процент состояния закрытия глаза выше, чем процент обнаружения, предоставленный водителем.

4.2 Каркас пользовательского интерфейса прототипа

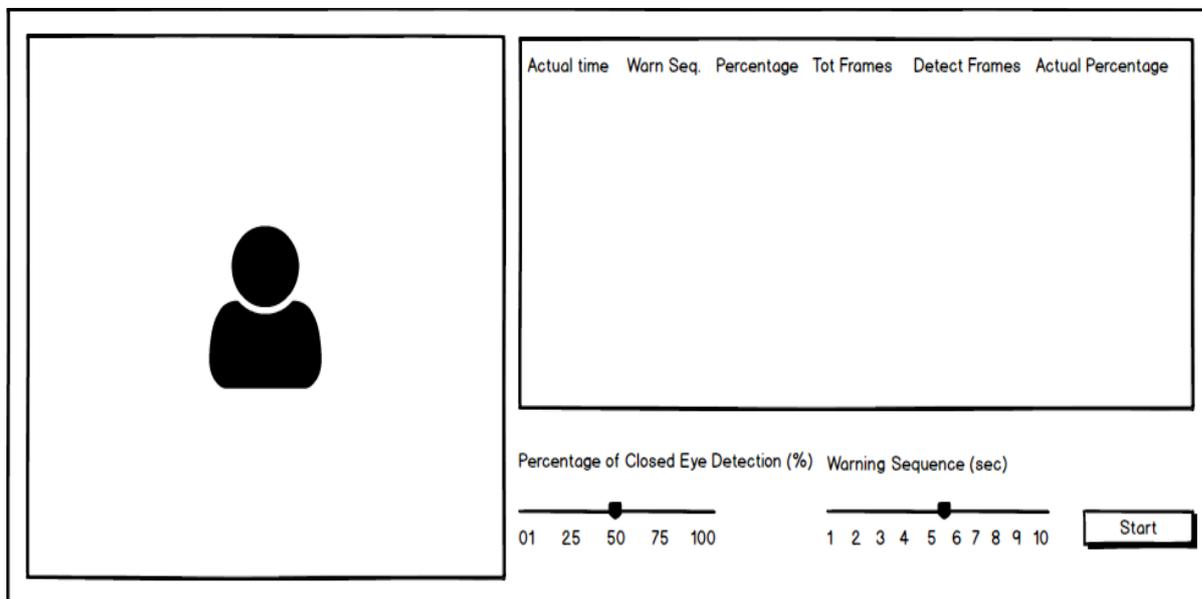


Рисунок 4.1 Каркас Пользовательского Интерфейса

Предлагаемый пользовательский интерфейс системы безопасности водителя и обнаружения сонливости выполнен так, как показано на рисунке 4.1. Предлагаемая система предоставит возможность водителю выбрать последовательность предупреждений (продолжительность времени, которое водитель требует от системы для обработки изображений и предоставления предупреждений) и процент обнаружения (процент обнаруженных изображений с закрытыми глазами в пределах указанной последовательности предупреждений) в соответствии с его предпочтениями. После того, как последовательность предупреждений и процент обнаружения установлены драйвер может запустить систему, нажав кнопку Пуск в нижней части интерфейса системы.

Кроме того, система предоставит ряд статистических данных в пользовательском интерфейсе, таких как фактическое время, последовательность предупреждений, процент обнаружения, общее количество кадров, подсчитанных в течение времени, обнаруженные кадры (изображения с закрытыми глазами) и

фактический процент. Эти статистические данные позволят получить общее представление о состоянии водителя.

4.3 Графический интерфейс пользователя

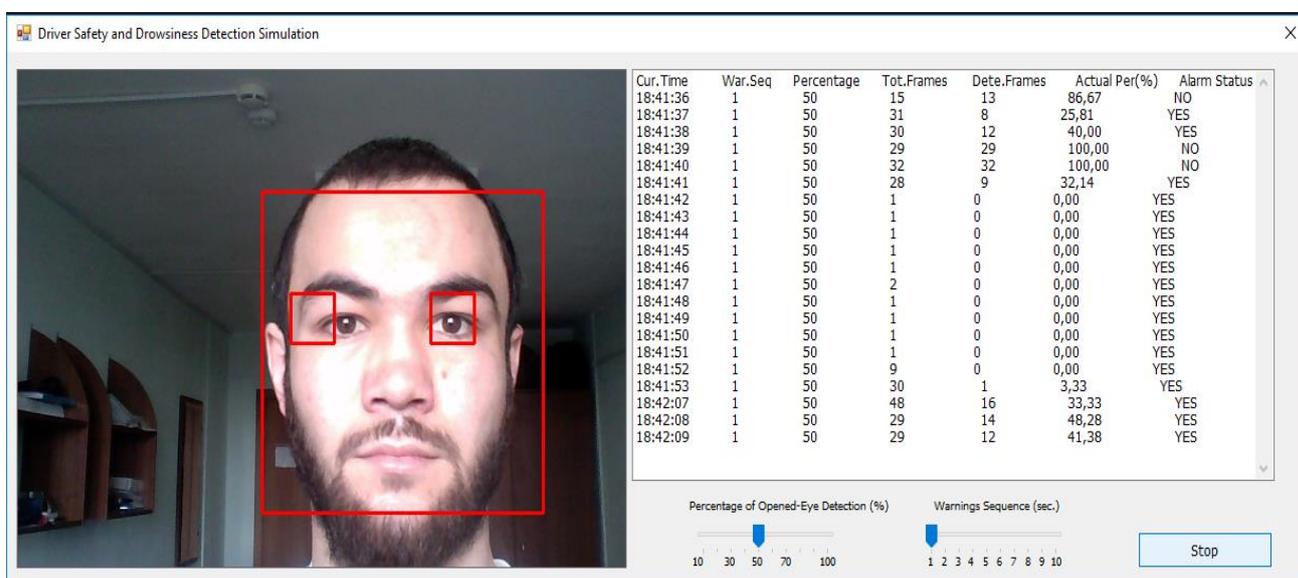


Рисунок 4.2 Графический пользовательский интерфейс моделирования безопасности и обнаружения сонливости водителя

Выше показан реализованный графический и интерфейс пользователя каркаса предложенного решения, упомянутого в разделе 4.2. Ниже приведены описания статистики драйверов, показанные в правой части графического интерфейса.

Cur.Time =, War.Seq = последовательность предупреждений, Percentage = процент обнаружения закрытых глаз, Tot.Frames = общее количество кадров, снятых веб-камерой в выбранной последовательности предупреждений, Dete.Frames = количество идентифицированных кадров изображения как кадры с открытыми глазами, Actual Per = Фактический процент закрытых глаз, Alarm Status = Обозначает, был ли сигнал тревоги активирован или нет.

4.4 Диаграмма вариантов использования



Рисунок 4.3 Диаграмма вариантов использования

В системе симуляции обнаружения безопасности и сонливости водителя определим одного актера, который является водителем. Водитель может выполнить следующие четыре варианта использования в предложенной системе моделирования. Они есть;

1. Запустите симуляцию для определения лица и глаз.
2. Остановите симуляцию, чтобы прекратить обнаружение лица и глаз.
3. Привод может настраивать такие параметры, как изменение последовательности предупреждений или изменение процентной ставки для закрытых глаз.
4. Водитель может просматривать статистику, сгенерированную путем анализа видео в реальном времени, полученного через веб-камеру.

4.5 Диаграмма деятельности

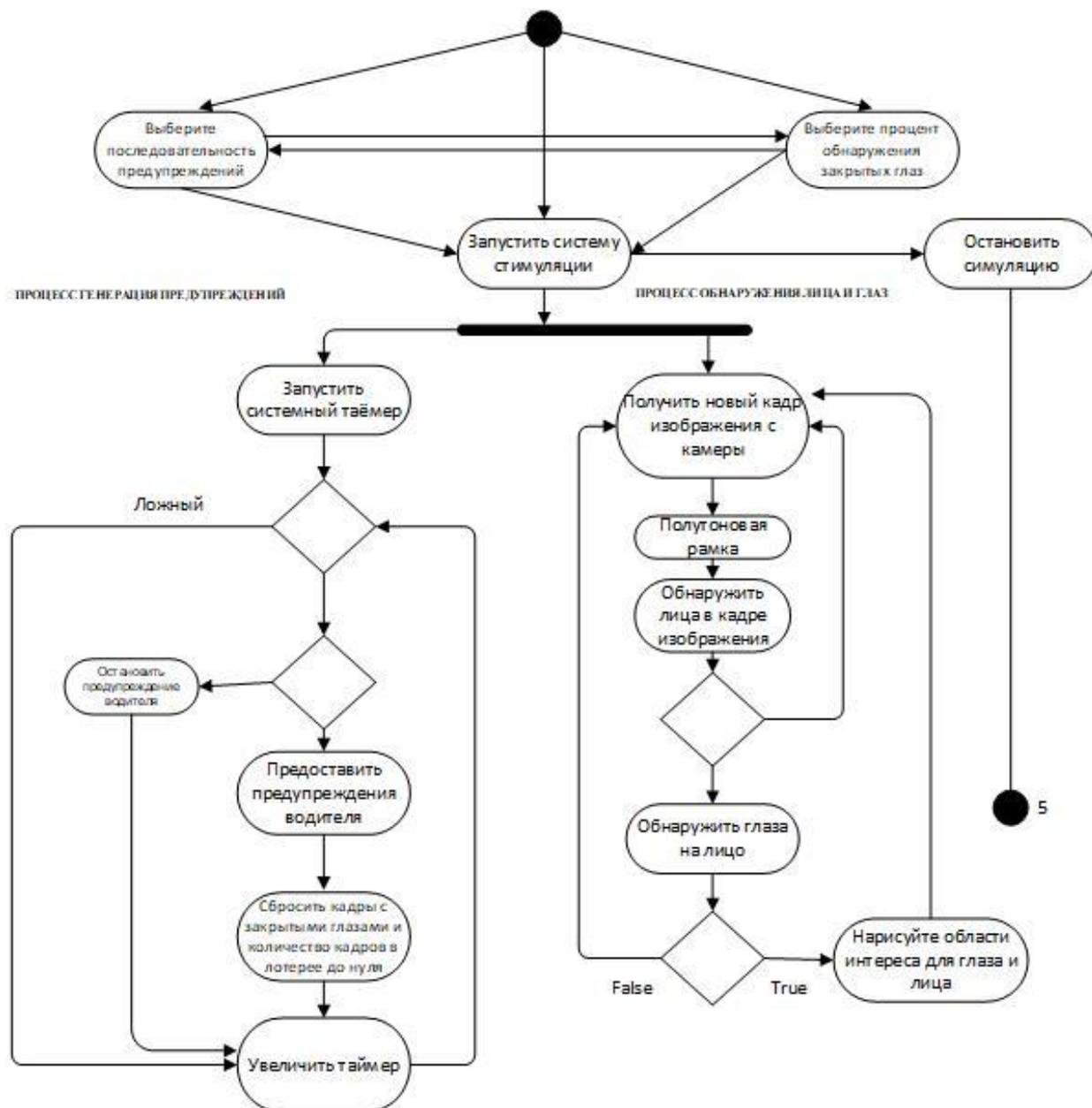


Рисунок 4.4 Диаграмма деятельности

Система симуляции обнаружения безопасности и сонливости водителя имеет два основных процесса, которые выполняются одновременно. Это процесс генерации предупреждений, а другой - процесс обнаружения лица и глаз.

Водитель может запустить систему моделирования со значениями по умолчанию или может настроить процент обнаружения закрытого глаза и параметры последовательности предупреждений соответственно перед началом моделирования. Если водитель предпочитает, он также может изменить параметры после запуска симуляции. После запуска симуляции оба вышеупомянутых основных процесса запускаются и работают асинхронно. Процесс генерации предупреждений зависит от процесса обнаружения лица и глаз. Водитель также может остановить симуляцию при необходимости.

В процессе обнаружения лица и глаз встроенная веб-камера будет захватывать видео в реальном времени. Видеопоток представляет собой последовательность кадров изображения, и в этом процессе все кадры изображения отличаются от видеопотока. Каждый из кадров изображения преобразуется в серые изображения (которые также известны как серое масштабирование), так что шум будет удален из цветных изображений, и это облегчит вычислительный процесс этих изображений. Серое масштабирование также устранит все нежелательные цветовые каналы, поэтому сократит время на обработку изображений. После того, как изображения были преобразованы в изображения в оттенках серого, при моделировании используются существующие наборы данных лица и глаз HaarCascade для обработки изображений в оттенках серого для обнаружения лица и открытых глаз.

Сначала он пытается определить лицо на изображении, и если симулятор не может определить лицо, он захватывает следующий кадр изображения, увеличивая при этом переменную «количество закрытых глаз». Если лицо обнаружено, система удостоверяется, что количество обнаруженных лиц точно равно одному. Это потому, что мы не заинтересованы в многократном обнаружении лиц в этой конкретной модели. При обнаружении лица симуляция начнет обнаружение, как левого, так и правого глаза. Если глаза не обнаружены, переменная «количество закрытых глаз» увеличивается, и она переходит к следующему кадру изображения в последовательности. Если обнаружены оба глаза, то система нарисует прямоугольную рамку вокруг лица, а также глаза,

чтобы указать, что система обнаружила глаза. Этот процесс непрерывно происходит, пока симуляция не будет принудительно завершена водителем.

Процесс генерации предупреждений выполняется в отдельном потоке в симуляции. Сначала он проверяет, равны ли текущие секунды, потраченные в процессе, последовательности предупреждений, выбранной водителем. Если нет, то симуляция ничего не делает. Но если это выбранная последовательность предупреждений водителем, то симуляция вычисляет фактический процент закрытых глаз для этой временной последовательности, как показано ниже.

Фактический процент закрытых глаз (%) = (количество кадров с закрытыми глазами / общее количество кадров) * 100 .

Если фактическая процентная ставка для закрытых глаз больше или равна пользовательской процентной ставке для закрытых глаз, настроенной водителем, генерируется аварийный сигнал. В противном случае сигнал тревоги будет остановлен. И последнее, но не менее важное: система также запишет всю статистику драйверов в файл в качестве добавленной стоимости, чтобы эти данные можно было использовать в целях машинного обучения в качестве будущих улучшений этого моделирования.

4.6 Диаграмма классов

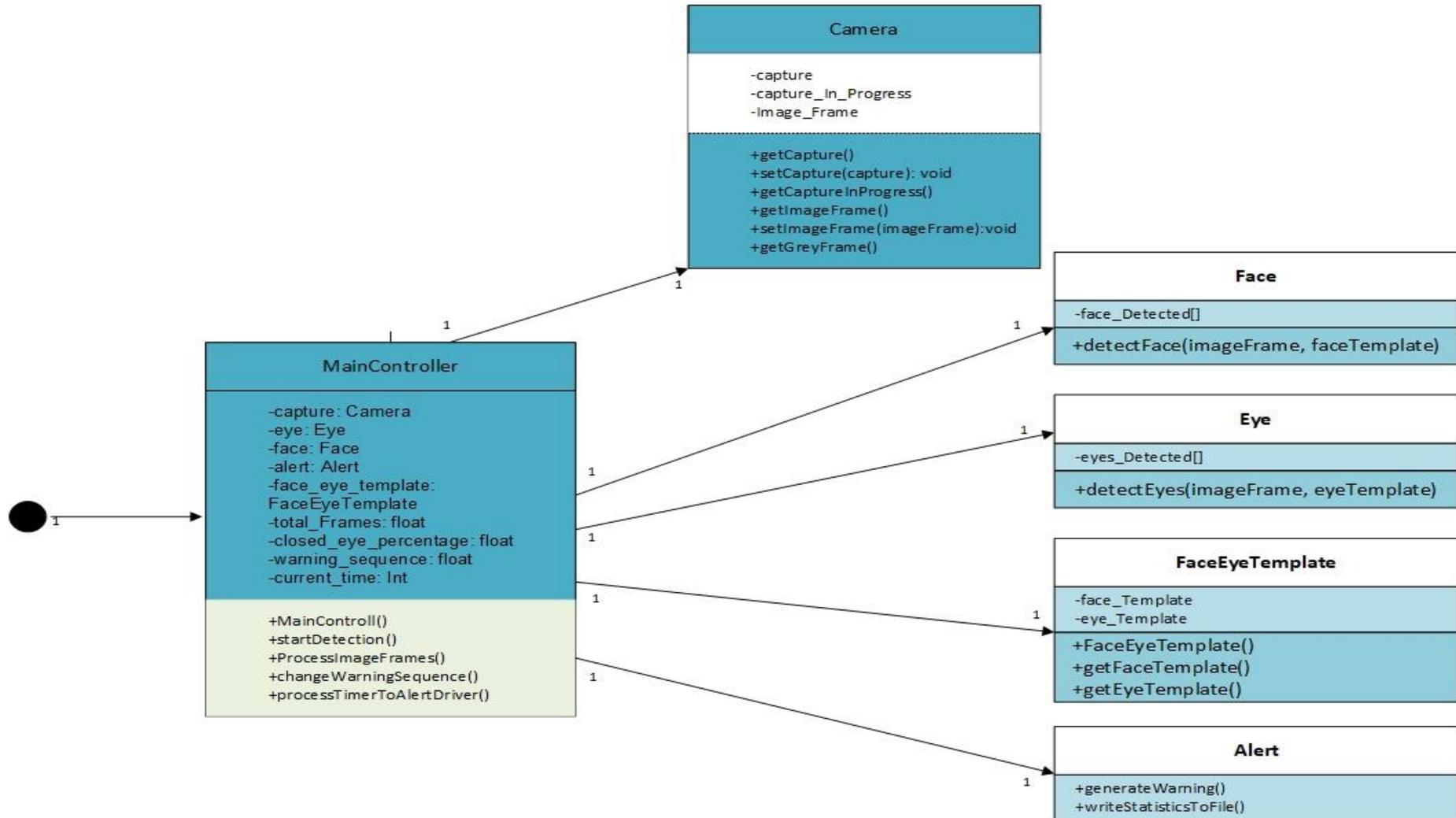


Рисунок 4.5 Диаграмма классов

В системе моделирования определил шесть основных классов, как показано на диаграмме выше, и это Alert, Camera, Face, Eye и FaceEyeTemplate и контроллер. Класс контроллера контролирует все остальные классы и передает все сообщения из графического интерфейса пользователя в классы и наоборот. Более того, класс контроллера запускает параллельные процессы, которые представляют собой процесс предупреждения и процесс обнаружения лица и глаз, чтобы выдавать предупреждения водителю.

Класс Camera отвечает главным образом за функции, связанные с веб-камерой, такие как доступ к камере и потоковому видео в реальном времени, разделение потокового видео в кадрах изображения, масштабирование серого и т. Д. Класс FaceEyeTemplate отвечает за загрузку наборов данных лица и глаз каскада Хаара в систему моделирования. Классы Face и Eye отвечают за процессы обнаружения лица и глаз соответственно, в то время как класс Alert создает звуковые сигналы и записывает статистику драйвера в текстовый файл. Каждый из вышеупомянутых классов имеет отношение «один к одному» с контроллером.

5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

5.1. Предпроектный анализ

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

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

Результатом выполнения магистерской диссертации является программный комплекс, оценивающий сонливость водителя.

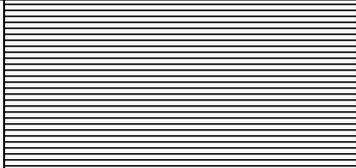
Целевым рынком, на котором будет реализовываться в будущем разработка, является организации, осуществляющие услуги междугородних пассажирских перевозок, таксопарки, а в перспективе, на крупных предприятиях, осуществляющие перевозку не только людей, но и транспортировку различных грузов. Потенциальными потребителями являются в первую очередь частные лица – водители.

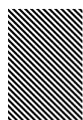
В целях проведения анализа потребителей результата исследования необходимо было провести сегментацию подходящего целевого рынка. Исходя из полученных данных была построена карта сегментирования, представленная в таблице 4.1.

В качестве критерия для сегментации использовался вид платформы, на котором будет запускаться разрабатываемое ПО: веб-приложение, приложение для мобильных устройств, или же приложение для настольных персональных компьютеров.

Таблица 4.1 – Карта сегментирования рынка.

		Прибор контроля сна		
		StopSleep	Обнаружение сонливости водителя Bosch	Анти-Сон Пилот
Размер ком-	Крупные			
	Средние			

	Мелкие			
--	--------	--	--	--



Фирма А



Фирма Bosch



Фирма ASP Technology Ltd, Дания

Исходя из полученной карты следует вывод, что менее конкурентными являются разработка программы для мелких и средних фирм. Как правило, мелкие фирмы обходятся различными приборами, расположенными на машине. Средние организации востребованы в разработке своих программ, которых сейчас подавляющее количество на рынке. Более крупные же организации не могут отказаться от реализации как обычных версий для водителей.

Решение о разработке аналогичной программы оценки сонливости водителя было принято с учетом простоты доступа, цены и эксплуатации пользователем.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Так как данный проект (B_{ϕ}) разрабатывается в целях использования водителями, для обнаружения сонливости водителя, корректно в качестве конкурентов рассмотреть существующие решения, используемые в транспортных компаниях. Первым таким решением ($B_{к1}$) является прибор STOP SLEEP. Вторым способом ($B_{к2}$) является прибор “Анти Сон”.

Оценочная карта сравнения с конкурентными системами приведена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентно-способность		
		B_{ϕ}	$B_{к1}$	$B_{к2}$	K_{ϕ}	$K_{к1}$	$K_{к2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							

1. Удобства эксплуатации	0,11	5	3	5	0,55	0,33	0,55
2. Безопасность	0,07	5	3	5	0,35	0,21	0,35
3. Надежность	0,05	4	5	4	0,2	0,25	0,2
4. Функциональные возможности	0,11	5	5	3	0,55	0,55	0,33
5. Качество интеллектуального интерфейса	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5
6. Минимальная потребность в ресурсах	0,07	5	3	5	0,35	0,21	0,35
7. Простота эксплуатации	0,05	4	4	5	0,2	0,2	0,25
8. Точность результатов	0,08	5	5	5	0,4	0,4	0,4
9. Устойчивость к влиянию внешним факторам	0,04	5	3	5	0,2	0,12	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность	0,05	5	5	3	0,25	0,25	0,15
2. Стоимость реализации	0,1	4	3	5	0,4	0,3	0,5
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,04	5	4	5	0,2	0,16	0,2
4. Послепродажное обслуживание	0,03	5	4	5	0,15	0,12	0,15
5. Доступность	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5
Итого	1	67	55	65	4,8	3,9	4,63

Из приведенного анализа следует, что разрабатываемая программа контроля сна более доступно в цене. Также наша программа более эффективно по сравнению с конкурентами.

Таким образом, из проведенного анализа следует, что реализуемая разработка является серьезным конкурентом для своих аналогов. Основными особенностями являются низкая цена, высокая функциональность, минимальная потребность в ресурсах и удобства в эксплуатации пользователями.

5.1.3 SWOT-анализ

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

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, поставить «+» или «-». Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 3.

Результаты полученного SWOT-анализа приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проек-та:
	<p>С1. Повышение производительности и эффективности работы пользователей.</p> <p>С2. Оптимизация различных задач.</p>	<p>Сл1. Отсутствие достаточного опыта в подобного рода проектах. Сл2. Большой набор требований к продукту со стороны потребителей.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Добавление нового функционала по желанию заказчиков;</p> <p>В2. Привлечение новых заказчиков и аудитории;</p> <p>В3. Достижение универсального прибора для оценки сонливости водителя.</p>	<p>В1С1С3С4С5. При эксплуатации созданной программы, заказчик может быть заинтересован в добавлении новых работ в уже разработанный прибор.</p> <p>В2С1С2С3С4С5. Наличие веб-приложения в открытом доступе позволит привлечь новую аудиторию.</p> <p>В3С3С4С5. Постоянное внедрение новых лабораторных работ в уже имеющийся прибор добавлять новые виды взаимодействия со всевозможными объектами, что влечет за собой создание универсального</p>	<p>В1Сл2Сл4. Отсутствие возможности расширения лабораторного комплекса самим заказчиков влечет за собой необходимость изучения новой лабораторной работы разработчиком, что может потребовать много времени.</p> <p>В2Сл1. При появлении новых заказчиков на малый штат сотрудников ложится слишком большая нагрузка из-за числа разрабатываемых проектов.</p>

	устройства для оценки сонливости водителя.	
Угрозы: У1. Отсутствие известности проекта; У2. Появление конкурентов на рынке; У3. Выявление новых незамеченных при тестировании ошибок.	У2С3С4С5. Появление новых конкурентов на рынке и выявление новых ошибок в ходе эксплуатации может привести к изменению способов оптимизации, серьезному внедрению в код программы.	У2Сл2Сл4. Появление новых конкурентов может потребовать расширение уже имеющихся комплексов, что будет занимать некоторое количество времени из-за незнания предметной области разработчиком и из-за отсутствия возможности масштабирования самим заказчиком. У3Сл1. Появление внезапных, необнаруженных при тестировании препарат ошибок, может вызвать застой в работе водителя машины.

Исходя из результатов SWOT-анализа, можно сделать вывод о том, что при разработке системы большое внимание должно уделяться задаче оптимизации и повышения производительности работы, поскольку благодаря таким сильным сторонам системы обеспечивается защита от угроз, а также открываются возможности по расширению такой системы.

5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Для того, чтобы оценить готовность научной разработки к коммерциализации, необходимо заполнить специальную форму, содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта. Оценка готовности проекта к коммерциализации приведена в таблице 4.4

Таблица 4.4 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации.

п/п	Наименование	Степень проработанности	Уровень имеющихся
-----	--------------	-------------------------	-------------------

		научного проек- та	знаний у разработчика
1	Определён имеющийся научно-технический задел	5	4
2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	3
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	3
4	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	5	5
5	Проработан механизм реализации научного проекта	4	4
	ИТОГО БАЛЛОВ	21	19

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i , \quad (2)$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Исходя из результатов таблицы 3, значение $B_{\text{сум}}$ составило 40, что соответствует средней перспективности проекта. Анализируя показатели проработанности проекта, можно сделать вывод о том, что слабой стороной проекта является маркетинговая сторона вопроса, следовательно, для реализации проекта необходимо привлечь специалистов в сфере маркетинга, продумать вопросы финансирования со стороны предприятия.

В качестве метода для коммерциализации программного продукта был рассмотрен инжиниринг. Выбор данного метода обуславливается, поскольку данная система предполагает предоставление заказчику комплекс инженерно-технических услуг и вводом такой системы в эксплуатацию.

5.2 Инициализация проекта

5.2.1 Цели и результаты проект

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в уставе проекта.

Ниже, в таблицах представлены необходимые данные, которые входят в устав проекта.

Таблица 4.5 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
НИ ТПУ	
Предприятия, осуществляющие перевозку людей и грузов	Разработка программного обеспечения для оценки сонливости водителя.

Далее в таблице 4.5 указаны цели и результаты проекта.

Таблица 4.6 – Цели и результаты проекта

Цели проекта:	Разработка удобного, эффективного, точно и недорогого приложения, использующего алгоритмы обработки изображений и видео для обнаружения сонливости водителя.
Ожидаемые результаты проекта:	- Высокий уровень точности - Оптимизация работы пользователей с программным продуктом - Повышение эффективности имеющихся средств для оценки сонливости водителя.
Критерии приемки результатов проекта:	Разработка запланированного функционала для нормальной работы пользователей.
Требования к результату проекта:	- Удобный не дорогой интерфейс и функционал для водителя

- Автоматизация всего процесса.

5.2.2 Организационная структура проекта

На этапе организационной структуры работы проекта решались следующие вопросы: определить, кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определить роль каждого участника в данном проекте, а также прописать функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте. Данная информация представлена в таблице 4.7

Таблица 4.6 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1	Ботыгин Игорь Александрович	Руководитель	Координация деятельности проекта	20 (16 дней по 1,25 ч)
2	Аюбов Аюбджон Абдуллоджонович, ТПУ, отделение ИТ, магистрант	Исполнитель	Разработка программ-ного продукта	672

5.2.3 Ограничения и допущения проекта

Факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также параметры проекта, которые не будут реализованы в рамках данного проекта представлены в таблице 4.8

Фактор	Ограничения/допущения
3.1 Бюджет проекта, руб.	151 110 руб.
3.1.1 Источник финансирования проекта	НИ ТПУ
3.2 Сроки проекта:	12.01.2019 – 31.05.2019
3.2.1 Дата утверждения плана управления проектом	12.01.2019
3.2.2 Дата завершения проекта	31.05.2019

5.3 Планирование управления научно-техническим проектом

5.3.1 План проекта

В рамках планирования выпускной квалификационной работы построен календарный график работы (таблица 4.9).

Таблица 4.9 – Календарный план проекта в рабочих днях

Код и название этапа работы	Длительность, дни	Дата начала работы	Дата окончания работы	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1. Постановка задачи	1	12.01	13.01	Руководитель, Исполнитель
2. Утверждение технического задания	12	14.01	28.04	Исполнитель, Руководитель
3. Моделирование виртуальной среды	12	29.01	12.02	Исполнитель
4. Изучение предметной области	40	13.02	01.04	Исполнитель
5. Создание системы управления	3	02.04	05.04	Исполнитель Руководитель
6. Создание логики работы	12	06.04	20.04	Исполнитель
7. Тестирование и исправление ошибок	15	21.04	08.05	Исполнитель
8. Оформление пояснительной записки, подведение итогов	17	09.05	31.05	Исполнитель
Итого:	Исполнитель	112		
	Руководитель	16		

Календарный план-график проекта с помощью диаграммы Ганта представлен в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Код работы (из ИСР)	Вид работ	Испол-нители	Т _к , кал, дн.	Продолжительность выполнения работ														
				янв.		фев.			март			апр.			май			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Постановка целей и задач, получение исходных данных	Руководитель, Исполнитель	1															
2	Подбор и изучение материалов по тематике	Исполнитель, Руководитель	14															
3	Проектирование автоматизированной системы	Исполнитель	14															
4	Разработка автоматизированной системы	Исполнитель	48															
5	Тестирование программного продукта, анализ результатов	Заказчик, Исполнитель, Руководитель	3															
6	Исправление и корректировка ошибок, выявленных в процессе тестирования	Исполнитель	14															
7	Разработка дополнительного функционала	Исполнитель	18															
8	Оформление пояснительной записки, подведение итогов	Исполнитель, Руководитель	23															



- исполнитель



- руководитель

5.4 Бюджет научного исследования

5.4.1 Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

Разработка данного программного продукта не предполагает больших затрат на приобретение специальных материалов или оборудование. Основными затратами выступает покупка канцелярских принадлежностей. Результаты по данной статье были занесены в таблицу 4.11.

Таблица 4.11 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Марка, размер	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Бумага форматная белая для офисной техники	Paperline Gold, A4	500 листов	0,5	280
Шариковая ручка синяя	PILOT, 0,7 мм	2 шт	58	116
Всего за материалы				396
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)				16
Итого				412

$$C_m = 412 \text{ руб.}$$

5.4.2 Основная заработная плата

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (4.3)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (4.4)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;
 $T_{\text{раб}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дн.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дп}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{43\,763,2 \cdot 10,4}{251} = 1813,3$$

$$Z_{\text{дп}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{16\,463,2 \cdot 10,4}{251} = 682 \quad (4.5)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:
 при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;
 при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн. (таблица 11).

Месячный должностной оклад работника вычисляется по формуле:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (4.6)$$

где $Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томск).

На настоящем этапе сформирована команда из ключевых специалистов во главе с руководителем, имеющим опыт реализации подобных проектов. Расчёт стоимости их услуг представлен в таблице ниже:

Таблица 4.12 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
• выходные дни	52	52
• праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
• отпуск	48	48
• невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	251

Расчёт основной заработной платы исполнителей системы выбирается на основе системы оплаты труда в ТПУ (для руководителя). Для исполнителя (магистра) предусматривается расчёт оплаты труда исходя из системы оплаты труда предприятия.

Таблица 4.13 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_б$, руб.	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	33 664	1,3	43 763,2	1 813,3	3,3	5984
Магистрант	12664	1,3	16 463,2	682	112	76 384
Итого						82 368

$$Z_{осн} = 82\,368 \text{ руб.}$$

Зарботная плата	Научный руководитель	Исполнитель
Основная зарплата, $Z_{осн}$	5984	76 384
Дополнительная зарплата, $Z_{доп}$	598,4	7638,4

Зарплата исполнителя С _{зп} = Зосн + Здоп	6582,4	84022,4
Итого по статье С _{зп}	90604,8	

5.4.3 Отчисления на социальные нужды

При начислении зарплаты работникам ежемесячно производится оплата страховых отчислений в пенсионный фонд, медицинского и социального страхования. На сегодняшний день общая ставка для всех перечисленных отчислений в России составляет 30%. В таблице 4.14 перечислены отчисления на каждого из работников.

Таблица 4.14 – Отчисления на социальные нужды 27,1 %

Исполнитель по категориям	Зар.плата,руб.	Страх. отчисления, руб.
Руководитель	5984	1795
Магистрант	76 384	22 915
Итого:	82 368	24 710

$S_{внеоб} = 24\,710$ руб.

5.4.4 Оплата работ, выполняемая сторонними организациями и предприятиями

В ходе реализации проекта были использованы услуги Internet. Для оказания подобного рода услуг, был заключён договор со сторонней организацией.

Договором установлена ежемесячная плата за услуги пользования 4G-Интернетом, составляющая 800 руб./мес.

Общее количество рабочих дней равно 114 (≈ 3.8 мес.).

Для экспериментов был также арендован виртуальный сервер у хостинг-провайдера, плата за который составляет \$4/мес. (253 руб./мес.). Он использовался 2 месяца.

Таким образом, затраты на использования услуг, которые оказываются сторонними организациями составляют:

$$S_{контр} = 800 \cdot 3.8 + 253 \cdot 2 = 3546 \text{ руб.}$$

5.4.5 Затраты на электроэнергию

Затраты по данной статье включают затраты на электроэнергию компьютера в процессе разработки программного продукта.

Цена электричества составляет 5,8 руб./кВт·час.

Мощность ноутбука примерно составляет 0,05 кВт:час

Рабочий день составляет 6 часов. Общее количество рабочих дней равно 112.

Исходя из данных потребления электроэнергии, затраты составят:

$$C_{\text{электр}} = 3,30 \cdot 0,05 \cdot 6 \cdot 112 = 194,86 \text{ руб.}$$

Накладные расходы составляют 30% от предыдущих статей.

$$C_{\text{накл}} = (50\,171 + 55\,188,1) \cdot 0,3 = 31\,608$$

$$C_{\text{проекта}} = C_{\text{м}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{внеб}} + C_{\text{контр}} + C_{\text{электр}} + C_{\text{накл}} \quad (7)$$

5.4.6 Итоговый бюджет

Итоговый бюджет системы состоит из затрат на сырье, заработную плату и накладных расходов.

$$C_{\text{проекта}} = C_{\text{м}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{внеб}} + C_{\text{контр}} + C_{\text{электр}} + C_{\text{накл}} \quad (7)$$

Таблица 4.16

Группировка затрат по статьям

Статьи										
	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Научные и производственные командировки	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	Прочие прямые расходы	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
421	-		82 368	8 236	24 710	-	3546	194,86	31 608	151 110

5.4.7 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты.

Риски, которые могут возникнуть при реализации проекта приведены в таблице.

Таблица – Риски проекта

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения риска
1	Неправильный выбор метода оценки	Недостаточная идентификация рисков Невозможно применить на практике	Возможно	Существенный	Высоки	Недостаточно изучены методы оценки деятельности и организации
2	Субъективность при оценке рисков	Уровень риска Оценен неверное	Вероятно	Средний	Высоки	Нехватка необходимой информации для оценки рисков
3	Низкая эффективность проведенной работы	Потери организации во временном и материальном ресурсе	Маловероятно	Существенный	Существенный	Неправильно выбранный метод оценки, знания специалистов недостаточны
4	Риски недостаточно идентифицированы	Мероприятия по снижению рисков не проведены, как следствие, большая вероятность их	Возможно	Средний	Средний	Способ идентификации рисков выбран неверно, отсутствует необходимая ин-

		возникновения				формация
--	--	---------------	--	--	--	----------

Заключение

В ходе выполнения магистерской диссертации производилась разработка программного обеспечения для оценки сонливости водителя. Анализ конкурентоспособности показал, что получаемый на выходе продукт обладает значимыми конкурентными преимуществами, благодаря которым обеспечивается защита от угроз, который были выделены в SWOT-анализе. Итоговый бюджет проекта, исходя из расчётов всех затрат, составил около 151 тыс. руб.

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Разработанный в рамках магистерской диссертации проект является комплектом программного обеспечения, подобранного и настроенного для оценки сонливости водителя. Разработка решения производилась при помощи компьютера. Потенциальными пользователями данного программного обеспечения является организации, осуществляющие услуги междугородних пассажирских перевозок, таксопарки, а в перспективе, на крупных предприятиях, осуществляющие перевозку не только людей, но и транспортировку различных грузов.

.Независимо от конкретного применения, взаимодействие с предоставленными программами в любом случае производится с помощью программных и аппаратных средств ПЭВМ, а также с помощью периферийных устройств, подключенных к ПЭВМ.

Данный раздел посвящён анализу вредных и опасных факторов производственной среды для операторов ПЭВМ, которые будут использовать полученное решение с той или иной целью.

6.1 Производственная безопасность на стадии разработки программного обеспечения

Разработка велась в научно-технической библиотеке Томского политехнического университета. Данный кабинет оснащен несколькими персональными компьютерами (ПЭВМ), необходимой мебелью (компьютерные столы, стулья), кондиционером, датчиками дыма и противопожарной сигнализацией, огнетушителями.

Для обеспечения производственной безопасности необходимо проанализировать воздействие на человека вредных и опасных производственных факторов, которые могут возникать при разработке или эксплуатации проекта.

Производственный фактор считается вредным, если воздействие этого фактора на работника может привести к его заболеванию. Производственный фактор считается опасным, если его воздействие на работника может привести к его травме [35].

Все производственные факторы классифицируются по группам элементов: физические, химические, биологические и психофизические. Для данной работы целесообразно рассмотреть физические и психофизические вредные и опасные факторы производства, характерные как для рабочей зоны программиста, как разработчика рассматриваемой в данной работе системы, так и для рабочей зоны пользователя готового продукта – оператора ПЭВМ. Выявленные факторы представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Вредные и опасные производственные факторы при выполнении работ за ПЭВМ [36]

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Работа за ПЭВМ	1) Микроклимат; 2) Повышенный уровень электромагнитных излучений 3) Недостаточная освещённость рабочей зоны. 4) Монотонный режим работы 5) Шум	1) Опасность поражения электрическим током	1) СанПиН 2.2.4.548-96; 2) СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; 3) СанПиН 2.2.4.3359-16 4) СП 52.13330.2016; 5) ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ; 6) СНиП 21-01-97.

6.1.1 Вредные производственные факторы

6.1.1.1. Недостаточная освещённость

Растёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Световой поток лампы определяется по формуле:

Помещение лаборатории имеет размеры: длина $A = 21$ м, ширина $B = 10$ м, высота $H = 4,5$ м. Высота рабочей поверхности $h_{\text{рп}} = 0,8$ м. Требуется создать освещённость $E = 300$ лк.

Коэффициент отражения стен $R_c = 50$ %, потолка $R_n = 70$ %.

Коэффициент запаса $k = 1,8$, коэффициент неравномерности $Z = 1,1$. Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения. Выбираем светильники типа ОД, $\lambda = 1,4$.

Приняв $h_c = 1$ м, получаем $h = 4,5 - 1 - 0,8 = 2,7$ м; $L = 1,4 * 2,7 = 3,78$ м;
 $L/3 = 1,26$ м

Размещаем светильники в три ряда. В каждом ряду можно установить 11 светильников типа ОД мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 50 см. Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N = 66$.

Находим индекс помещения:

$$i = 210 / 3,2 * (21 + 10) = 2,5$$

По табл. определяем коэффициент использования светового потока:
 $\eta = 0,61$

$$\Phi = (300 * 210 * 1,8 * 1,1) / 66 * 0,66 = 1247,4 \text{ Лм}$$

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

По табл. выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛБ 20 Вт с потоком 1060 лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq (\Phi_{\text{ст}} - \Phi_{\text{расч}}) / \Phi_{\text{ст}} \leq 20\%$$

$$-10\% \leq (1247,4 - 1060) / 1247,4 * 100\% \leq 20\%$$

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{N \cdot \eta},$$

Условиям соответствует.

Определяем электрическую мощность осветительной установки
 $P=66 \cdot 20=1320$ Вт

6.1.1.2. Монотонный режим работы

При работе с ПЭВМ основным фактором, влияющим на нервную систему программиста или пользователя, является огромное количество информации, которое он должен воспринимать. Это является сложной задачей, которая очень сильно влияет на сознание и психофизическое состояние из-за монотонности работы. Поэтому меры, позволяющие снизить воздействие этого вредного производственного фактора, которые регулируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, являются важными в работе оператора ПЭВМ. Они позволяют увеличить производительность труда и предотвратить появление профессиональных болезней.

Организация работы с ПЭВМ осуществляется в зависимости от вида и категории трудовой деятельности. Виды трудовой деятельности разделяются на 3 группы: группа А – работа по считыванию информации с экрана с предварительным запросом; группа Б – работа по вводу информации; группа В – творческая работа в режиме диалога с ПЭВМ. Работа программиста- разработчика рассматриваемой в данной работе относится к группам А и Б, в то время, как деятельность пользователя приложения относится к группе В. Категории трудовой деятельности, различаются по степени тяжести выполняемых работ. Для снижения воздействия рассматриваемого вредного фактора предусмотрены регламентированные перерывы для каждой группы работ – таблица 5.3.

Таблица 5.3 – Суммарное время регламентированных перерывов в зависимости от продолжительности работы, вида категории трудовой деятельности с ПЭВМ [2]

Категория работы с ПЭВМ	Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работ с ПЭВМ			Суммарное время регламентированных перерывов, мин.	
	группа А, количество знаков	группа Б, количество знаков	группа В, ч	при 8-часовой смене	при 12-часовой смене
I	до 20 000	до 15 000	до 2	50	80
II	до 40 000	до 30 000	до 4	70	110
III	до 60 000	до 40 000	до 6	90	140

Для предупреждения преждевременной утомляемости пользователей ПЭВМ рекомендуется организовывать рабочую смену путем чередования работ с использованием ПЭВМ и без него. В случаях, когда характер работы требует постоянного взаимодействия с компьютером (работа программиста-разработчика) с напряжением внимания и сосредоточенности, при исключении возможности периодического переключения на другие виды трудовой деятельности, не связанные с ПЭВМ, рекомендуется организация перерывов на 10–15 мин. через каждые 45–60 мин. работы. При высоком уровне напряженности работы рекомендуется психологическая разгрузка в специально оборудованных помещениях [2].

6.1.1.3 Повышенный уровень шума

Люди, которым приходится работать в условиях длительного шума, обычно имеют головные боли, раздражительность, сталкиваются со снижением памяти, повышенной утомляемостью, также у многих понижен аппетит, есть боли в ушах и т. д. Перечисленные факты снижают производительность, работоспособность человека, а также качество труда [4].

Шумовой фон помещения создают десять одновременно работающих компьютеров. Также возникает шум, исходящий от принтера или телефонных аппаратов. Также источником шума является система вентиляции или шумы, поступающие извне помещения.

Во избежание негативных последствий от производственного шума, его необходимо регулировать в соответствие с нормами, которые указаны в ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Общие требования безопасности» [5].

Допустимые уровни звука и звукового давления для рабочего места разработчика-программиста согласно вышеуказанному ГОСТу 12.1.003-83 [5] представлены в таблице 5.4.

Табл. 5.4 – Предельно допустимые уровни звука (ГОСТ 12.1.003-83 [5])

Вид трудовой деятельности/ Частоты	Уровни звука и звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Научная деятельность, проектирование, программирование, Рабочие места проектно-конструкторских бюро, программистов вычислительных машин и т.д.	86	71	61	54	49	45	42	40	38

Допустимый уровень звукового давления колеблется от 38 дБ до 86 дБ при частоте от 8000 Гц до 31,5 Гц, соответственно.

Для уменьшения воздействий шума можно использовать следующие методы, согласно СНиП 23-03-2003 [6]:

- экранирование рабочих мест, то есть установка перегородок между рабочими местами;
- установка оборудования, производящего минимальный шум.

Для снижения уровня шума, производимого персональными компьютерами, рекомендуется регулярно проводить их техническое обслуживание: чистка от пыли, замена смазывающих веществ; также применяются звукопоглощающие материалы.

6.1.2 Опасные производственные факторы

6.1.2.1 Опасность возникновения пожара

Возникновение пожара является опасным производственным фактором, т.к. пожар на предприятии наносит большой материальный ущерб, а так-

же часто сопровождается травмами и несчастными случаями. Регулирование пожаробезопасности производится СНиП 21-01-97. В помещениях с ПЭВМ повышен риск возникновения пожара из-за присутствия множества факторов: наличие большого количества электронных схем, устройств электропитания, устройств кондиционирования воздуха; возможные неисправности электрооборудования, освещения, или неправильная их эксплуатация может послужить причиной пожара.

Возможные виды источников воспламенения:

- Искра при разряде статического электричества;
- Искры от электрооборудования;
- Искры от удара и трения;
- Открытое пламя [8]

Для профилактики организации действий при пожаре должен проводиться следующий комплекс организационных мер: должны обеспечиваться регулярные проверки пожарной сигнализации, первичных средств пожаротушения; должен проводиться инструктаж и тренировки по действиям в случае пожара; не должны загромождаться или блокироваться пожарные выходы; должны выполняться правила техники безопасности и технической эксплуатации электроустановок; во всех служебных помещениях должны быть установлены «Планы эвакуации людей при пожаре и других ЧС», регламентирующие действия персонала при возникновении пожара.

Для предотвращения пожара помещение с ПЭВМ должно быть оборудовано первичными средствами пожаротушения: углекислотными огнетушителями типа ОУ-2 или ОУ-5; пожарной сигнализацией, а также, в 80 некоторых случаях, автоматической установкой объемного газового пожаротушения [8].

6.1.2.2 Опасность поражения электрическим током

Поражение электрическим током является опасным производственным фактором и, поскольку программист имеет дело с электрооборудованием, то вопросам электробезопасности на его рабочем месте должно уделяться особое

внимание. Нормы электробезопасности на рабочем месте регламентируются 78 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, вопросы требований к защите от поражения электрическим током освещены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ.

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Опасность поражения электрическим током усугубляется тем, что человек не в состоянии без специальных приборов обнаружить напряжение дистанционно.

Помещение, где расположено рабочее место оператора ПЭВМ, относится к помещениям без повышенной опасности ввиду отсутствия следующих факторов: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы, высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и металлическим корпусам электрооборудования.

Основным организационным мероприятием по обеспечению безопасности является инструктаж и обучение безопасным методам труда, а также проверка знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе. К мероприятиям по предотвращению возможности поражения электрическим током относятся:

- С целью защиты от поражения электрическим током, возникающим между корпусом приборов и инструментом при пробое сетевого напряжения на корпус, корпуса приборов и инструментов должны быть заземлены;
- При включенном сетевом напряжении работы на задней панели корпуса приборов должны быть запрещены;
- Все работы по устранению неисправностей должен производить квалифицированный персонал;
- Необходимо постоянно следить за исправностью электропроводки [2, 9].

6.2 Экологическая безопасность

6.2.1 Влияние объекта исследования на окружающую среду

В данном разделе рассматривается воздействие на окружающую среду деятельности по разработке проекта, а также самого продукта в результате его реализации на производстве.

В ходе выполнения ВКР и дальнейшем использовании алгоритмов отсутствуют выбросы каких-либо вредных веществ в атмосферу и гидросферу, следовательно, загрязнение воздуха и воды не происходит.

Люминесцентные лампы, применяющиеся для искусственного освещения рабочих мест, также требуют особой утилизации, т.к. в них присутствует от 10 до 70 мг ртути, которая относится к чрезвычайно-опасным химическим веществам и может стать причиной отравления живых существ, а также загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы. Сроки службы таких ламп составляют около 5-ти лет, после чего их необходимо сдавать на переработку в специальных пунктах приема.

Во время разработки и написания ВКР образовывался мусор, такой как: канцелярские принадлежности, бумажные отходы, неисправные комплектующие персонального компьютера, люминесцентные лампы.

6.2.2 Мероприятия по защите окружающей среды

Для уменьшения вредного влияния на литосферу необходимо производить сортировку отходов и обращаться в службы по утилизации для дальнейшей переработки или захоронения. [10]

В основном, организации, занимающиеся приёмом и утилизацией ртути содержащих отходов, принимают люминесцентные лампы в массовых количествах. Лампа состоит из электронного блока — выгодный компонент для реставрации и утилизации; колба и цоколь также ценное сырье. По стране утилизацией «ртутных» ламп занимаются более 50 фирм, но единственное их условие — деньги, которые вы должны заплатить за вывоз.

Такие лампы нельзя выкидывать в мусоропровод или уличные контейнеры, а нужно отнести в свой районный ДЕЗ (Дирекция единичного заказчи-

ка) или РЭУ (Ремонтно-эксплуатационное управление), где есть специальные контейнеры. Там они принимаются бесплатно, основанием должна служить утилизация в соответствии с Управлением Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Томской области. Пункты приёма отработавших свой срок люминесцентных ламп по городам можно найти в интернете. [11]

Переработка макулатуры представляет собой многоэтапный процесс, цель которого заключается в восстановлении бумажного волокна и, зачастую, других компонентов бумаги (таких как минеральные наполнители) и использование их в качестве сырья для производства новой бумаги.

Организации, занимающиеся покупкой сломанных компьютеров на запчасти, готовы платить за запчасти деньги, которые они сэкономят на покупке новых деталей, необходимых для ремонта. Такие организации принимают даже битую и залитую чем-то технику. Компьютерная техника (или ее компоненты) может также заинтересовать тех, кто скупает старые платы и радиодетали для получения из них после переработки драгоценных и редких металлов. Многие сетевые гипермаркеты электронной техники периодически устраивают программу утилизации. Условия такие: за старую бытовую технику вам предложат неплохую скидку на последующую покупку в этом магазине. Также можно самостоятельно отвезти сломанный компьютер в пункт приема металлолома не составит труда. Такие точки приема есть в каждом городе.

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

6.3.1 Основные чрезвычайные ситуации в офисном помещении

Чрезвычайные ситуации бывают техногенного, природного, биологического, социального или экологического характера.

При работе в кабинете могут возникнуть следующие классификации чрезвычайных ситуаций:

- Преднамеренные/непреднамеренные;
- Техногенные: взрывы, пожары, обрушение помещений, аварии на си-

стемах жизнеобеспечения/природные – связанные с проявлением стихийных сил природы;

- Экологические – это аномальные изменения состояния природной среды, такие как загрязнения биосферы, разрушение озонового слоя, кислотные дожди/ антропогенные – являются следствием ошибочных действий людей;

- Биологические – различные эпидемии, эпизоотии, эпифитотии;

- Социальные – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате опасного социального явления, которое повлекло в результате человеческие жертвы, ущерб здоровью, имуществу или окружающей среде;

- Комбинированные.

6.3.2 Типичные чрезвычайные ситуации

6.3.2.1 Пожар (возгорание)

Наиболее вероятная чрезвычайная ситуация, которая может возникнуть при работе с ПЭВМ – пожар, так как в современных ЭВМ очень высокая плотность размещения элементов электронных схем. В непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода и кабели, при протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты, при этом возможно оплавление изоляции и возникновение возгорания.

Биологические, так как программист работает в кабинете и контактирует с большим количеством людей, в том числе с другими сотрудниками, то велик риск заражения одного сотрудника от другого (чем больше народу, тем выше риск). В связи с большим скоплением народа в одном помещении появляется необходимость в непрерывном проветривании, что приводит к образованию сквозняков, что так же может сказаться на здоровье. Возникновение других видов ЧС – маловероятно.

6.3.3 Действия в результате возникновения чрезвычайной ситуации и мер по ликвидации последствий

При работе компьютерной техники выделяется много тепла, что может привести к пожароопасной ситуации. Источниками зажигания так же могут служить приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, кондиционеры воздуха. Серьёзную опасность представляют различные электроизоляционные материалы, используемые для защиты от механических воздействий отдельных радиодеталей.

В связи с этим, участки, на которых используется компьютерная техника, по пожарной опасности относятся к категории пожароопасных «В».

Меры, соблюдение которых поможет исключить с большой вероятностью возможность возникновения пожара:

- Для понижения воспламеняемости и способности распространять пламя кабели покрывают огнезащитным покрытием;
- При ремонтно-профилактических работах строго соблюдаются правила пожарной безопасности;
- Помещения, в которых должны располагаться ПЭВМ проектируют I или II степени огнестойкости;
- Каждое из помещений, где производится эксплуатация устройств ПЭВМ, должно быть оборудовано первичными средствами пожаротушения и обеспечено инструкциями по их применению. В качестве средств пожаротушения разрешается использование углекислотного огнетушителя типа ОУ-2, ОУ-5 (описание ниже), а также порошковый тип. Применение пенных огнетушителей не допускается, так как жидкость пропускает ток;
- Устройства ПЭВМ необходимо устанавливать вдали отопительных и нагревательных приборов (расстояние не менее 1 м и в местах, где не затруднена их вентиляция и нет прямых солнечных лучей);
- Разрабатываются организационные меры по обучению персонала навыкам ликвидации пожара имеющимися в наличии средствами тушения пожара до прибытия пожарного подразделения.

При пожаре люди должны покинуть помещение в течение минимального времени.

В помещениях с компьютерной техникой, недопустимо применение воды и пены ввиду опасности повреждения или полного выхода из строя дорогостоящего электронного оборудования.

Для тушения пожаров необходимо применять углекислотные и порошковые огнетушители, которые обладают высокой скоростью тушения, большим временем действия, возможностью тушения электроустановок, высокой эффективностью борьбы с огнем. Воду разрешено применять только во вспомогательных помещениях.

6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.4.1 Описание правовых норм для работ, связанные с работой на ПЭВМ

Регулирование отношений между работником и работодателем, касающихся оплаты труда, трудового распорядка, особенности регулирования труда женщин, детей, людей с ограниченными способностями и проч., осуществляется законодательством РФ, а именно трудовым кодексом РФ.

Нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю.

Порядок исчисления нормы рабочего времени на определенные календарные периоды (месяц, квартал, год) в зависимости от установленной продолжительности рабочего времени в неделю определяется федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда.

Продолжительность ежедневной работы (смены) не может превышать:

- Для работников в возрасте от 15 до 16 лет – 5 часов, в возрасте от 16 до 18 лет – 7 часов;

- Для учащихся общеобразовательных учреждений, образовательных учреждений начального и среднего профессионального образования, совмещающих в течение учебного года учебу с работой, в возрасте от 14 до 16 лет –

2,5 часа, в возрасте от 16 до 18 лет – 4 часов;

- Для инвалидов – в соответствии с медицинским заключением, выданным в порядке, установленном федеральными законами и иными нормативными правовыми актами российской федерации.

Для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, где установлена сокращенная продолжительность рабочего времени, максимально допустимая продолжительность ежедневной работы (смены) не может превышать:

- При 36-часовой рабочей неделе - 8 часов;
- При 30-часовой рабочей неделе и менее - 6 часов.

Продолжительность работы (смены) в ночное время сокращается на один час без последующей отработки. К работе в ночное время не допускаются: беременные женщины; работники, не достигшие возраста 18 лет, за исключением лиц, участвующих в создании и (или) исполнении художественных произведений, и других категорий работников в соответствии с настоящим Кодексом и иными федеральными законами.

В течение рабочего дня (смены) работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания. Время предоставления перерыва и его конкретная продолжительность устанавливаются правилами внутреннего трудового распорядка или по соглашению между работником и работодателем.

Всем работникам предоставляются выходные дни (еженедельный непрерывный отдых).

Организация-работодатель выплачивает заработную плату работникам. Возможно удержание заработной платы только в случаях, установленных ТК РФ ст. 137. В случае задержки заработной платы более чем на 15 дней, работник имеет право приостановить работу, письменно уведомив работодателя.

Законодательством РФ запрещена дискриминация по любым признаками принудительный труд [9].

Если пользователь постоянно загружен работой с ЭВМ, приемлемой является поза сидя. В положении сидя основная нагрузка падает на мышцы,

поддерживающие позвоночный столб и голову. В связи с этим при длительном сидении время от времени необходимо сменять фиксированные рабочие позы. Исходя из общих принципов организации рабочего места, в нормативно-методических документах сформулированы требования к конструкции рабочего места.

Основными элементами рабочего места программиста являются: рабочий стол, рабочий стул (кресло), дисплей, клавиатура, мышь; вспомогательными - пюпитр, подставка для ног.

Взаимное расположение элементов рабочего места должно обеспечивать возможность осуществления всех необходимых движений и перемещений для эксплуатации и технического обслуживания оборудования.

Рабочие места с ЭВМ должны располагаться на расстоянии не менее 1,5 м от стены с оконными проемами, от других стен – на расстоянии 1 м, между собой – на расстоянии не менее 1,5 м. При размещении рабочих мест необходимо исключить возможность прямой засветки экрана источником естественного освещения.

При размещении ЭВМ на рабочем месте должно обеспечиваться пространство для пользователя величиной не менее 850 м. Для стоп должно быть предусмотрено пространство по глубине и высоте не менее 150 мм, по ширине – не менее 530 мм. Располагать ЭВМ на рабочем месте необходимо так, чтобы поверхность экрана находилась на расстоянии 400 – 700 мм от глаз пользователя. Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

Рабочее кресло обеспечивает поддержание рабочей позы, в положении сидя, и чем длительнее это положение в течение рабочего дня, тем жестче должны быть требования к созданию удобных и правильных рабочих сидений. Высота поверхности сиденья должна регулироваться в пределах 400 – 550 мм.

Ширина и глубина его поверхности должна быть не менее 400 мм. Поверхность сиденья должна быть плоской, передний край – закругленным. Сиденье и спинка кресла должны быть полумягкими, с нескользящим, не электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, материал которого обеспечивает возможность легкой очистки от загрязнения. Опорная поверхность спинки стула должна иметь высоту 280 – 320 мм, ширину – не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости – 400 мм. Расстояние спинки от переднего края сиденья должно регулироваться в пределах 260 – 400 мм.

Рабочее место должно быть оборудовано устойчивой и просто регулируемой подставкой для ног, располагающейся, по возможности, по всей ширине отводимого участка для ног. Подставка должна иметь ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20. Поверхность подставки должна быть рифленой, по переднему краю иметь бортик высотой 10 мм.

При организации рабочего пространства необходимо учитывать индивидуальные антропометрические параметры пользователя с соответствующими допусками на возможные изменения рабочих поз и потребность в перемещениях.

Рациональной рабочей позой может считаться такое расположение тела, при котором ступни работника расположены на плоскости пола или на подставке для ног, бедра сориентированы в горизонтальной плоскости, верхние части рук – вертикальный угол локтевого сустава колеблется в пределах 70 – 90, запястья согнуты под углом не более чем 20, наклон головы

– в пределах 15 – 20, а также исключены частые ее повороты [10].

6.4.2 Влияние реализации системы на конечных пользователей

Основным направлением реализации разработанного продукта является применение его в качестве программного алгоритма для оценки сонливости водителя. Результаты данной работы могут быть использованы в организациях, осуществляющие услуги междугородних пассажирских перевозок,

таксопарки, а в перспективе, на крупных предприятиях, осуществляющие перевозку не только людей, но и транспортировку различных грузов.

Список использованной литературы

1. Охрана труда. Основы безопасности жизнедеятельности // www.Grandars.ru. URL: <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/ohrana-truda.html> (дата обращения: 11.03.2019).
2. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901865498> (дата обращения: 10.03.2019).
3. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – М.: Центр проектной продукции в строительстве, 2011. – 70 с.
4. Борьба с шумом на производстве: Справочник / Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов; Под общ. ред. Е.Я. Юдина – М.: Машиностроение, 1985. – 400с.
5. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Общие требования безопасности. – М.: Издательство стандартов, 2002. – 13 с.
6. СНиП 23-03-2003. Защита от шума. – М.: Госстрой России, 2004. – 34 с.
7. Попов В.М. Психология безопасности профессиональной деятельности: учебное пособие / В. М. Попов; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Изд-во Новосибирского государственного технического университета, 1996 г. – 155 с.
8. Чрезвычайные ситуации при работе с ПЭВМ // Студопедия — Ваша школопедия. URL: http://studopedia.ru/8_107307_osveshchenie-pomeshcheniy-vichislitelnih-tsentrov.html (дата обращения: 16.03.2019).
9. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения: 17.03.2019).
10. Постановление Правительства РФ от 03.09.2010 N 681 (ред. от 01.10.2013) "Об утверждении Правил обращения с отходами производства и

потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде // Консультант Плюс. 2015. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_104420/e1b31c36ed1083efeb6cd9c63ed12f99e2ca77ed/#dst100007 (дата обращения: 03.04.2019).

11. Как утилизировать люминесцентную лампу?
12. <http://есо63.ru/lampalum.html> (дата обращения: 03.04.2019).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ существующих решений показал, что имеющиеся системы контроля сонливости водителя не могут адекватно оценивать состояние водителя и правильно реагировать на его действия и изменения показателей. А также эти прототипы неудобные и очень дорогие не каждый водитель могут себе позволить. В связи с этим, на данный момент является актуальным разработка системы контроля сонливости водителя. В дипломном проекте разработаны алгоритмы работы системы контроля сонливости водителя.

В рамках дипломного проекта были решены следующие задачи:

1. Выполнен анализ существующих решений
2. Произведено функциональное моделирование предметной области с использованием методологии IDEFIX и UML диаграмм.
3. Разработана система оценки сонливости водителя, где хранятся показатели водителя.
4. Проведен анализ информационной безопасности.
5. Рассчитана эффективность системы и приведено её экономическое обоснование .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Asp Technology Ltd. (2018). Anti Sleep Pilot. Retrieved from amazon: <https://www.amazon.co.uk/Asp-Technology-Ltd-ASP001-Sleep/dp/B005C3EC18>
2. Awais, M., Drieberg, M., & Badruddin, N. (2014). Driver drowsiness detection using EEG power spectrum analysis. Retrieved from ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/271481486_Driver_drowsiness_detection_using_EEG_power_spectrum_analysis
3. Beck, K., Beedle, M., Bennekum, A. v., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., . . . Thomas, D. (2001). Manifesto for Agile Software Development. Retrieved from agilemanifesto: <http://agilemanifesto.org/>
4. Bosch, R. (2012). Preventing microsleep Bosch Driver Drowsiness Detection. Retrieved from BoschChina: <http://microsite.bosch.com.cn/life/en/invented-for-life/citizen/bosch-driver-drowsiness-detection.html>
5. Cottingham, D. (2018). Technology to keep you driving in your lane: lane departure warning & lane keep assist. Retrieved from Driving tests: <https://www.drivingtests.co.nz/resources/technology-to-keep-you-driving-in-your-lane-lane-departure-warning-lane-keep-assist/>
6. Coxworth, B. (2011, January 4). Anti Sleep Pilot detects drowsy drivers. Retrieved from NEW ATLAS: <https://newatlas.com/anti-sleep-pilot-monitors-driver-fatigue/17439/>
7. cPRIME. (2018). WHAT IS AGILE? WHAT IS SCRUM? Retrieved from cprime: <https://www.cprime.com/resources/what-is-agile-what-is-scrum/>
8. Howard, B. (2017, February 27). How does lane departure warning work? Retrieved from ExtremeTech: <https://www.extremetech.com/extreme/165320-what-is-lane-departure-warning-and-how-does-it-work>
9. Jae-young, K. (2008, February 22). I do not have a hand, I just play with my mind. Retrieved from laxtha: http://www.laxtha.com/PCMinfView.asp?minf_idx=837&Brand_Name=QEEG-8&Model_Name=LXE3208&Info_Type=3

10. Ministry of Transport New Zealand. (2018, April 12). Monthly road crash statistics update - March 2018. Retrieved from Ministry of Transport: <https://www.transport.govt.nz/resources/road-safety-resources/roadcrashstatistics/monthlyoverviewofcrashstatistics/monthly-road-crash-statistics-update-march-2018/>
11. sinnaps. (2018). AGILE PROJECT MANAGEMENT: THE SPRINT METHODOLOGY. Retrieved from sinnaps: <https://www.sinnaps.com/en/project-management-blog/agile-project-management-sprint-methodology>
12. StopSleep Pty Ltd. (2017). About: StopSleep® - Electronic Anti-Sleep Alarm. Retrieved from stopsleep: <http://www.stopsleep.com.au/about-3/>
13. Stopsleep Pty Ltd. (2018). Anti Sleep Alarm for Drivers. Warns up to 5 Minutes Before Drowsiness. Beep and Vibration Doze Alert. Car Truck Safety Driving Warning Device. Stay Awake Nap Detector Technology Alertness System. Retrieved from amazon: <https://www.amazon.com/Drivers-Drowsiness-Vibration-Technology-Alertness/dp/B00A33APOU>
14. Tesla Inc. (2018). Full Self-Driving Hardware on All Cars. Retrieved from tesla: https://www.tesla.com/en_NZ/autopilot
15. Thorslund, B. (2003). Electrooculogram Analysis and Development of a System for Defining Stages of Drowsiness. Linköping, Sweden. Retrieved from <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:673960/FULLTEXT01.pdf>
16. Verma, H. (2015, August 23). Scrum Framework. Retrieved from KnowledgeBlob: <http://knowledgeblob.com/agile/scrum-framework/>
17. Система контроля состояния водителя. URL: <http://systemsauto.ru/active/monitoring-condition-driver.html>. Дата обращения 08.02.19
18. Williamson A., Lombard D.A., Folkard S., Stutts J., Courtney T.K., Connor J. L. The link between fatigue and safety. *Accid. Anal. Prev.* 2011. 43: 498–515. 5 Nabi H., Gueguen A., Chiron M., Lafont S., Zins M., Lagarde E. Awareness of driving while sleepy and road traffic accidents: prospective study in GAZEL cohort. *Br. Med. J.* 2006. 333: 75 -98

19. De Pinho R.S., da Silva-Junior F.P., Bastos J.P.C., Maia W.S., de Mello M.T., de Bruin V.M., de Bruin P.F.C. Hypersomnolence and accidents in truck drivers: across -sectional study. Chronobiol. Int. 2006. 23: 963 – 971.

20. Maycock G. Sleepiness and driving: the experience of UK car drivers. J. Sleep Res. 1996. 5: 229–237.

21. Fatigue –Web text Project co-financed by the European Commission, Directorate General Transport and Energy 16/10/2009. http://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/knowledge/pdf/fatigue.pdf

22. Система контроля усталости водителя URL: http://systemsauto.ru/active/drowsiness_detection_system.html. Дата обращения 07.05.18

23. Аварии на дорогах России, статистика. URL: <http://www.1gai.ru/autonews/514631-avarii-na-dorogah-rossii-statistika.html>. Дата обращения 07.05.18.

24. UML. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/UML>. Дата обращения 03.05.15

25. Системы с базами данных. URL: http://life-prog.ru/1_22996_baza-dannih.html. Дата обращения 06.05.18.

26. Аппаратное и программное обеспечение. URL: http://studopedia.ru/7_172590_apparatnoe-obespechenie.html. Дата обращения 13.05.18

27. Управление информационными рисками. URL: <http://fd.ru/articles/4380-upravlenie-informatsionnymi-riskami>. Дата обращения 17.05.18

28. Парадигма информационных рисков. URL: http://fa-kit.ru/main_dsp.php?top_id=591. Дата обращения 18.05.15.19. Анализ рисков и управление информационными рисками. URL: <http://itsec.by/analiz-riskov-i-upravlenie-informacionnymi-riskami/>. Дата обращения 09.05.18

29. Анализ причины и следствий дорожно-транспортных происшествий. URL:

http://www.statsoft.ru/solutions/ExamplesBase/tasks/detail.php?ELEMENT_ID=70

2/Датаобращения 02.06.18

30. Статистика ДТП в России. URL: <http://anti-gai.nilbug.ru/blog/statistika-dtp-v-rossii/>. Дата обращения 04.06.18

31. Статистика зарегистрированных транспортных средств по итогу 2014 года. URL: <http://www.1gai.ru/publ/514260-skolko-avtomobiley-zaregistrirvano-v-rossii.html#sel=6:41,6:42>. Дата обращения 13.04.19

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Раздел

« ANALYSIS OF CONDITION AND PROBLEMS IN THE SYSTEM OF ROAD TRANSPORT »

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8BM74	Аюбов Аюбджон Абдуллоджонович		

Консультант школы отделения (НОЦ) ИШНКБ, ОКД

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Консультант – лингвист отделения (НОЦ)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Диденко А.В.	к.ф.н.		

3. FACE DETECTOR OPTIMIZATION

3.1. Research and evaluation of computational efficiency of classifiers based on haar cascades

It is shown that the task of a person's face recognition is one of the most popular at the present time. Its effective solution determines the reliability of many modern systems of personal identification, security, access control, and video surveillance at thermal and nuclear power plant stations.

The realtime performance of such systems crucially depends on highly efficient and cost effective implementations of those basic techniques. For example, in systems that deal with airport security where one may be interested in object or activity recognition and tracking, face detection is a crucial technique. One of the most popular face detection algorithms for realtime applications is the viola-jones (vj) algorithm [1].

In a face detection algorithm, we must use an accurate numerical description such that it sets human faces apart from other objects in a given image. Such characteristics can be extracted with a committee algorithm called adaboost [6]. Such a committee can be created with weak classifiers to form a strong classifier by employing a voting mechanism. The viola-jones algorithm uses haar-like *rectangle features* to construct classifiers. A haar-like rectangle feature is a scalar product between the image and some haar-like *pattern*. An example of a haar-like pattern is shown in 3.1

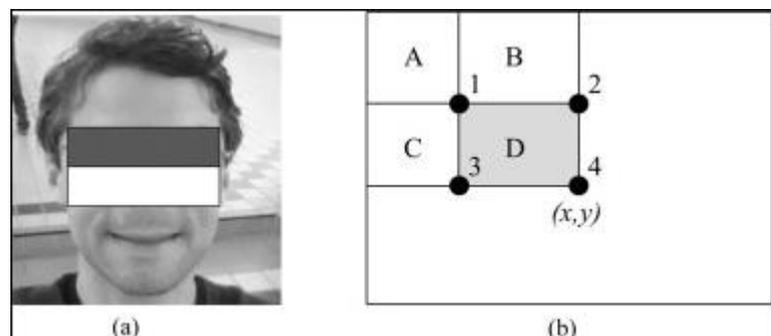


Fig. 3.1. (a) haar-like rectangle feature is calculated only by using the pixels inside the haar-like pattern (i.e., black and white rectangles). This example pattern illustrates that the area covering the eyes is usually darker than the area just above the

cheeks. (b) the sum of the pixels inside rectangle d can be computed with four array references on values of the so called integral image: $4 + 1 - (2 + 3)$.

A crucial element of the Viola-Jones algorithm is a technique to compute rectangle features very rapidly [31]. This technique uses an intermediate representation for the image, the so called integral image. The integral image at location (x, y) contains the sum of the pixels above and to the left of (x, y) .

Instead of summing up all the pixels inside a rectangular window, this technique mirrors the use of cumulative distribution functions. Using the integral image any rectangular sum can be computed in four array references as shown in Fig. 3.1.

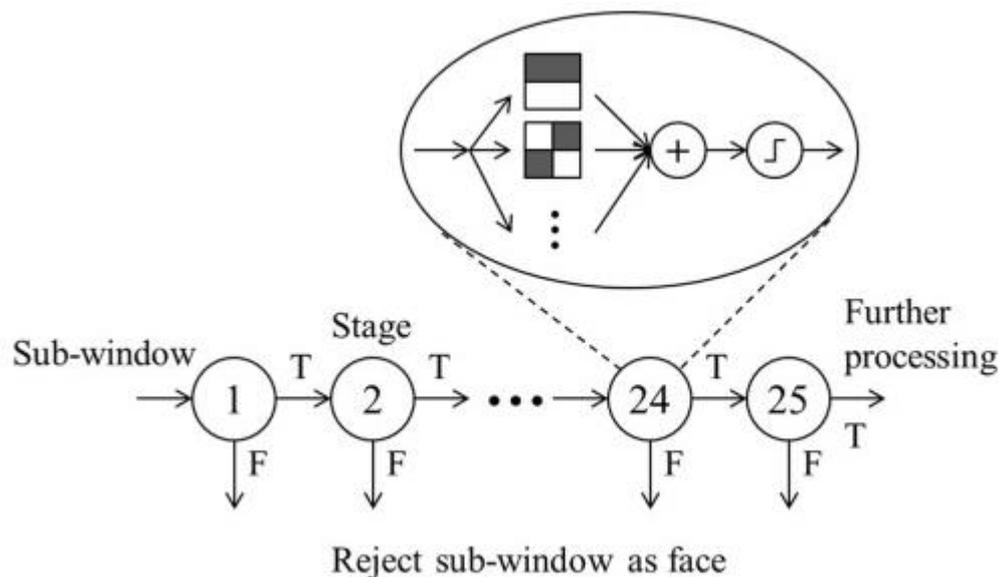


Fig. 3.2. Illustration of a cascade classifier with 25 stages as a decision tree, where at each node a threshold check is done to decide if the sub-window is rejected as no face (False, F) or if it is passed for further processing to the next stage (True, T), which means that the sub-windows still has chances to contain a face.

To be able to detect faces of different sizes, the algorithm works with a pyramid of scaled images. This allows sweeping using the same set of Haar-like patterns different scaled versions of the initial image. Thus, sliding sub-windows will sweep each of the images from the pyramid. When the outer-most for loop in the pseudocode description from Fig. 3.1 finishes its execution, the Viola-Jones algorithm would have found and marked with rectangle indicators all faces present in the original test image as well as in the scaled versions of the image.

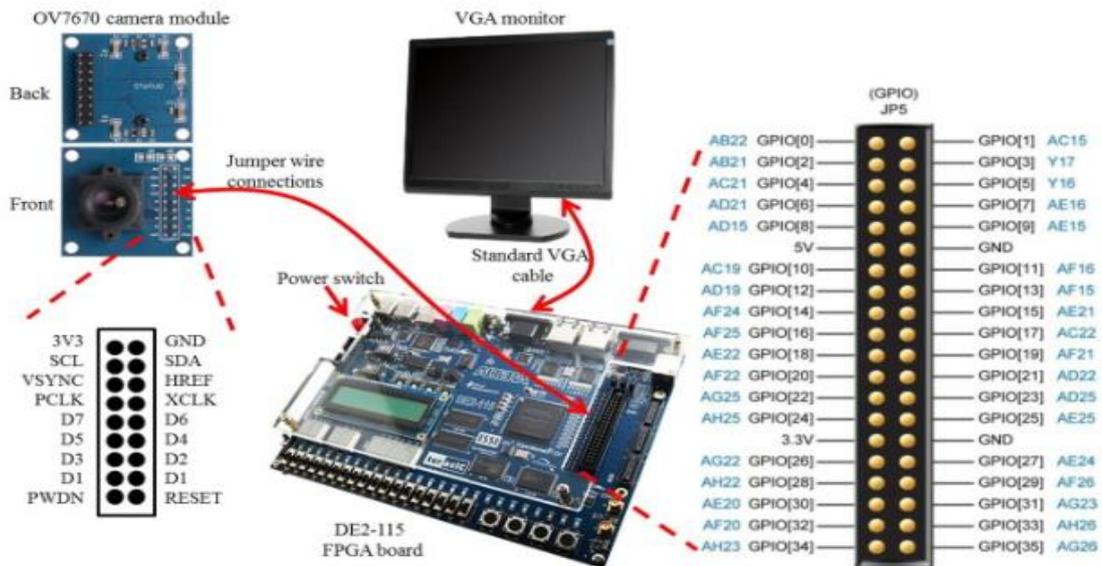


Fig. 3.3. Connections between board and camera module and display monitor.

3.3 Faces detection method based on skin color modeling

This study suggests a method to improve the speed of a sliding window type of face detector by way of skin color region detection. The face detection method by way of skin color region detection has been studied in various perspectives: Complicated background images because of the area whose color is similar to the skin color cause high false positive rates. In contrast, the face detection method based on appearance, which adopts a sliding window type, may involve high face detection rates but cause tremendous computational costs in the process of detection scanning as the image size increases, whereas the processing time is also extended accordingly. This study suggests a method to control the subwindow size and detection area of a sliding window by detecting and using the skin color region with the processing time reduced.

The very first step to be taken for such face and facial expression recognition researches is face detection to locate a face in an image. If this step fails, face recognition is impossible. Face detection is a technology to determine if a static image includes a face and detects it. A face may be seen differently depending on changes in its size, horizontal or vertical turning, profiles and front faces, facial expressions, light conditions, etc., which causes various challenges in face detection research works. Accordingly, because of the difficulty in and the importance of face detection, this area of research is regarded as an independent sector rather than a

preliminary step of face recognition. Recently, the areas of face detection application have continued increasing.

Face detection has been examined in various perspectives. It is categorized into four major methods: knowledge-based method, characteristic-based method, template matching method, and appearance-based method. First, the knowledge-based method is used to locate the eyes, nose, and mouth in a face and measure the distance between them based on the general information of human faces.

Second, the characteristic-based method includes the color-based method and utilizes structural characteristics, which are useful for face detection regardless of changes under postures and lighting conditions. Structural features include the regional characteristics, textures, shapes, and skin colors of faces. The regional features of faces include two eyes, nose, eyebrows, mouth, etc. The color-based method distinguishes skin color pixels from image pixels and views them as a specific area in determining if a face exists in an area. The skin color region classifier used in this study is one example. Some research works examine the way of face detection in the utilization of skin color pixels, and some the way of improving detection rates by using edges in addition to skin colors.

As for the appearance-based face detection method, the sliding window-based detector is commonly used in object detection [27], [37]. A number of systems utilize this in steps of facial detection, tracing, and recognition. In a detector, the classifier detects objects when a certain processing response in the sub window is returned at each location of an image. One important challenge of these research works is to avoid performance deterioration in real time processing. This study focuses on improving the speed in the step of detection. Viola suggests a cascade type of face detector, which improves speed by removing the background promptly and spending more time in processing candidate areas [18]. Nonetheless, computational costs in a sub window are quite high, and the number of sub windows is reduced, the size of sub windows is limited, or the movement unit of sub windows is increased in order to improve the speed of a classifier.

Decades, skin color-based face detection algorithms have been developed by means of various color models. As for skin color characteristics, however, false positive rates would increase and detection rates decrease when an image contains a complicated background or many spots whose colors are similar to the skin color. In contrast, as the appearance-based face detection method based mainly on the sliding window means scans the whole image and utilizes learning data, it maintains high face detection rates but the computational costs are also high. Thus, as the size of an image increases, the scanning process involves a lot of computational costs and processing time.

Skin color modeling requires the process of selecting used ones among various color models. Color models include RGB, Normalized RGB, HIS (hue, saturation, and intensity), HSL (hue, saturation, and lightness), TSL (tint, saturation, and luminance), and $YC_B C_R$. Among these, a $YC_B C_R$ color model distinguishes luminance elements from chrominance elements, and a linear conversion of an RGB color model is possible, and thus is widely used for skin color models because of simplicity and minimal operation. This study too utilizes this $YC_B C_R$ color model.

In this study, skin color regions are classified as the preliminary step to accelerate the appearance-based facial detection. Thus, algorithms that are complicated require high computational costs and speed influence is excluded. The focus is on separating skin color regions as accurately as possible. Accordingly, a certain color scope is decided for classification in designing the skin color detector.

First of all, only a simple linear conversion makes conversion into a color model possible [29]. After conversion into $YC_B C_R$., 26,214,989 pixels of Ground-Truth data were analyzed, which were skin color pixels collected to grasp the scope of pixels closest to the skin color.



Fig. 3.4 An Sample Image of Bao Database

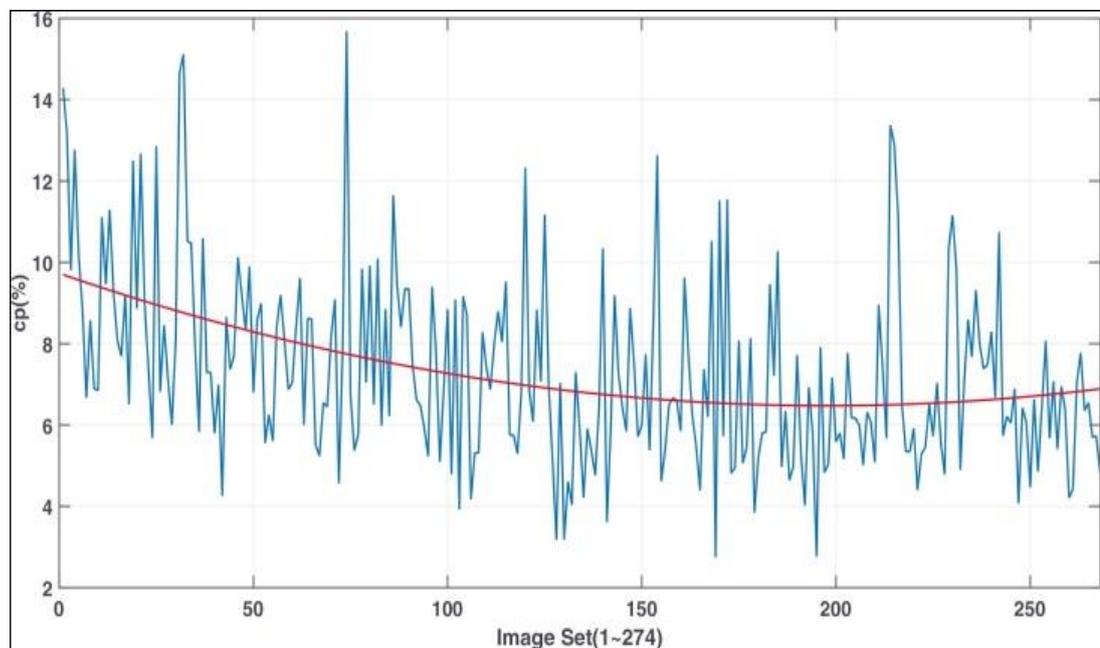


Fig. 3.5. Cost of Skin Color Based Sliding Window.

In the entire face detection process, the processing time of the skin color region classifier through the sliding window in the preliminary step should not account for a large portion in the existing algorithm's face detection time. Fig. 3.1 compares the processing rates (%) of the skin color region classifier and those of the basic sliding window type of face detector that does not apply this algorithm. The y-axis shows CP (Cost Percentage) calculated as below while the x-axis shows the index of 274 images arranged in the order of resolution.

Skin colors were commonly used as a basic element for efficient characteristic-based face detection in existing face detection researches. For decades of years,

various skin color-based face detection algorithms have been designed in utilization of different color models. However, the skin color feature is apt to be affected a lot by complicated backgrounds or regions whose color is similar to a skin color in an image. When such portions are large in an image, therefore, the false positive rates would be high with detection rates decreasing. In contrast, the appearance-based face detection method, which mainly adopts the sliding window, shows high face detection rates but the operation requires high computational costs at the same time because it scans the entire image and uses the learning data. Hence, as the image size increases, the scanning process requires high computational costs and more processing time. Further, the efficiency is low as it examines regions that are not a skin color region and thus cannot be an actual face region without color information applied in the learning and detection process.

This study suggests a face detector that utilizes the advantages of the skin color-based face detector and the sliding-based face detector. The suggested face detection model introduces the skin color region classifier with a small amount of calculation to the first step of face detection so that it excludes areas that are not face region candidates and limits the maximum size of a subwindow. In this manner, unnecessary operation is minimized.

Table 3.1. The accuracy of detection algorithms for the detection of persons

The name of the algorithm	Detection accuracy
Viola – Jones	95%
Skin color models	85%

When the face detection method of viola - Jones showed the best results of accuracy of 95% compared with the algorithm model of skin color 85%.

Table 3.2 – configuration of the computer.

Parameter name	Characteristic
Manufacturer	Lenovo
Model	V580C
Operating system	Microsoft Windows 10

Type of system	64-bit operating system, x64 processor
Central processing unit (CPU)	Intel Core(TM) i5-3230U
CPU frequency	2.60 GHz
RAM	8 Gigabyte
Video card	Intel HD Graphics 4000
Video memory capacity	1792 Mb