

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	5
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	7
1.1 Анализ поставленной задачи	7
1.2 Анализ существующих аналогов	8
1.3 Выбор метода распознавания лица на изображении.....	11
1.4 Выбор метода выделения ключевых точек лица	14
1.5 Анализ наиболее распространенных методов распознавания эмоций человека по выражению лица	17
1.6 Выбор и описание метода распознавания эмоций человека по выражению лица	18
1.7 Выбор языка программирования и среды разработки	21
1.8 Выбор библиотеки компьютерного зрения.....	24
1.9 Выбор технологии покадрового захвата и отображения видео	26
1.10 Выбор средства проектирования	28
2 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	30
2.1 Проектирование алгоритма работы программного продукта	30
2.1.1 Проектирование алгоритма захвата и отображения кадра видеоизображения.....	31
2.1.2 Проектирование алгоритма поиска лица и его ключевых элементов	35
2.1.3 Проектирование алгоритма классификации эмоций	37
2.2 Проектирование приложения.....	39
2.2.1 Разработка диаграммы вариантов использования	39
2.2.2 Разработка диаграммы классов.....	41
2.2.3 Разработка диаграммы компонентов	49

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП-0910224-ДО-2014	Лим.	Лист	Листов
Разраб.	Селяник А.С.				Разработка системы распознавания эмоций человека на видеоизображении	3	120	
Провер.	Богуш Р.П.							
Реценз.								
Н. Контр.	Дровосекова Т.Н.							
Утврд.	Богуш Р.П.				УО «ПГУ» гр. 09-ВС			

3 РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ ЧЕЛОВЕКА НА ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИИ	53
3.1 Результаты реализации	53
3.2 Порядок проведения тестирования	55
4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	64
4.1 Обоснование необходимости разработки	64
4.2 Этапы разработки программного обеспечения.....	65
4.3 Расчёт себестоимости разработки программы.....	67
4.4 Расчет отпускной цены программного обеспечения в случае реализации на рынок.....	75
4.5 Экономическая эффективность использования программы.....	76
5 ОХРАНА ТРУДА.....	77
5.1 Общие сведения	77
5.2 Промышленная санитария и гигиена труда.....	81
5.3 Техническая безопасность.....	84
5.4 Электробезопасность.....	90
5.5 Пожаробезопасность.....	92
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	95
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	96
Приложение А (обязательное) Техническое задание	100
Приложение Б (обязательное) Описание программы	108
Приложение В (обязательное) Программа и методика испытаний	111
Приложение Г (обязательное) Руководство оператора	118
Приложение Д (обязательное) Результаты работы системы распознавания эмоций человека на видеоизображении.....	123

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

ВВЕДЕНИЕ

Проведя сравнительный анализ реакций людей на определенные раздражители, ученые и психологи пришли к выводу, что выражение одних и тех же эмоций на лице у различных людей затрагивает одинаковые группы лицевых мышц и, в целом, очень похоже. Это позволило разрабатывать системы автоматической классификации лицевых выражений и эмоций.

Системы автоматического распознавания эмоций человека широко применяются [1]:

- в маркетинговых исследованиях, благодаря тому, что позволяют заменить долгие и трудоемкие опросы населения, нацеленные на изучение общественного мнения;
- в охранных системах, так как могут осуществлять поиск людей, находящихся в возбужденном состоянии или в состоянии гнева, и способны привлечь внимание охраны к нему;
- в сферах развлечений, так как системы могут динамически подстраиваться под состояние человека, повышая его интерес;
- образования, благодаря возможности преподавателя получать информацию о степени заинтересованности студентов;
- психологии, так как существует возможность получать информацию о реакции человека на определенное воздействие.

Востребованность данных систем гарантирует, что разработка программного обеспечения направленного на распознавание эмоций человека сейчас является перспективной. В то же время существующие системы распознавания эмоций уже показывают внушительные результаты, поэтому разработка дешевого аналога систем распознавания эмоций на видеоизображении является актуальной.

						ДП-0910224-ДО-2014	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата			5

Целью данного дипломного проектирования является разработка программного продукта для автоматического распознавания эмоций человека по видеоизображению в реальном масштабе времени.

Достижение цели дипломного проектирования возможно после выполнения следующих этапов:

- анализ различных методов локализации человеческих лиц на изображении и их ключевых особенностей;
- анализ наиболее распространенных методов распознавания эмоций человека по выражению лица;
- разработки алгоритма, позволяющего выполнять распознавание эмоций на видеоизображении в реальном времени;
- реализации проекта в виде программного кода.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист
					ДП-0910224-ДО-2014 6

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Анализ поставленной задачи

Программный продукт будет разрабатываться для операционных систем (ОС) семейства Windows (охватывая как можно больше версий ОС Windows), и должен выполнять следующий набор действий:

- 1) осуществлять возможность выбора источника видеоизображения из видеофайлов формата .avi и .mp4, или с USB видеокамер, подключенных к персональному компьютеру;
- 2) осуществлять поиск лиц в каждом кадре видеоизображения;
- 3) осуществлять поиск ключевых точек лица, таких как зрачки, глаза, рот и брови;
- 4) осуществлять анализ положения ключевых точек лица в режиме реального времени, и на основе изменения их положения классифицировать лицо по следующим эмоциям:
 - а) нейтральное;
 - б) страх;
 - в) злость;
 - г) удивление;
 - д) отвращение;
 - е) радость.

Дополнительно должен быть реализован удобный и понятный интерфейс в современном стиле Windows Metro. Это поможет успешному продвижению программного продукта на рынке и выделит его среди конкурентов.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист
					ДП-0910224-ДО-2014

Так же необходимо выбрать наиболее подходящую технологию покадрового воспроизведения видеофайлов и видеоизображений с USB видеокамер.

Для реализации поиска лица в кадре видеоизображения необходимо проанализировать существующие алгоритмы распознавания лиц и выбрать алгоритм наиболее подходящий реализуемому программному продукту.

Для нахождения алгоритма выделения ключевых точек лица также необходимо провести анализ существующих методов и выбрать наиболее подходящий.

1.2 Анализ существующих аналогов

Из коммерческих решений на рынке систем распознавания эмоций наиболее совершенным и интересным для рассмотрения в контексте задачи распознавания эмоций на сегодняшний день является продукт FaceReader голландской компании Noldus Information Technology.

Программа может верно интерпретировать такие выражения лица, как «счастливое», «грустное», «сердитое», «удивленное», «испуганное», «недовольное» и «нейтральное». Кроме того, FaceReader способен по лицам людей определять их возраст, пол и этническую принадлежность. FaceReader не нуждается в обучении и дополнительной настройке.

В программе реализованы технологии компьютерного зрения. В частности, это метод Active Template, заключающийся в наложении на изображение лица деформируемого шаблона.

Также, реализован метод Active Appearance Model, с помощью которого можно создавать искусственную модель лица с учетом контрольных точек и деталей поверхности, и сравнивать ее с образцами, заложенными в память.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист	ДП-0910224-ДО-2014	8

Классификация происходит методами нейронных сетей с тренировочным набором в 2 000 фотографий.

Возможности программы[2]:

- средний процент распознавания эмоций равен 89%. Для некоторых эмоций он выше, для некоторых ниже;
- наклон лица может быть любым в плоскости, его система обнаружит;
- программа работает с загружаемым видео в форматах с кодеками MPEG1, MPEG2, XviD, DivX4, DivX5, DivX6, DV-AVI и uncompressed AVI, причем определять эмоции можно пофреймно, либо полностью при просмотре всего видео. Также, FaceReader может работать со статичными изображениями, а также в реальном времени, если у пользователя подключена веб-камера;
- в программе можно посмотреть гистограммы, диаграммы, процентаж выражаемых эмоций. А на таймлайне видны проявления микроподражаний в определенный промежуток времени;
- FaceReader генерирует два текстовых файла, один – это лог проявления эмоций, а другой – статический, для сопряженной с данной программой уникальной системы управления визуальными данными The Observer XT®, разработанной этой же компанией.

Недостатки программы[2]:

- FaceReader не натренирован для распознавания детей до 5ти лет;
- если человек в очках, то распознавание эмоций неточное, либо классификация не ведется;
- люди с разным цветом кожи по-разному воспринимаются системой, программа не до конца адаптирована;
- повернутое лицо не детектируется;
- системные требования;
- стоимость.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

Еще одним аналогом являются продукты Affective Computing Research Group и Face.com. Компания Affectiva известна в первую очередь поставляемыми носимыми биосенсорами Q-Sensor. У компании есть огромный опыт внедрения технологий среди Affective computing, или эмоциональных вычислительных систем, разработки идут с 1995 года. Это самая опытная группа разработчиков, занимающаяся данными технологиями[2].

Наряду с огромным количеством плюсов данные продукты имеют несколько серьезных минусов таких как:

- системные требования;
- стоимость.

В таблице 1.1 приведены основные параметры аналогов и разрабатываемого программного продукта.

Таблица 1.1 – Основные характеристики аналогов

Параметр	FaceReader	Продукты компаний Face.com и Affectiva Group	Разрабатываемый программный продукт
Простота и удобство	-	+/-	+
Локализация лица на видео	+	+	+
Низкая стоимость	-	-	+
Низкие системные требования	-	-	+
Быстродействие	+	+	+
Нахождение лиц любого цвета	+	+	+

Из данной таблицы видно, что разрабатываемый программный продукт имеет показатели на уровне конкурентов, при этом выигрывая у них в стоимости.

1.3 Выбор метода распознавания лица на изображении

При всём многообразии различных алгоритмов и методов распознавания лиц, обычно метод распознавания состоит из трёх частей[3]:

- преобразование исходного изображения в начальное представление (может включать в себя как предобработку, так и математические преобразования, например вычисление главных компонент);
- выделение ключевых характеристик (например, берётся первые n главных компонент или коэффициентов дискретного косинусного преобразования);
- механизм классификации (моделирования): кластерная модель, метрика, нейронная сеть и т.п.

Наиболее распространенные алгоритмы перечислены ниже [4]:

- метод главных компонентов (Principal Component Analysis, PCA);
- метод Виолы-Джонса;
- метод сравнения шаблонов (Template Matching);
- нейронная сеть Хопфилда.

Идея **метода главных компонентов** (Principal Component Analysis, PCA) состоит в представлении изображений лиц в виде набора (вектора) главных компонент изображений, называемых «собственные лица» (Eigenfaces). Они, лица, имеют полезное свойство: что изображение, соответствующее каждому такому вектору имеет лицеподобную форму[3].

Достоинства:

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист
					ДП-0910224-ДО-2014

- это хранение и поиск изображений в больших базах данных, реконструкция изображений [PCA];
- в идеальных условиях вероятность верного распознавания более 90%.

Недостатки:

- высокие требования к условиям съёмки изображений. Изображения должны быть получены в близких условиях освещённости, одинаковом ракурсе и должна быть проведена качественная предварительная обработка, приводящая изображения к стандартным условиям (масштаб, поворот, центрирование, выравнивание яркости, отсечение фона).
- не желательно наличие таких факторов, как очки, изменения в причёске, выражении лица и прочих внутриклассовых вариаций.

Алгоритм обучения **нейронной сети Хопфилда** существенно отличается от классических алгоритмов обучения персепtronов тем, что вместо последовательного приближения к нужному состоянию с вычислением ошибок, все коэффициенты весовой матрицы рассчитываются по одной формуле, за один цикл, после чего сеть сразу готова к работе[3].

Достоинства метода:

- точность распознавания с использованием данного метода составляет свыше 90 %, а в ряде случаев – даже приближается к 100%, что является почти отличным результатом.

Недостатки метода:

- запоминаемые образы не должны быть сильно похожи;
- сложность реализации;
- изображение не должно быть смещено или повернуто относительно его исходного состояния.

Сравнение шаблонов (Template Matching) заключается в выделении областей лица на изображении, и последующем сравнении этих областей для двух различных изображений. Каждая совпадшая область увеличивает меру

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист
					ДП-0910224-ДО-2014

сходства изображений. Для сравнения областей используются простейшие алгоритмы вроде попиксельного сравнения[3].

Недостатки:

- этого метода заключается в том, что он требует много ресурсов как для хранения участков, так и для их сравнения;
- изображения должны быть сняты в строго установленных условиях: не допускается заметных изменений ракурса, освещения, эмоционального выражения и пр.
- скорость работы.

Достоинства:

- точность распознавания с использованием данного метода составляет около 80 %, что является хорошим результатом.

Метод Виолы-Джонса является высокоэффективным для поиска объектов на изображениях и видеопоследовательностях в режиме реального времени[3,5].

Достоинства:

- готовая реализация в библиотеках компьютерного зрения;
- точность определения лиц более 90%;
- большое количество вариантов и модификаций;
- низкая степень ложного обнаружения;
- подходит для работы с видеоизображениями в реальном времени.

Недостатки:

- при повороте лица на угол более 30 градусов, вероятность верного детектирования уменьшается.

В таблице 1.2 приведены сравнительные характеристики методов.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист	ДП-0910224-ДО-2014	13

Таблица 1.2 – Основные характеристики методов

Характеристика	Виола-Джонса	PCA	Сравнение шаблонов	Нейронной сети Хопфилда
Готовые реализации	+	-	-	-
Точность обнаружения	> 90%	> 90%	>80%	90%–100%
Быстродействие	+	+/-	-	+/-
Поддержка работы в реальном времени	+	+/-	-	+/-

Так как метод Виола-Джонса ничем не уступает аналогам, и при этом имеет готовые реализации в библиотеках компьютерного зрения и, следовательно, существуют обученные классификаторы для лиц, глаз, рта и т.д, то, в целях экономии времени разработки программного продукта, целесообразно выбрать именно этот метод.

1.4 Выбор метода выделения ключевых точек лица

Для детектирования точек характеризующих объекты на изображении могут применяться следующие алгоритмы[6]:

- SURF, и его модификации;
- SIFT, и его модификации.

SURF и SIFT алгоритмы решает две задачи – поиск особых точек изображения и создание их дескрипторов, инвариантных к масштабу и вращению. Это значит, что описание ключевой точки будет одинаково, даже если образец изменит размер и будет повернут (здесь и далее мы будем

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист
					ДП-0910224-ДО-2014

говорить только о вращении в плоскости изображения). Кроме того, сам поиск ключевых точек тоже должен обладать инвариантностью. Так, что бы повернутый объект сцены имел тот же набор ключевых точек, что и образец[6].

Также существует метод, основанный на методе кумулятивных гистограмм, разработанный индийскими учеными в 2012 году. Их идея заключается в том что, для каждой области в градациях серого цвета, содержащей ключевой элемент лица, такой как глаз, рот, нос или брови высчитывается кумулятивная гистограмма по следующим формулам:

$$P_{I(x,y)}(v) = P(I(x,y) = v) = \frac{n_v}{N}, \quad (1.1)$$

где

I - интенсивность,

$0 < v \leq 255$ - интенсивность,

N – количество пикселей области,

n_v – количество пикселей определенной интенсивности.

Таким образом, на первом этапе получаем значения вероятности $P_{I(x,y)}$ встречи пикселя данной интенсивности в области.

На втором этапе высчитывается кумулятивная гистограмма CH , по формуле:

$$CH_{I(x,y)}(v) = \sum_{i=0}^v P_{I(x,y)}. \quad (1.2)$$

Затем, в зависимости от области выбирается пороговое значения, которое и классифицирует пиксель как часть ключевого элемента лица.

Так для областей рта и глаз ученые установили порог $0.01 \leq Th \leq 0.10$, а для области бровей был установлен порог $0.01 \leq Th \leq 0.25$. Если пиксель попадает в заданный порог, то ему присваивается интенсивность цвета

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист
					ДП-0910224-ДО-2014

равная 255, а если нет, то интенсивность становится 0. Пример областей лица, обработанных данным методом, представлен на рисунке 1.1.

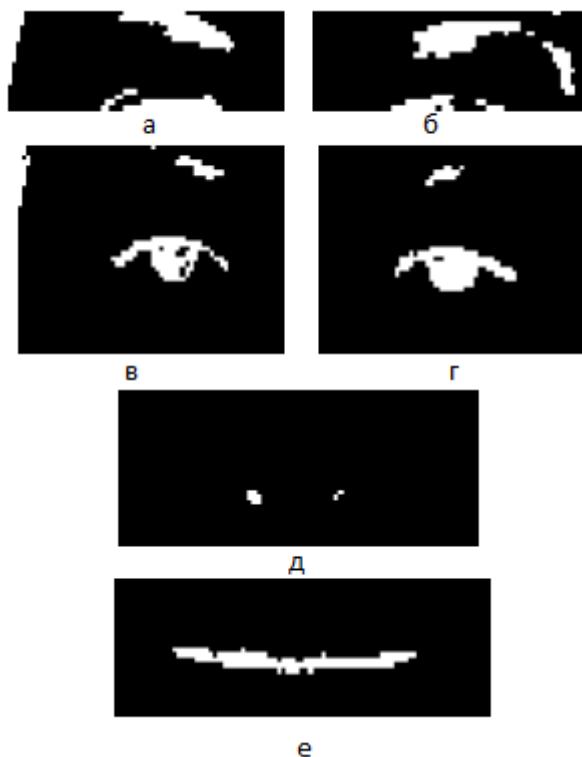


Рисунок 1.1 – Пример работы метода кумулятивных гистограмм.
Обнаруженные участки лица: а) левая бровь; б) правая бровь; в) левый глаз;
г) правый глаз; д) ноздри; е) рот

Данный метод подвергся испытаниям на обнаружения ключевых элементов лиц и показал очень хорошие результаты в различных условиях освещения[3]. Воспользовавшись связностью белых областей, не сложно реализовать алгоритм для нахождения уголков рта или найти центр масс белой области для нахождения положения брови или радужной оболочки глаза.

Таким образом, основные характеристики приведенных выше алгоритмов представлены в таблице 1.3.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист
					ДП-0910224-ДО-2014

Таблица 1.3 – Основные характеристики алгоритмов выделения ключевых точек

Параметр	SURF	SIFT	Метод кумулятивных гистограмм
Высокое быстродействие	+/-	-	+
Доступность лицензии	-	-	+
Специализация на нахождении признаков лица	-	-	+

Исходя из описания алгоритмов SURF и SIFT, которые не адаптированы для нахождения признаков лица и требуют доработки, а также таблицы 1.3, целесообразно будет применить метод кумулятивных гистограмм.

1.5 Анализ наиболее распространенных методов распознавания эмоций человека по выражению лица

Для того чтобы компьютер мог оценивать эмоции человека должны быть решены следующие задачи:

1) захват лица. Задача захвата требует определения: присутствует ли лицо в кадре видеоизображения. Если присутствует, компьютер должен получить его координаты и размер в кадре;

2) распознавание и описание особенности лица. Эта задача требует определения положения органов (глаза, нос, рот и т.д.) на лице. При этом

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист

необходимо учитывать следующие требования: точки на лице или черты лица, на которых основывается идентификация, не должны закрываться прической, бородой, маской и т.п.[17];

3) классификация. Согласно информации об особенностях лица необходимо определить, какой вид эмоции присутствует на изображении.

Методы распознавания эмоций можно разделить на три области [9-11]:

- целостные распознавания;
- локальные распознавания;
- эксрагирования деформации.

Методы целостных распознаваний анализируют эмоции человеческого лица в целом, чтобы затем найти разницу между разными изображениями: Principal Component Analysis (PCA). Данный метод имеет быстродействие, которое не позволит работать с видеоизображением в реальном времени[9].

Методы локальных распознаваний анализируют отдельные части лица, например: рот, брови и глаза. Типичные методы: Facial Actions Code System (FACS), Local PCA, нейронные сети[11].

Методы эксрагирования деформации для распознавания берут за основу изменения органов на лице, когда меняются различные выражения: Active Shape Model (ASM), Point Distribution Model (PDM). Этот метод требует долгого машинного обучения вручную и больших вычислительных ресурсов[10]. Поэтому, в рамках дипломного проектирования, не может быть применен.

1.6 Выбор и описание метода распознавания эмоций человека по выражению лица

Рассмотренные выше методы эксрагирования и целостных распознаваний не всегда позволяют распознать эмоции пользователя в

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист
					ДП-0910224-ДО-2014

реальном времени с достаточным уровнем точности на компьютеризированной платформе с небольшими вычислительными ресурсами, поэтому было решено использовать один из методов локальных распознаваний, а именно FACS (СКЛиД).

СКЛиД - Система кодирования лицевых движений. Это система для классификации выражений лица человека, разработанная Полом Экманом и Уоллесом Фризеном в 1978 году.

Это общепринятый стандарт систематической классификации физического выражения эмоций, и эта система доказала свою пользу. СКЛиД используется психологами, аниматорами, врачами[18].

Была также разработана ЭмСКЛиД — Эмоциональная система кодирования лицевых движений, авторами которой также являются П. Экман и У. Фризен. Эта разновидность системы СКЛиД рассматривает только лицевые движения, связанные с эмоциями.

Так как СКЛиД это система кодирования лицевых движений, то кодами в этой системе должны быть: двигательные единицы.

Двигательные единицы (ДЕ) – это основные движения, совершаемые отдельными мышцами или группой мышц[18].

В таблице 1.4 приведена таблица кодов ЭмСКЛиД[18] эмоций, распознавание которых должно быть реализовано в дипломном проекте.

Таблица 1.4 – Таблица кодов ЭмСКЛиД требуемых эмоций

Эмоция	Главные варианты
Удивление	1+2 1+2+26 1+2+27 26 27

Окончание таблицы 1.4

Эмоция	Главные варианты
Страх	1+2+4+5 1+2+5 5 с/без 25, 26, 27
Радость	6 6+12
Отвращение	9 10
Гнев	4 с/без 10, 25, 26, 27 4+5 с/без 10, 25, 26, 27

В таблице 1.5 представлен список двигательных единиц (ДЕ), используемых в приведенных выше эмоциях [18]:

Таблица 1.5 – Таблица двигательных единиц ЭмСКЛиД

№ ДЕ	Расшифровка
1	Подниматель внутренней части брови
2	Подниматель внешней части брови
4	Опускатель брови
5	Подниматель верхнего века
6	Подниматель щеки
9	Наморщиватель носа
10	Подниматель верхней губы
12	Растягиватель губ
25	Губы разведены

Окончание таблицы 1.5.

№ ДЕ	Расшифровка
26	Челюсть опущена
27	Рот широко открыт

После анализа таблиц ЭмСКЛиД было сформировано упрощенное представление изменений лицевых частей, в зависимости от эмоций. Оно представлено в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Упрощенное представление изменений лицевых частей в зависимости от эмоций

Эмоция	Брови	Рот	Глаза
Гнев	Опускаются	Изменяется форма	Увеличивается разрез глаз
Радость	Не изменяется	Растягивается	Не изменяются
Удивление	Поднимаются	Может быть открыт	Не изменяются
Страх	Поднимаются	Может быть открыт	Увеличивается разрез глаз
Отвращение	Немного опускаются	Поднимается верхняя губа	Не изменяются

1.7 Выбор языка программирования и среды разработки

Так как программный продукт должен быть разработан для ОС Windows, требуется обратить внимание на языки, применяемые для разработки приложений в данной ОС. На сегодняшний день основными языками программирования под ОС Windows являются[12]:

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	ДП-0910224-ДО-2014	Лист
						21

- C++;
- C#;
- Java.

Но с учетом того, что в программном продукте необходимо реализовать интерфейс в стиле Windows Metro, то целесообразно выбрать язык программирования C# так как он позволяет создавать приложения чей интерфейс наиболее похож на требуемый стиль. И, кроме того, с технологией WPF реализация таких приложений гораздо проще, благодаря сторонним библиотекам.

Одной из таких библиотек является библиотека Mahhaps.Metro. Данная библиотека распространяется на бесплатной основе, с возможностью ее использования в коммерческих продуктах, и позволяет реализовывать приложения в стиле Windows Metro, под ОС начиная с Windows Vista. Так как для ее функционирования требуется Microsoft Net Framework 4.5.

Для полноценной работы с WPF могут быть использованы 2 среды: Visual Studio и Expression Blend.

Visual Studio – это интегрированная среда разработки. Она компилирует WPF приложение с помощью программы MSbuild. Среда содержит хороший редактор XAML-кода. При перетаскивании элементов на главное окно разрабатываемого приложения происходит автоматическое редактирование XAML-кода. Верно и обратное утверждение: ручное изменение XAML-кода незамедлительно отражается на графическом интерфейсе. Это позволяет значительно ускорить разработку простых частей приложения, и в тоже время сохраняет возможность вручную контролировать наиболее ответственные фрагменты интерфейса. С помощью редактирования свойств элементов возможно создание разнообразных интерфейсов с необычным оформлением. При этом не часто приходится править код вручную и подбирать числовые значения – частично реализуется давняя мечта программистов о программировании без использования

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

клавиатуры, с использованием только мыши. Но это касается только редактирования XAML-кода[12].

Редактор кода C# реализует все функции, характерные для Visual Studio: подсветка кода, intellisense (подсказки при написании имён объектов, классов, констант), сворачивание разделов кода и т.д. Редактор оснащён встроенным отладчиком, который позволяет пошагово выполнять программу и просматривать значения переменных, массивов, анализировать стек вызовов.

Таким образом, интегрированная среда разработки Visual Studio обеспечивает полный цикл разработки приложения, включающий разработку графического интерфейса и программного кода.

Среда Microsoft Expression Blend также предоставляет возможность редактирования XAML-кода. Она предназначена для создания Web-интерфейсов и настольных приложений. Присутствует также возможность написания программного кода. Но возможности редактора программного кода гораздо меньше по сравнению с Visual Studio[13]. Сравнительный анализ средств разработки представлен в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Сравнительный анализ средств разработки

Критерий анализа	Microsoft Visual Studio	Microsoft Expression Blend
Высокая функциональность редактора XAML-кода	+	+
Высокая функциональность редактора программного кода	+	-
Доступность	-	-

Так как Expression Blend ориентирован, прежде всего, на дизайнерскую работу, а не на программирование, а в реализуемом программном продукте довольно сложная логика работы. Этот факт делает наиболее целесообразным выбор Microsoft Visual Studio в качестве среды разработки.

Таким образом, в качестве языка разработки был выбран C#, а в качестве среды разработки Microsoft Visual Studio.

1.8 Выбор библиотеки компьютерного зрения

Определившись с языком программирования нужно выбрать библиотеку компьютерного зрения.

Библиотека компьютерного зрения в данном проекте необходима, для локализации лица человека на кадре видеоизображения по методу Виолы-Джонса, а также для различных параметрических обработок кадра видеоизображения, таких как изменение размера, цветокоррекция и прочее.

Проанализировав существующие библиотеки компьютерного зрения, которые поддерживают язык программирования C# и имеют требуемые функции, были выделены следующие:

- EmguCV;
- AForge.NET;
- Accord.NET.

Emgu CV - кроссплатформенная "обёртка" (wrapper) для .NET библиотеки обработки изображений OpenCV от компании Intel, эта библиотека часто используется в системах машинного зрения[14].

AForge.NET – open-source библиотека, предназначенная для разработчиков и исследователей в области компьютерного зрения и

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист	ДП-0910224-ДО-2014	24

искусственного интеллекта (обработка изображений, нейронные сети, генетические алгоритмы, робототехника и т.д.).

Accord.NET – open-source библиотека, основанная на библиотеке AForge.NET, но включающая дополнительные алгоритмы обработки изображений.

Все приведенные выше библиотеки имеют схожий функционал, но наглядное сравнение представлено в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Сравнительный анализ библиотек компьютерного зрения

Критерий сравнения	EmguCV	AForge.NET	Accord.NET
Реализация распознавания лиц на основе метода Виолы- Джонса	+	+/-	+
Широкие возможности обработки изображений	+/-	+/-	+
Широкие возможности математических алгоритмов	+/-	+/-	+
Большое число документации	+	+/-	+/-

Не смотря на отсутствие полной документации логично выбрать библиотеку компьютерного зрения Accord.NET, так как у нее есть все необходимые функции, которые могут понадобиться. При этом возможности данной библиотеки больше чем у других.

1.9 Выбор технологии покадрового захвата и отображения видео

Сейчас для ОС Windows основным фреймворком работы с видео является DirectShow. Он поддерживает много языков программирования, в том числе и C#[20].

DirectShow – это фреймворк и API, позволяющий Windows-приложениям управлять широким спектром устройств аудио/видео ввода, включающий (но не ограниченный) DV камеры, веб-камеры, DVD-устройства, карты TV-тюнеров. Оно поддерживает также различные форматы, от WAV и AVI до Windows Media. DirectShow[19].

Аудио и видеопотоки могут быть обработаны самыми разными способами. Они могут быть скомбинированы, проанализированы, перемешаны, скопированы, сгенерированы, изменены и т.д. В DirectShow все эти операции скрыты в фильтрах - СОМ-объектах, имеющих стандартное поведение. Фильтры, читающие файлы, расщепляющие бинарные данные на разные (например, аудио и видео) потоки - демультиплексоры, фильтры-компрессоры и фильтры-декомпрессоры, фильтры, отображающие аудио или видеоданные, фильтры - драйверы устройств - все это фильтры, которые знают, как они должны взаимодействовать, кроме обработки данных, - с другими фильтрами - для передачи потоковых данных. Приложения соединяют эти фильтры в необходимом порядке[19].

Фильтры могут быть трех основных типов: фильтры источников для ввода, фильтры преобразования для обработки и фильтры рендера для отображения информации.

Фильтр источника вводит данные в поток. Эти данные он может получать из файла или, например, видеокамеры, веб-камеры и т.д. DirectShow тесно связана с Windows-драйвером (Windows Driver Model - WDM); любое медиаустройство с правильно реализованным WDM-драйвером

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист
					ДП-0910224-ДО-2014

автоматически предоставляется для приложения как DirectShow фильтр источника[19].

Фильтры преобразования получает входящие данные от некоторого другого фильтра, обрабатывают их и посылают следующему фильтру. Фильтры преобразования могут анализировать потоки, кодировать их и декодировать и т.д., т.е. проводить анализ или манипуляции над аудио и видеоданными. DirectShow предоставляет множество разнообразных фильтров преобразования для управления различными сжатиями и форматами файлов[19].

Фильтры рендеринга принимают данные от фильтров источников или преобразования и отображают их на экране, выводят через колонки, в файлы, устройства и т.д. Часть "Direct" в названии "DirectShow" отражает тот факт, что фильтры рендеринга используют технологии DirectDraw и DirectSound для передачи данных в видео- и звуковую карту[19].

Своими входами и выходами фильтры объединяются в единый граф. Пример графа DirectShow представлен на рисунке 1.2[20].

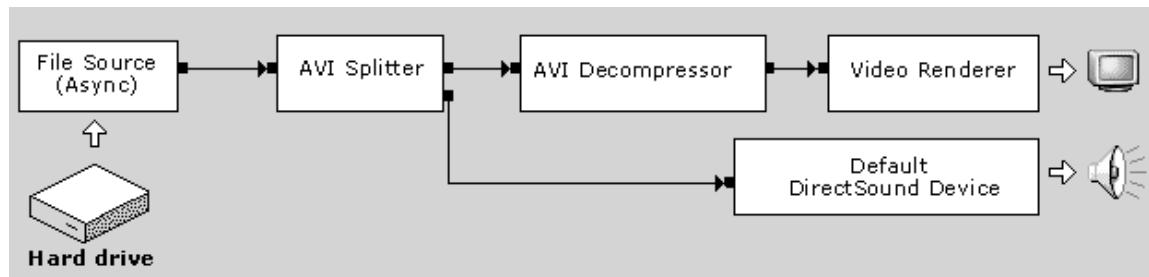


Рисунок 1.2 – Пример графа DirectShow

В данном графе фильтром источника является File Source (Async), фильтрами рендеринга - Video Renderer и Default DirectSound Device, а фильтрами преобразования - AVI Splitter и AVI Decompressor.

Так как в данном программном продукте необходимо реализовать покадровую обработку видеоизображения, то необходимо учесть тот факт, что кадр представляет собой изображение. В технологии WPF для

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

отображения изображений используется контрол Image. Для загрузки изображения он требует много времени, поэтому необходимо воспользоваться возможностями InteropBitmap.

InteropBitmap может быть использован в качестве источника изображения контрола Image. Он позволяет обновлять изображение в памяти без повторной загрузки в контрол Image, это существенно увеличивает быстродействие[21].

Таким образом, в данном программном продукте необходимо реализовать граф DirectShow, содержащий два фильтра, а именно:

- 1) фильтр источника видеоизображения;
- 2) фильтр преобразования, который будет декодировать кадр видеоизображения.

1.10 Выбор средства проектирования

Наиболее популярными инструментами проектирования являются:

- Rational Rose;
- Enterprise Architect.

Rational Rose – популярное средство визуального моделирования объектно-ориентированных информационных систем компании Rational Software Corp. Работа продукта основана на универсальном языке моделирования UML (Universal Modeling Language). Благодаря уникальному языку моделирования Rational Rose способен решать практически любые задачи в проектировании информационных систем: от анализа бизнес процессов до кодогенерации на определенном языке программирования. Только Rose позволяет разрабатывать как высокоуровневые, так и низкоуровневые модели, осуществляя тем самым либо абстрактное проектирование, либо логическое[15].

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист	ДП-0910224-ДО-2014	28

Enterprise Architect от Sparx Systems позиционируется как набор UML инструментов для бизнес и системного анализа, охватывающий все стадии разработки программного обеспечения: анализ, разработку, тестирование и поддержку. EA также может успешно служить в качестве практически полноценной системы управления требованиями, при условии, что основным инструментом описания требований является UML[16].

Сравнительный функциональный анализ: Rational Rose, Enterprise Architect представлен в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Сравнительный функциональный анализ средств проектирования

Функции, свойства	Enterprise Architect	Rational Rose
Разработка технического задания	+/-	+/-
Моделирование организационных функций и процессов	+	+
Функционально-стоимостной анализ	+/-	+
Генерация отчетов	+	+
Генерация кода приложения	+/-	+
Хранение моделей деятельности предприятий	+/-	+/-
Сложность работы	+/-	+

При анализе функционала данных средств особое внимание уделялось сложности работы со средством, так как освоение сложных в управлении программных продуктов отнимает большое количество времени, что крайне важно при реализации дипломного проектирования. Поэтому, учитывая простоту работы с Enterprise Architect, а также опыт работы с данной средой именно она будет выбрана в качестве средства проектирования программного продукта.

2 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

2.1 Проектирование алгоритма работы программного продукта

Так как в реализуемом программном продукте должна быть организована покадровая работа с видеоизображениями, источниками которых могут быть как видеофайлы, так и USB-видеокамеры, то необходимо программно разработать алгоритм, блок-схема которого представлена на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Блок-схема обобщенного алгоритма работы программного продукта

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

Из приведенной выше блок-схемы видно, что для реализации данного алгоритма должны быть решены следующие задачи:

- захват кадра и его отображение (включает в себя создание графа DirectShow, его настройку);
- покадровый поиск лица и его элементов, таких как рот, глаза и брови (включает в себя применение метода Виола-Джонса, а также метода кумулятивных гистограмм);
- анализ найденных элементов и классификация эмоций (включает в себя подсчет изменений положения элементов лица и сравнение их со значениями нейтрального лица).

Более подробное описание алгоритмов, решающих данные задачи приведено в пунктах 2.1.1–2.1.3 соответственно.

2.1.1 Проектирование алгоритма захвата и отображения кадра видеозображения

В соответствии с требованиями к реализуемому программному продукту, а также согласно описанию технологии DirectShow, приведенному в пункте 1.9 и документации[19,20,21], необходимо реализовать алгоритм, создающий требуемый граф DirectShow и его фильтры. Также данный алгоритм должен иметь DirectShow контроллер, отвечающий за контроль графа (запуск и остановку видеозахвата).

Алгоритм должен иметь возможность выбора фильтра источника из файла-источника или устройства-источника.

Далее должна осуществляться привязка нового изображение к контролю Image при помощи InteropBitmap, и дальнейшее обновление InteropBitmap.

Таким образом, основные этапы алгоритма и их описание представлено ниже:

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист	ДП-0910224-ДО-2014	31

- 1) необходимо создать граф DirectShow, для этого необходимо создать объект интерфейса IGraphBuilder. Также необходимо создать объект интерфейса IMediaControl, данный объект будет являться контроллером DirectShow, отвечающим за начало/остановку видеозахвата;
- 2) в зависимости от источника видеоизображения, требуется создать объекты интерфейса IBaseFilter для устройства-источника или файла-источника и для фильтра преобразования, который будет хранить кадры видеоизображения. Данные объекты будут являться фильтрами DirectShow. Затем необходимо добавить данные фильтры в граф DirectShow, созданный на первом этапе;
- 3) после создания графа и заполнения его необходимыми фильтрами, необходимо настроить медиаформат преобразования в фильтре преобразования DirectShow. Медиаформат должен быть установлен в Video, а формат кадра RGB32;
- 4) так как фильтры DirectShow имеют свои вводы и выводы, то для соединения фильтра источника с фильтром преобразования необходимо соединить вывод фильтра источника с вводом фильтра преобразования. После успешного соединения считываем информацию о видеоданных, а именно разрешение видео;
- 5) если разрешение соответствует требованиям, необходимо настроить график DirectShow так чтобы он считал фильтром рендеринга фильтр преобразования, и отправлял в него кадры видеоизображения;
- 6) после настройки графа, требуется запустить контроллер графа. После его запуска первый полученный кадр сохраняется в объект InteropBitmap и используется в качестве источника контроля Image. Далее, при получении следующего кадра, требуется обновление InteropBitmap;

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

7) при необходимости высвобождения задействованных ресурсов требуется остановить процедуру видеозахвата при помощи медиаконтроллера, а также удалить все созданные фильтры и графы DirectShow.

Все задействованные на этапах интерфейсы являются стандартными интерфейсами DirectShow и хранятся в Windows COM[19,20].

Блок-схема спроектированного алгоритма захвата и отображения кадра представлена на рисунке 2.2.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата		ДП-0910224-ДО-2014
						33

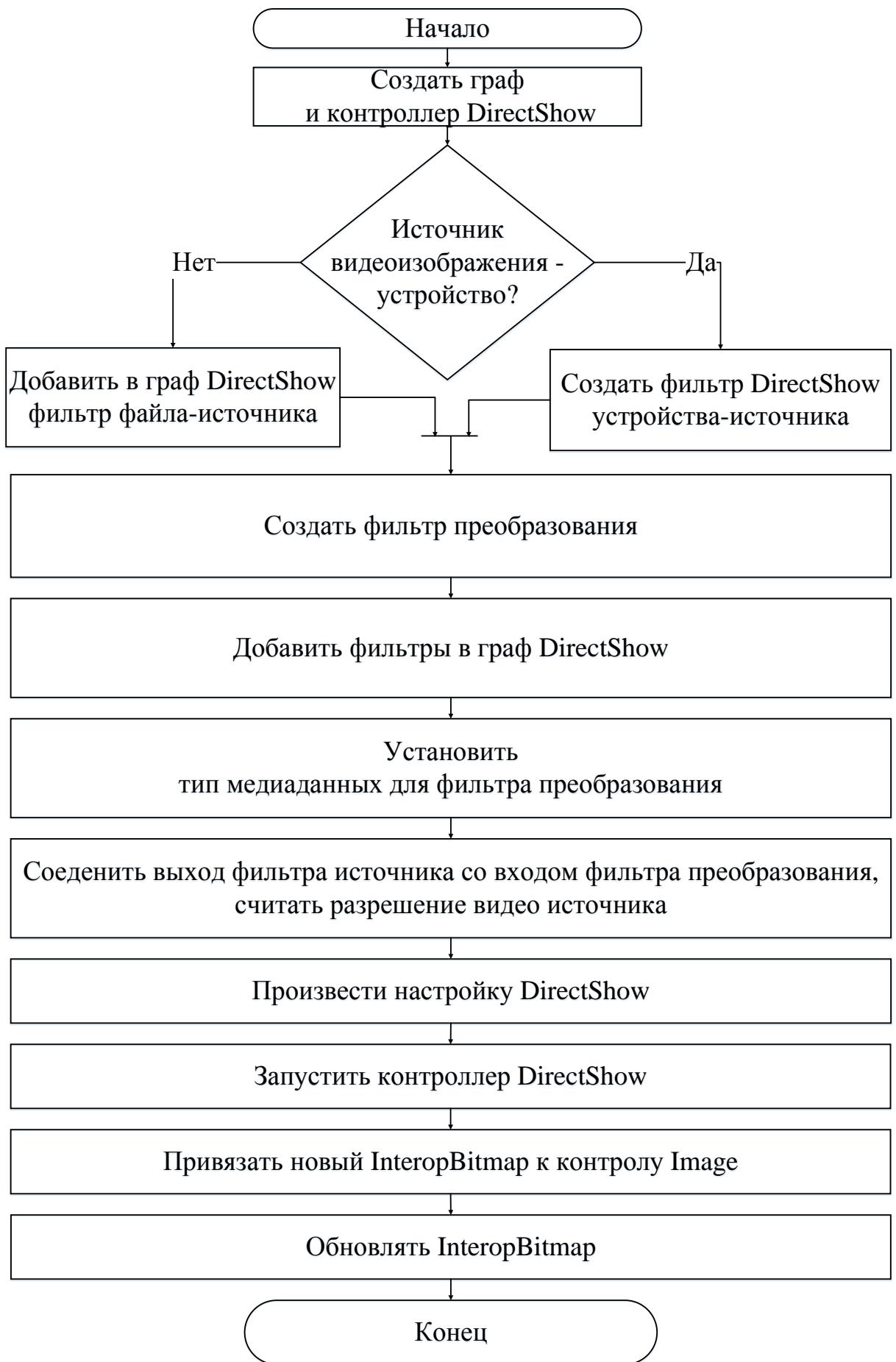


Рисунок 2.2 – Блок-схема алгоритма видеозахвата и отображения кадра

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист
					ДП-0910224-ДО-2014

2.1.2 Проектирование алгоритма поиска лица и его ключевых элементов

Для того чтобы увеличить быстродействие поиска лица по методу Виола-Джонса, сначала необходимо уменьшить размер изображения, а затем осуществлять поиск лица на уменьшенной копии кадра.

При этом необходимо учитывать, что производить поиск элементов лица, таких как глаза рот и брови, на уменьшенной копии кадра нельзя, так как это может помешать их точному обнаружению. Поэтому в полноразмерном кадре необходимо выделить область лица, увеличенную и перенесенную в координатах настолько, насколько уменьшенный кадр меньше полноразмерного, а затем в увеличенной области на полноразмерном кадре проводить поиск элементов.

После применения метода кумулятивных гистограмм к областям найденных элементов лица, будут выделены белые области (рисунок 1.1). Для каждой из белых областей, кроме области рта, необходимо рассчитать центр масс. Координаты центра масс и будут отображать положение элемента лица в кадре. Для нахождения уголков рта нужно учитывать левый и правый край белой области.

Так как при поиске лица и его элементов могут происходить ошибки их обнаружения (например, программа может не верно найти местоположение радужной оболочки глаза или уголков рта в одном из кадров, что может вызвать сбой классификации эмоций в этом кадре), то необходимо учитывать положение всех необходимых элементов лица, и для каждого из них находить усредненной значение их последних координат и сохранять их.

На рисунке 2.3 представлена блок-схема алгоритма поиска лица и его элементов.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист	ДП-0910224-ДО-2014	35

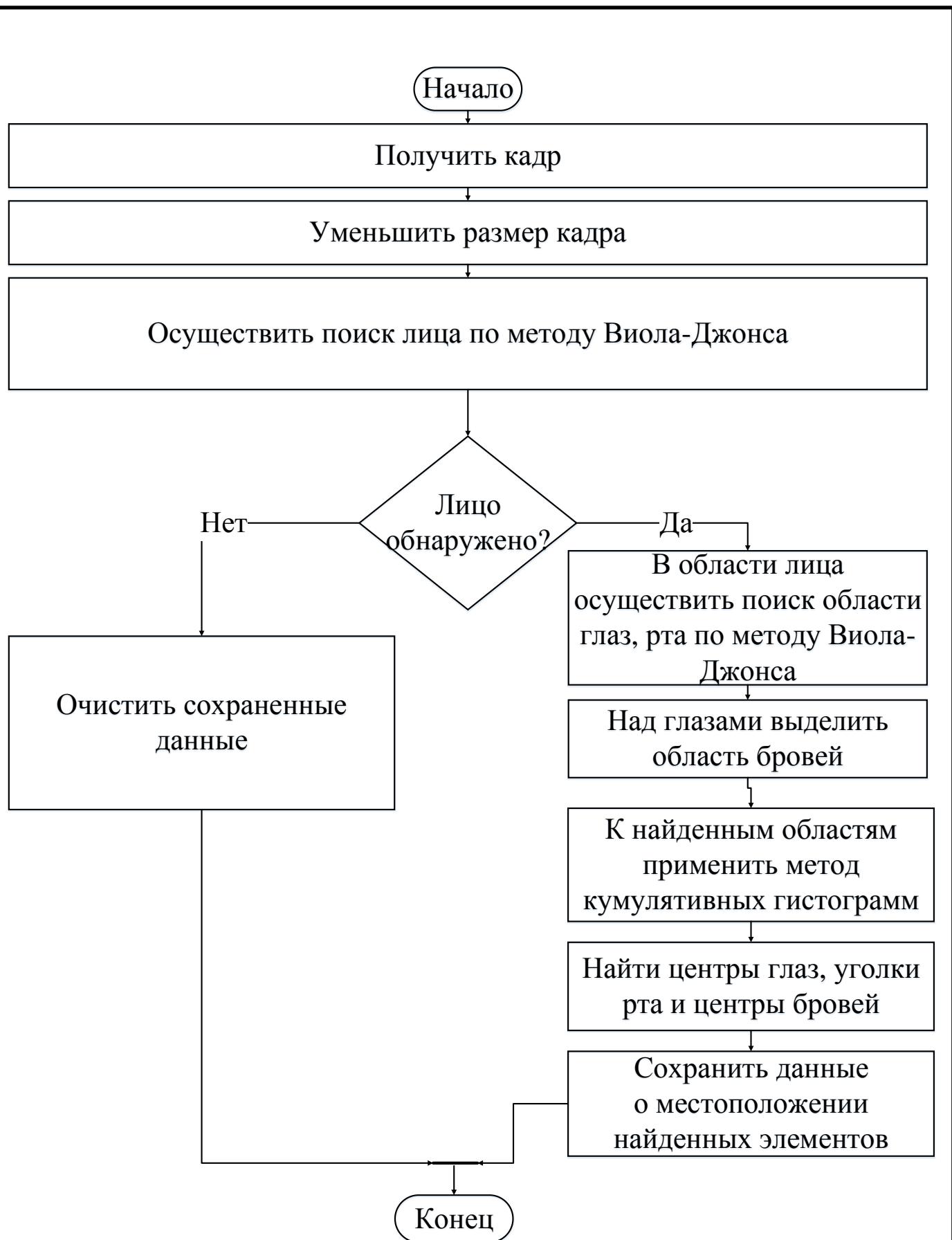


Рисунок 2.3 – Блок-схема алгоритма поиска лица и лицевых элементов

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

2.1.3 Проектирование алгоритма классификации эмоций

В результате анализа, проведенного в пункте 1.6, был спроектирован алгоритм классификации эмоций.

Для классификации эмоций необходимо выполнить следующие шаги:

- 1) сначала необходимо проинициализировать классификатор эмоций.

Для этого, при обнаружении лица в кадре необходимо запустить двухсекундный таймер, по истечению которого данные о местоположении элементов лица будут взяты как данные о нейтральном выражении лица и сохранены в классификаторе эмоций;

- 2) производить классификацию эмоций в каждом кадре не нужно, так как выражение эмоций занимает гораздо больше времени, чем один кадр видеоизображения, частота кадров которого составляет хотя бы десять кадров в секунду, поэтому в данном алгоритме классификация эмоций будет производиться каждые 5 кадров видео;
- 3) далее необходимо пройти по каскаду условий и сравнить текущие данные положения элементов лица с данными нейтрального выражения лица. Условия представлены на блок схеме алгоритма;
- 4) последним шагом будет вывод информации о текущей эмоции на экран. Также, если включено ведение лога эмоций, при изменении текущей эмоции на другую, происходит сохранение информации в файл.

Блок-схема алгоритма классификации представлена на рисунке 2.4.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист
					ДП-0910224-ДО-2014

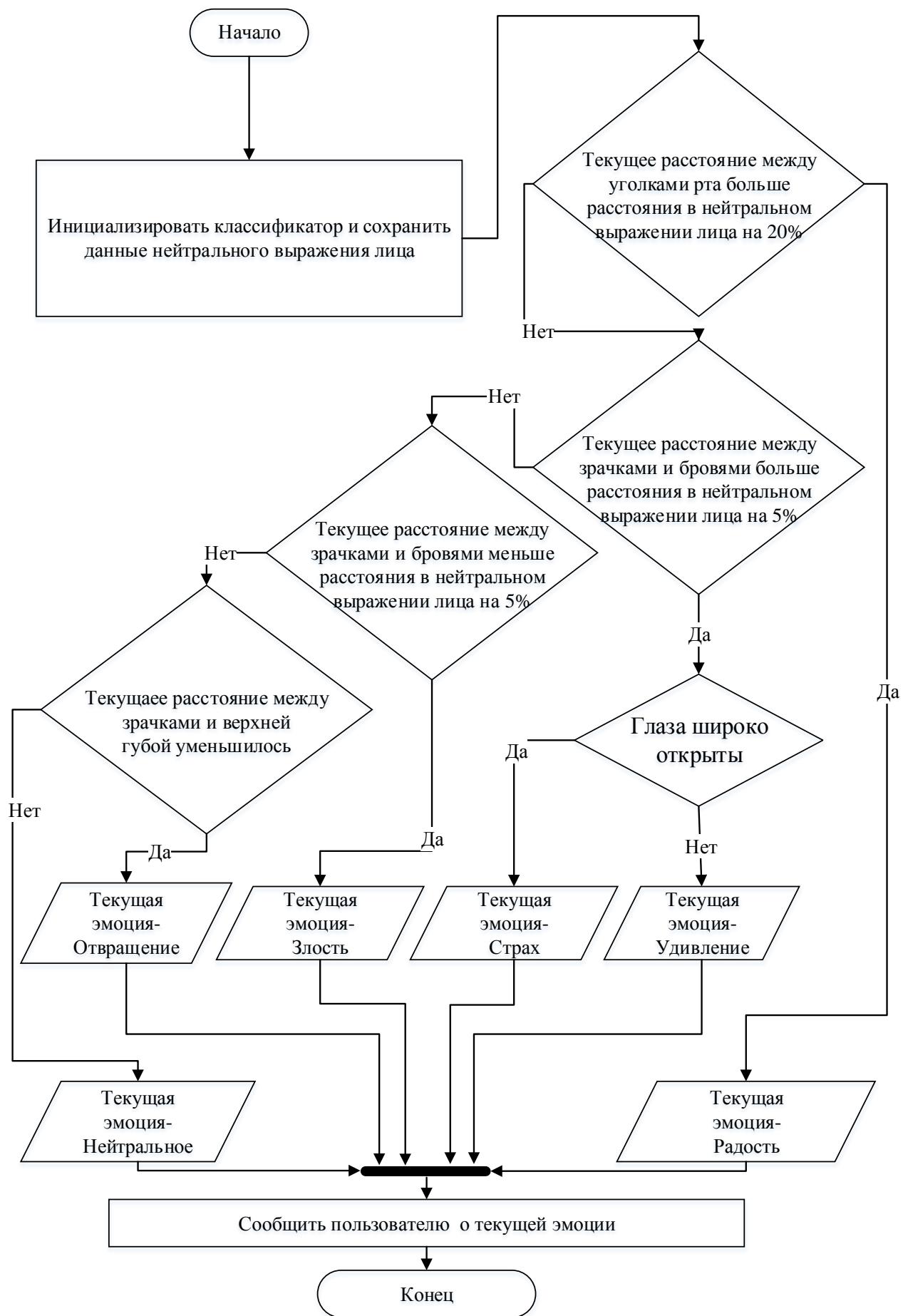


Рисунок 2.4 – Блок-схема алгоритма классификации эмоций

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

2.2 Проектирование приложения

2.2.1 Разработка диаграммы вариантов использования

Так как, согласно техническому заданию представленному в приложении А, разрабатываемый программный продукт не требует наличия различных по привилегиям пользователей, то пользователем данной системы будет оператор. Поэтому, для диаграммы вариантов использования можно выделить одну роль – «Оператор».

Оператор может выполнять следующие действия:

- 1) открыть в качестве источника видеоизображения видеофайл;
- 2) открыть в качестве источника видеоизображения USB-камеру;
- 3) открыть настройки от производителя USB-камеры;
- 4) выбрать используемую USB-камеру;
- 5) включить запись видеоизображения с USB-камеры в видеофайл;
- 6) изменить настройки. Включает в себя:
 - включить\отключить отображение маркеров, помечающих элементы лица на видеоизображении;
 - включить\отключить упрощенную систему классификации эмоций (позволяет включать\отключать детектирование таких эмоций как злость, отвращение);
 - включить\отключить ведение лог-файла эмоций;
 - выбрать эмоцию для сохранения скриншота (при обнаружении выбранной эмоции, будет сделан снимок лица);

UML-диаграмма вариантов использования представлена на рисунке 2.5.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист
					ДП-0910224-ДО-2014

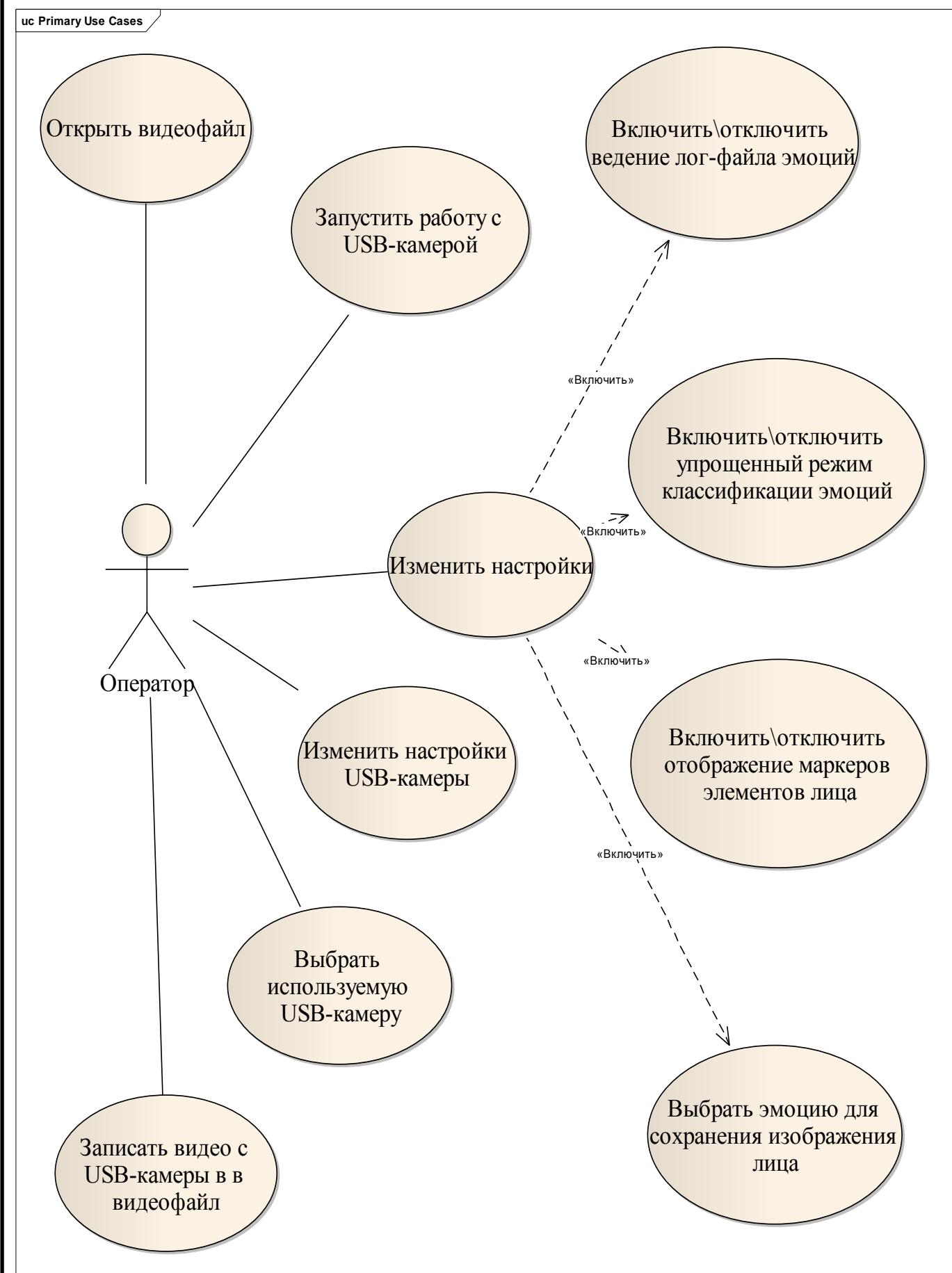


Рисунок 2.5 – UML-диаграмма вариантов использования

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

2.2.2 Разработка диаграммы классов

Диаграмма классов представляет собой граф, вершинами которого являются элементы типа «классификатор», связанные различными типами структурных отношений. Диаграмма классов может также содержать интерфейсы, пакеты, отношения и даже отдельные экземпляры, такие как объекты и связи[22].

На диаграмме классов отображаются не только сами классы, но и отношения между ними. В реализации данного проекта встречаются следующие виды отношений:

- обобщение – обозначает отношение подкласса и суперкласса, т.е. наследование. Наследование используется для предотвращения дублирования кода, т.е. общий код выносится в подклассы. Обозначается обобщение стрелкой с белым треугольником на конце[22];
- ассоциация – показывает, что объекты одной сущности (класса) связаны с объектами другой сущности. Обозначается обычной стрелкой[22];

При проектировании приложения необходимо определить структуру и назначение разрабатываемых классов, а также отношения между ними. Описание классов приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Классы и интерфейсы реализуемого программного продукта

Название класса или интерфейса	Описание
MainWindow	Реализует пользовательский интерфейс приложения и основную логику работы приложения
DetectFace	Реализует алгоритм обнаружения лица и его элементов

Окончание таблицы 2.1

Название класса или интерфейса	Описание
EmotionUtility	Реализует алгоритм классификации эмоций, содержит перечисление эмоций
CustomVideoGrabber	Унаследован от класса VideoGrabber. Предназначен для захвата кадра видеоизображения и его последующей обработки
VideoGrabber	Осуществляет захват кадра видеоизображения из буфера DirectShow
VideoDevice	Осуществляет создание графа DirectShow для выбранного устройства, а также реализует вывод окна настроек производителя USB-камеры
VideoInterfaces	Загружает и позволяет использовать интерфейсы необходимые для создания графа DirectShow и описанные в СОМ
VideoPlayer	Унаследован от класса контроля Image. Представляет собой контрол, отображающий текущий кадр видеоизображения
VideoStructures	Реализует необходимые для функционирования DirectShow структуры
FilterInfo	Реализует создание фильтра DirectShow для устройства и просмотра информации о фильтре

Далее необходимо описать требуемые поля, свойства и методы для каждого из классов. Описание основных полей, свойств и методов для классов приложения представлены в таблицах 2.2–2.9:

Таблица 2.2 – Основные поля, свойства и методы класса MainWindow

Название поля	Тип значения	Вид элемента	Назначение
_detectUtility	DetectFace	Поле	Применяется для обнаружения лица и его элементов
_error	bool	Поле	Флаг ошибок

Продолжение таблицы 2.2

Название поля	Тип значения	Вид элемента	Назначение
_fileName	string	Поле	Хранит имя видеофайла для открытия
_streamWriter	StreamWriter	Поле	Осуществляет запись лог-файла эмоций
SelectedWebcam	VideoDevice	Свойство	Хранит информацию о текущем используемом источнике видеозображения
button1_Click	void	Метод	Открывает диалог выбора файла источника
button2_Click	void	Метод	Запускает видеозахват с USB-камеры
DialogBeforeExit	void	Метод	Отвечает за отображение диалога выхода
MenuItem_Click	void	Метод	Отвечает за запуск устройства источника из списка всех подключенных USB камер
Windows_Closing1	void	Метод	Отвечает за запуск метода DialogBeforeExit
Window_Loaded	void	Метод	Инициализирует поле _detectUtility. Формирует список всех подключенных USB камер.

Окончание таблицы 2.2

Название поля	Тип значения	Вид элемента	Назначение
WriteEmotionOnFile	void	Метод	Обеспечивает запись в лог-файл эмоций

Таблица 2.3 – Основные поля, свойства и методы класса DetectFace

Название поля	Тип значения	Вид элемента	Назначение
_angle	double	Поле	Хранит угол наклона головы
_eyeDetector	HaarObjectDetector	Поле	Осуществляет поиск глаз по методу Виола-Джонса
_faceDetector	HaarObjectDetector	Поле	Осуществляет поиск лица по методу Виола-Джонса
_mouthDetector	HaarObjectDetector	Поле	Осуществляет поиск рта по методу Виола-Джонса
_isMouthFounded	bool	Поле	Флаг обнаружения рта
_isEyesFounded	bool	Поле	Флаг обнаружения глаз
_intializeTimer	DispatcherTimer	Поле	Таймер начала работы классификации эмоций
Image	UnmanagedImage	Поле	Хранит текущий кадр
_initializeTimer_Tick	void	Метод	Запускает классификацию эмоций через 2 секунды таймера

Окончание таблицы 2.3

Название поля	Тип значения	Вид элемента	Назначение
InitializeDetectors	void	Метод	Инициализирует детекторы лица, рта и глаз
FindFace	IntPtr	Метод	Метод поиска лица
FindMouth	void	Метод	Метод поиска рта
FindEye	void	Метод	Метод поиска глаз
FindEyeBrows	void	Метод	Метод поиска бровей

Таблица 2.4 – Основные поля, свойства и методы класса EmotionUtility

Название поля	Тип значения	Вид элемента	Назначение
_currentEmotion	Emotion	Поле	Хранит текущую эмоцию
CurrentEmotion	Emotion	Свойство	Хранит текущую эмоцию
ClassifyEmotion	void	Метод	Классифицирует эмоции
CurrentEmotion_Changed	void	Метод	Отвечает за изменение текущей эмоции

Таблица 2.5 – Основные поля, свойства и методы класса CustomVideoGrabber

Название поля	Тип значения	Вид элемента	Назначение
MakeBitmapChanges	void	Метод	Перехватывает текущий кадр для обработки

Таблица 2.6 – Основные поля, свойства и методы класса VideoGrabber

Название поля	Тип значения	Вид элемента	Назначение
Height	int	Поле	Высота кадра
Weight	int	Поле	Ширина кадра
BufferCB	void	Метод	Перехватывает кадр видеозображения
OnNewFrameArrived	void	Метод	Привязка кадра от нового устройства к InteropBitmap
MakeBitmapChanges	void	Метод	Виртуальный метод для переопределения в классе наследнике

Таблица 2.7 – Основные поля, свойства и методы класса FilterInfo

Название поля	Тип значения	Вид элемента	Назначение
MonikerString	string	Поле	Хранит системное имя устройства источника
CreateFilter	void	Метод	Создает фильтр DirectShow для устройства

Таблица 2.8 – Основные поля, свойства и методы класса VideoDevice

Название поля	Тип значения	Вид элемента	Назначение
_capGrabber	VideoGrabber	Поле	Хранит имя устройства источника
_monikerString	string	Поле	Имя устройства источника
worker	Thread	Поле	Поток в котором выполняется видеозахват

Окончание таблицы 2.9

Название поля	Тип значения	Вид элемента	Назначение
BitmapSource	InteropBitmap	Поле	Хранит источник кадра
DeviceMonikers	FilterInfo[]	Поле	Хранит список всех системных названий устройств
Device	VideoDevice	Поле	Хранит текущее устройство источник
Framerate	int	Поле	Текущая частота кадров устройства
Name	string	Поле	Имя текущего устройства видеозахвата
MonikerString_Changed	void	Метод	Обработчик изменения текущего устройства видеозахвата
RunWorker	void	Метод	Поток создания графа и фильтров DirectShow

Классы VideoStructures и VideoInterfaces реализуют загрузку и описание стандартных структур и интерфейсов DirectShow. Их описание можно найти в [19,20,21].

Разработанная UML-диаграмма классов представлена на рисунке 2.7.

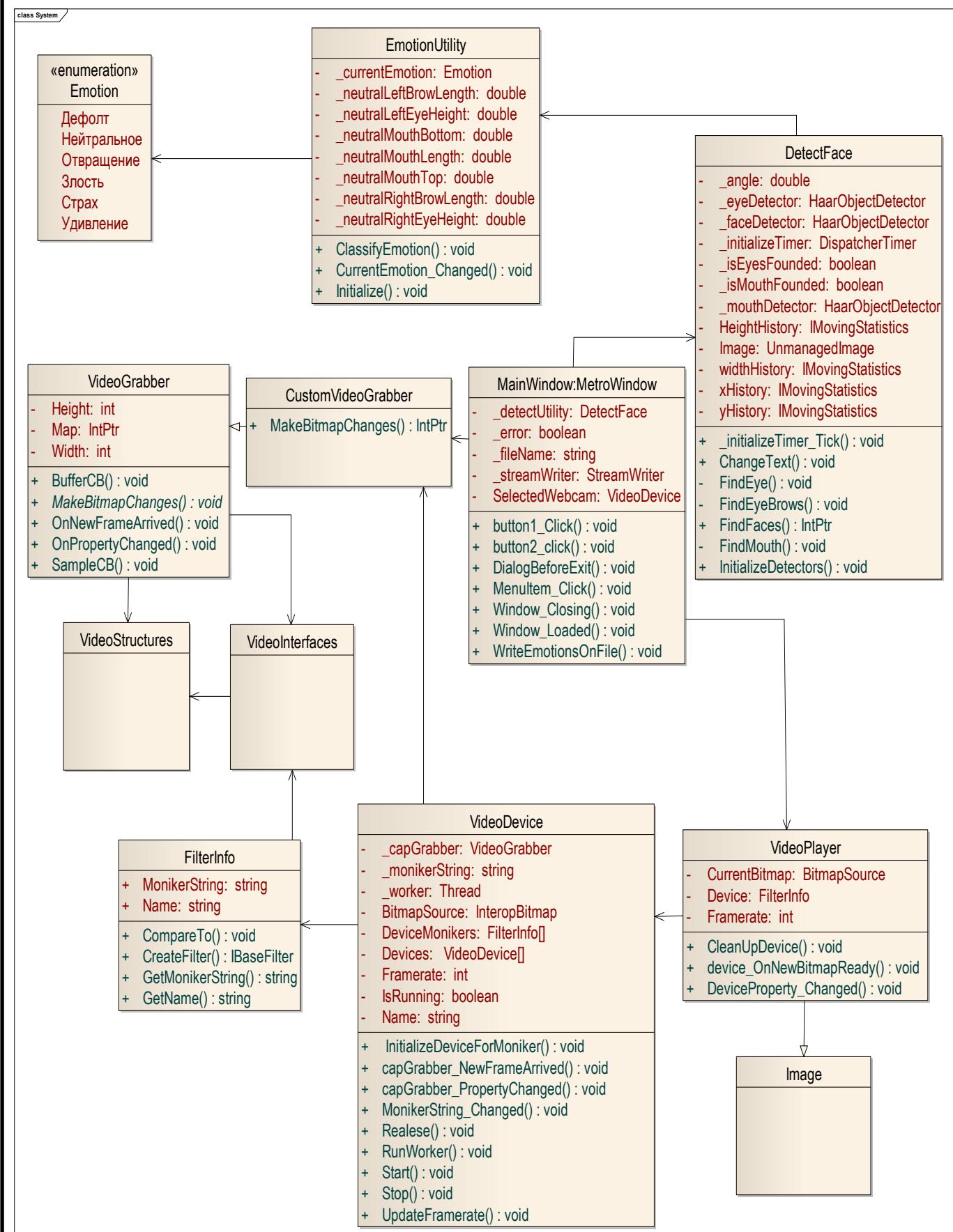


Рисунок 2.7 – UML-диаграмма классов разрабатываемого программного продукта

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

2.2.3 Разработка диаграммы компонентов

Диаграмма компонентов описывает особенности физического представления системы. Диаграмма компонентов позволяет определить архитектуру разрабатываемой системы, установив зависимости между программными компонентами, в роли которых может выступать исходный, бинарный и исполняемый код. Модуль или компонент соответствует файлу. Пунктирные стрелки, соединяющие модули, показывают отношения взаимозависимости, аналогичные тем, которые имеют место при компиляции исходных текстов программ. Основными графическими элементами диаграммы компонентов являются компоненты, интерфейсы и зависимости между ними [23].

Диаграмма компонентов разрабатывается для следующих целей:

- визуализации общей структуры исходного кода программной системы;
- спецификации исполнимого варианта программной системы;
- обеспечения многократного использования отдельных фрагментов программного кода.

При разработке диаграмм компонентов выделены следующие варианты применения:

- моделирование программного текста системы (показывает компиляционные зависимости);
- моделирование реализации системы [23].

В проектируемой системе распознавания эмоций на видеоизображении с точки зрения моделирования реализации системы, можно выделить следующие компоненты:

- библиотека VideoSource.dll, обеспечивает работу с видеоизображением (осуществляет захват кадра видеоизображения из видеофайла или с USB-камеры);

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист
					ДП-0910224-ДО-2014

- программа EmotionDetect, обеспечивающая отображение видеоизображения и классификацию эмоций.

На рисунке 2.9 приведена диаграмма компонентов разрабатываемой системы распознавания эмоций на видеоизображении, также на данном рисунке видно, что для компиляции библиотеки VideoSource.dll необходимы следующие компоненты: VideoPlayer, VideoDevice, VideoGrabber, VideoStructures, VideoInterfaces, FilterInfo в котором организован вызов процедур, описанных в перечисленных файлах.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист	ДП-0910224-ДО-2014	50

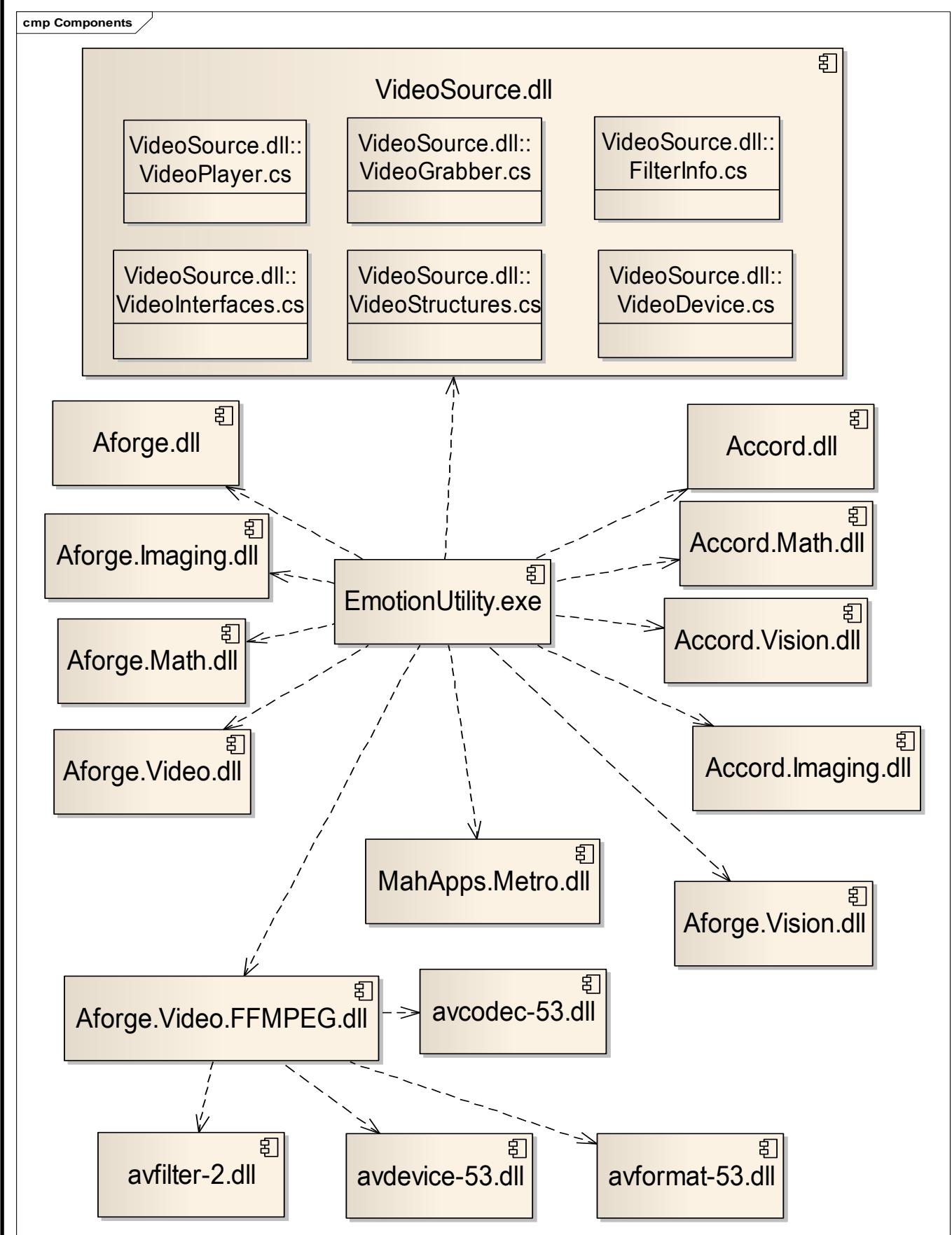


Рисунок 2.9 – UML-диаграмма компонентов разрабатываемой системы
распознавания эмоций

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

На рисунке 2.9 видно, какие библиотеки использует исполняемый файл EmotionDetect.exe. Назначение используемых библиотек представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Описание используемых в системе библиотек

Название библиотеки	Описание
VideoSource	Обеспечивает захват кадра видеоизображения из видеофайла или USB-камеры
Accord	Ядро фреймворка Accord.NET
AForge	Ядро фреймворка AForge.NET
Accord.Vision AForge.Vision	Реализуют алгоритмы компьютерного зрения
Accord.Imaging AForge.Imaging	Реализуют алгоритмы обработки изображения (изменение размера, наложение фильтров и т.д.)
Accord.Math AForge.Math	Реализуют математические алгоритмы
AForge.Video avfilter-2 avdevice-53 avformat-53 avcodec-53	Необходимы для функционирования библиотеки AForge.Video.FFMPEG
AForge.Video.FFMPEG	Обеспечивает возможность видеозаписи в видеофайл формата mp4
MahApps.Metro	Позволяет реализовывать интерфейс в стиле Windows Metro

3 РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА

3.1 Результаты реализации

Результатом реализации является программа, производящая классификацию пяти эмоций на видеоизображении. Программа позволяет использовать в качестве источника видеоизображения, как видеофайлы формата avi и mp4, так и USB камеры, подключенные к персональному компьютеру. Также программа имеет следующие возможности:

- запись видеоизображения с USB камеры в видеофайл формата mp4;
- ведение лог-файла эмоций;
- сохранение фото лица человека выражающего определенную эмоцию;
- использование упрощенной схемы классификации эмоций.

На рисунке 3.1 представлен интерфейс программы:

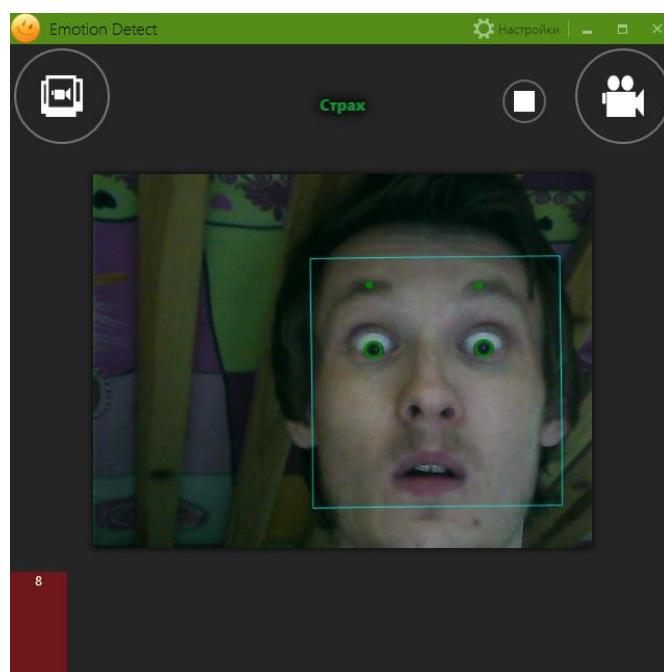


Рисунок 3.1 – Интерфейс реализованного программного продукта

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист
					ДП-0910224-ДО-2014

После загрузки приложение и отображения интерфейса представленного на рисунке 3.1, оператор должен выбрать источник видеоизображения. После выбора источника начинается процедура захвата видеоизображения.

Результат работы программы представлен на рисунке 3.2.

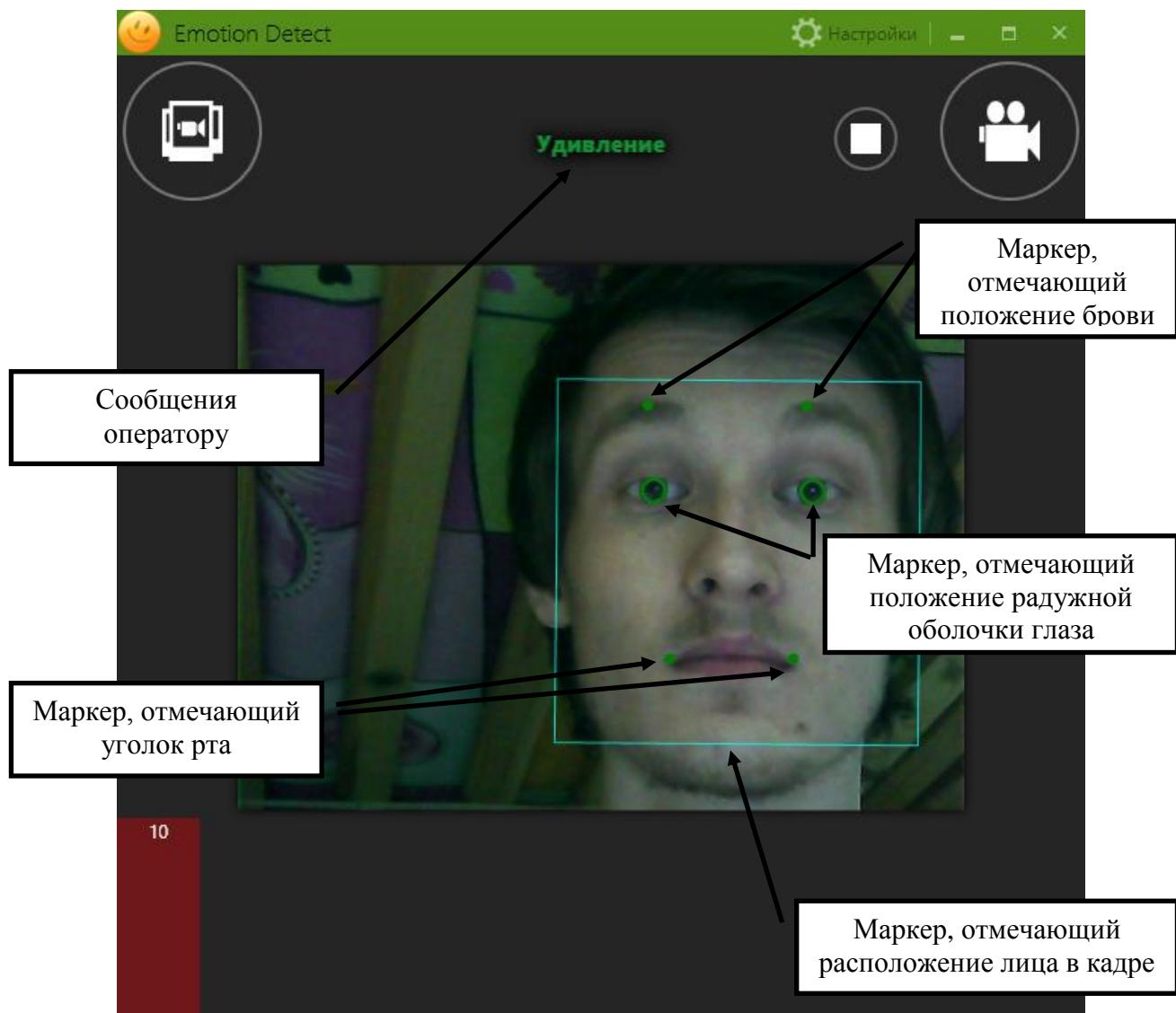


Рисунок 3.2 – Результат работы программы

На рисунке 3.2 видно как реализованное приложение верно классифицировало эмоцию на лице. В данном случае захват видео осуществлялся с USB камеры, а выражение лица отображало страх.

Также на рисунке 3.2 отмечены маркеры показывающие важные элементы лица.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

Так как реализованный алгоритм использует множество математических алгоритмов то количество кадров в секунду напрямую зависит от производительности процессора компьютера.

Так на процессоре Intel T3000 1,8 ГГц реализованный алгоритм позволяет осуществлять обработку видеоизображения разрешения 640x480 с частотой 15 кадров в секунду, при оригинальной частоте кадров установленной в 30 кадров в секунду.

А на процессоре Intel Core 2 Duo 2,0 ГГц частота кадров при классификации эмоций составляет 17 кадров в секунду.

Поэтому точно назвать время необходимое для обработки кадра назвать нельзя. Но можно выделить методы и алгоритмы которые составляют основное время обработки кадра при классификации эмоций:

- поиск лица и его элементов по методу Виола-Джонса, при помощи объектов класса HaarObjectDetector библиотеки Accord.Vision.dll;
- применение метода кумулятивных гистограмм к областям лица, для обнаружения и выделения положения элементов лица.

3.2 Порядок проведения тестирования

После реализации необходимо осуществить этап тестирования. Тестирование требуется для проверки соответствия реализованного продукта техническому заданию, а также для обнаружения проблем в работе программы.

Тестирование программы распознавания эмоций на видеоизображении проводилось в соответствии с документом «Методика приемки и тестирования» (см. приложение В).

Так как программа разрабатывалась для обработки видеоизображений с хорошим освещением, то основной методикой испытаний будет подача

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист
					ДП-0910224-ДО-2014

различных видеоизображений с хорошим качеством освещения и различных лиц людей.

Таким образом, тестирование классификации эмоций будет проводиться на различных людях. Результаты работы с различными лицами приведены на рисунках 3.3–3.7.

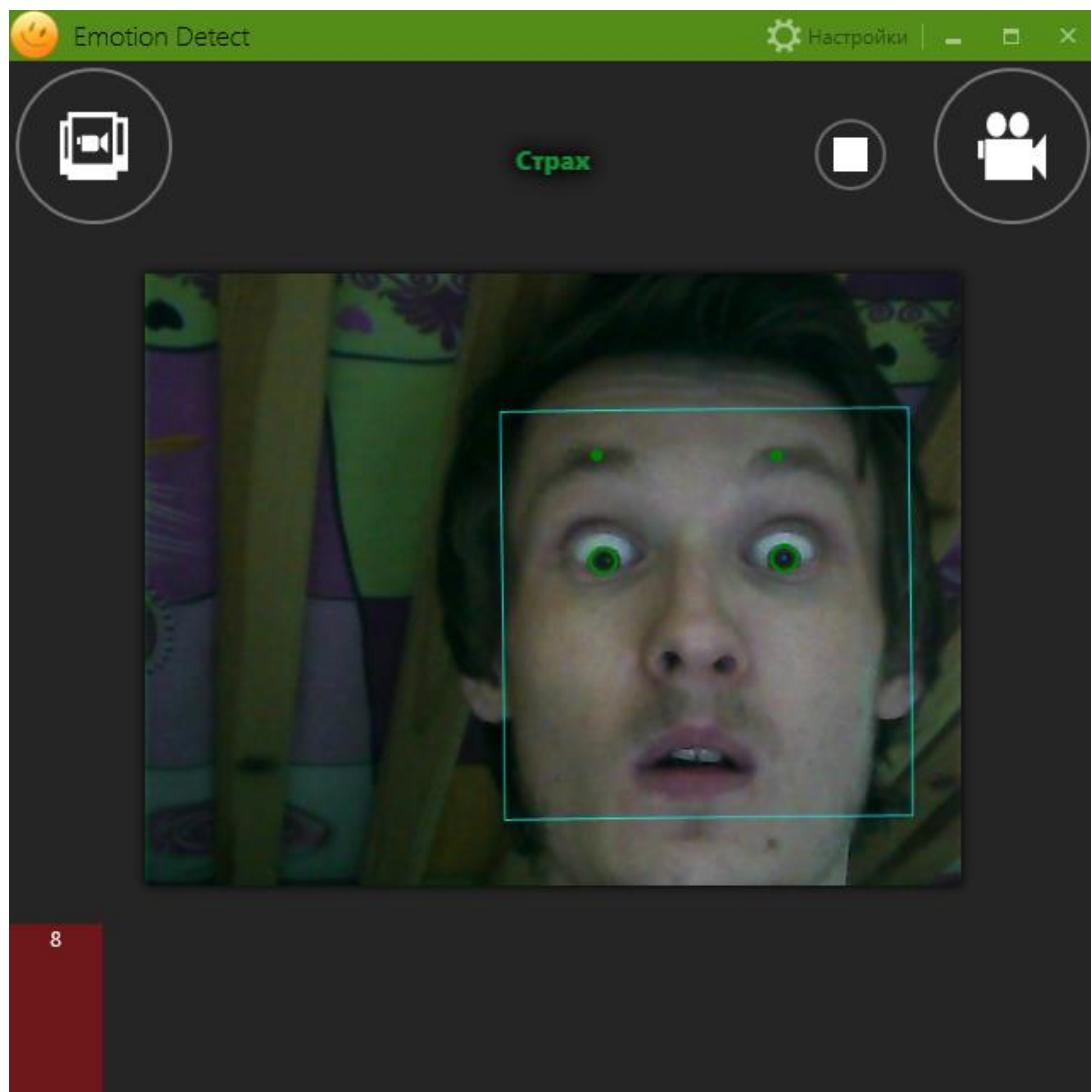


Рисунок 3.3 – Детектирование страха на первом лице

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

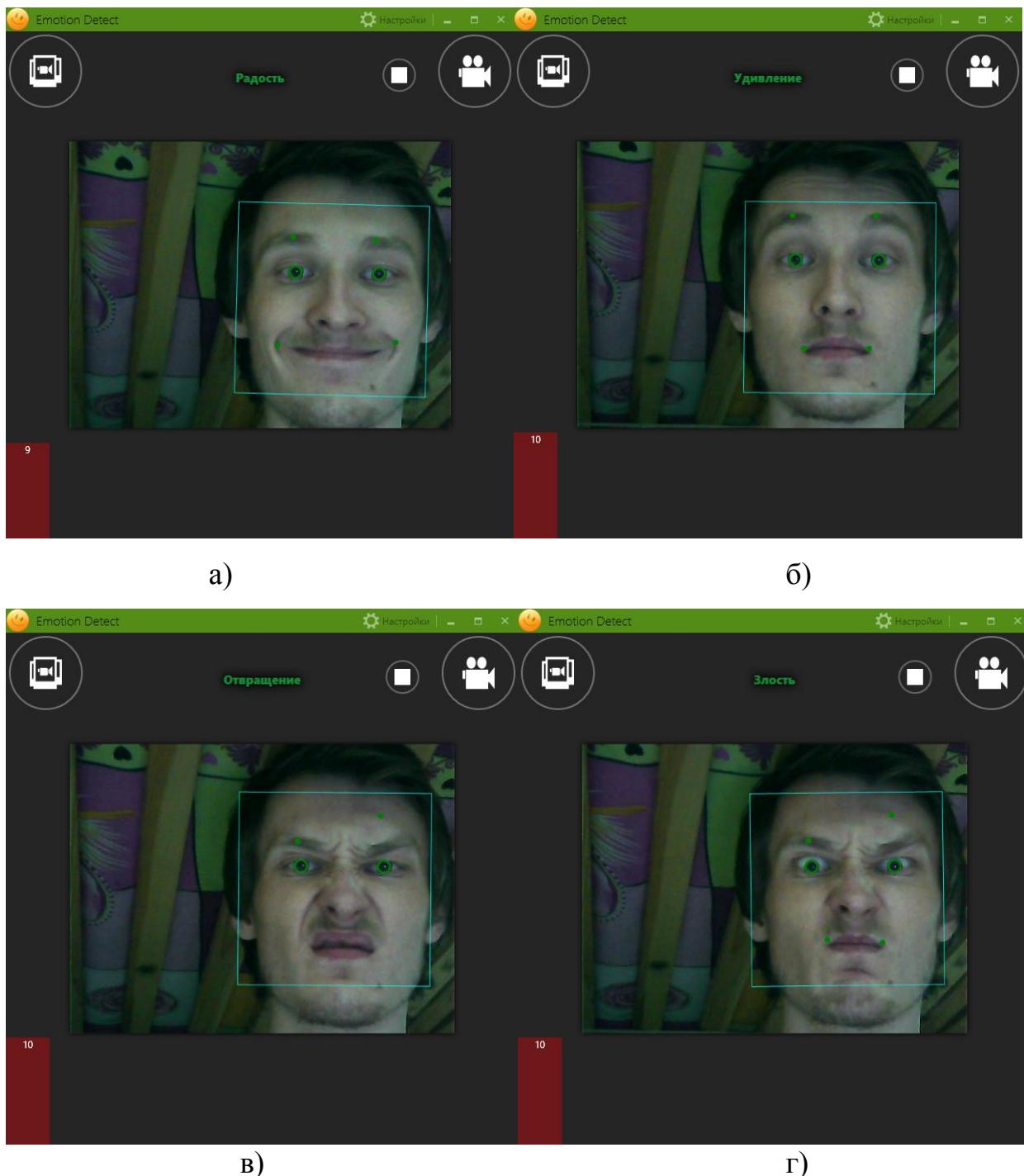


Рисунок 3.4 – Детектирование эмоций на первом лице:

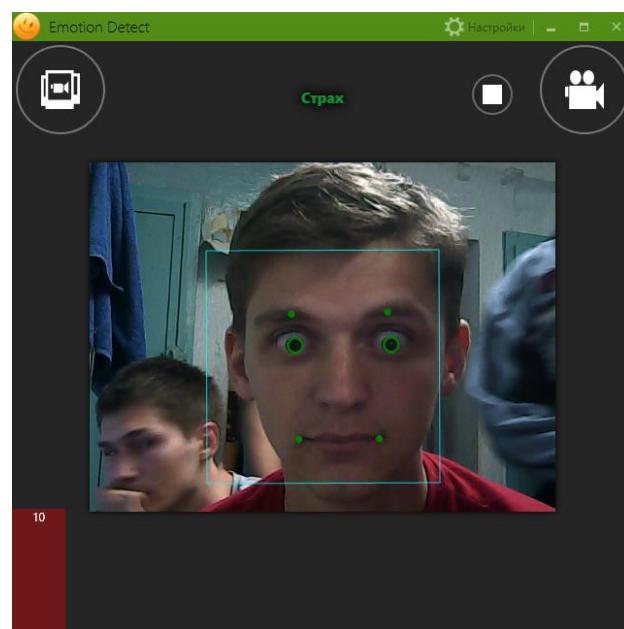
а) радость; б) удивление; в) отвращение; г) злость.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата



а)

б)



в)

Рисунок 3.5 – Детектирование эмоций на втором лице:

а) радость; б) удивление; в) страх;

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

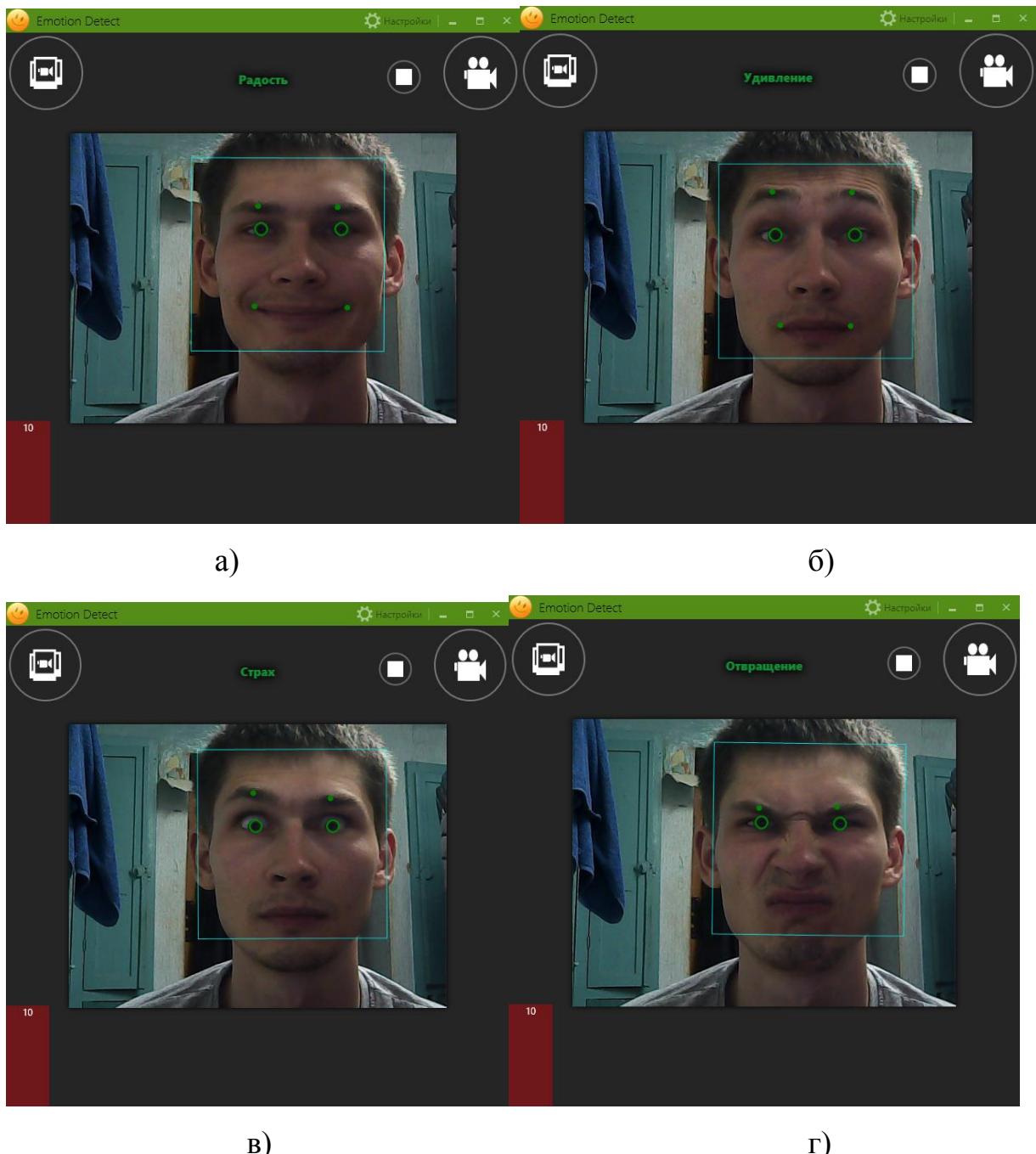


Рисунок 3.6 – Детектирование эмоций на третьем лице:

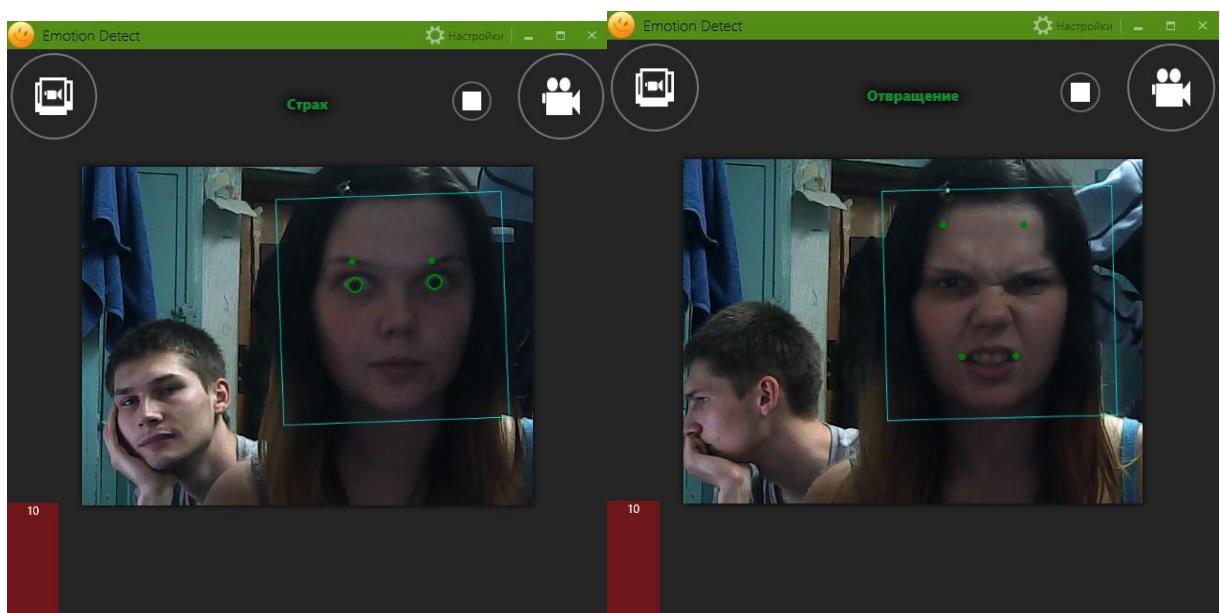
а) радость; б) удивление; в) страх; г) отвращение

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------



а)

б)



в)

г)

Рисунок 3.6 – Детектирование эмоций на четвертом лице:

а) радость; б) удивление; в) страх; г) отвращение

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

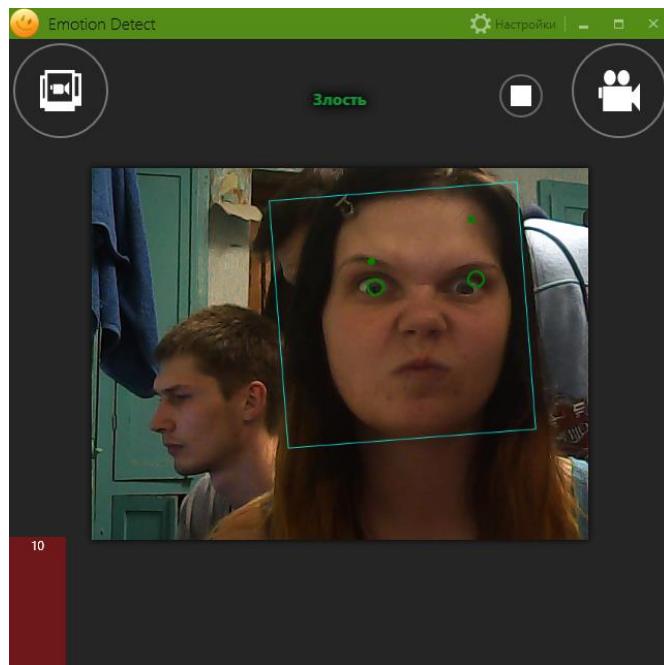


Рисунок 3.7 – Детектирование злости на четвертом лице

Как видно из рисунков 3.3–3.7 детектирование выполняется вне зависимости от лица человека, формы лица человека, его пола. Тестирование проводилось на 7 различных людях. Результаты представлены в приложении Д.

Во время работы программы возможны ошибки классификации, поэтому необходимо было провести тестирование верного распознавания эмоций.

Данное тестирование проводилось следующим образом: различные люди 100 раз показывали каждую из эмоций, затем высчитывался процент верной классификации эмоций.

Результаты тестирования классификации эмоций представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Результаты верной классификации эмоций

Эмоция	Верная классификация, %
Радость	83
Удивление	74

Окончание таблицы 3.1

Эмоция	Процент верной классификации
Страх	65
Отвращение	50
Злость	40

Из таблицы 3.1 видно, что самые плохие проценты распознавания у злости и отвращения. Это обусловливается тем, что данные эмоции задействуют большое количество различных групп лицевых мышц. Это в свою очередь затрудняет проведение верной классификации.

Также необходимо учесть, что в программе существует режим упрощенной классификации эмоций, который исключает обнаружение злости и отвращения из классификатора.

В целом **верная классификация ведется в 62,4%**, что является хорошим результатом и удовлетворяет условиям технического задания, представленного в приложении А.

Результаты тестирования остальных функциональных возможностей разработанного программного продукта представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Результат тестирования программного продукта

Тестируемая функция	Результат тестирования
захват видео изображения с видеокамеры через usb интерфейс	захват изображения с видеокамеры выполняется успешно при подключеной камере. Если ни одна камера не подключена, выдается соответствующее сообщение
захват видео изображения с видеофайла формата avi, mp4	захват видеоизображения с видеофайлов указанного формата осуществляется успешно

Окончание таблицы 3.2

Тестируемая функция	Результат тестирования
запись видео с USB-камеры в видеофайл формата mp4	запись в видеофайл происходит успешно
ведение лог-файла эмоций	лог-файл эмоций создается и ведется в соответствии с требованиями
сохранение обработанных кадров в виде отдельных статических изображений при обнаружении выбранной эмоции	кадр сохраняется в соответствии с требованиями

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

ДП-0910224-ДО-2014

Лист

63

4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Обоснование необходимости разработки ПО

Разрабатываемая система автоматического распознавания эмоций человека может получить широкое применение:

- в маркетинговых исследованиях, благодаря тому, что позволяют заменить долгие и трудоемкие опросы населения, нацеленные на изучение общественного мнения;
- в охранных системах, так как могут осуществлять поиск людей, находящихся в возбужденном состоянии или в состоянии гнева, и способны привлечь внимание охраны к нему;
- психологии, так как существует возможность получать информацию о реакции человека на определенное воздействие.

Востребованность систем распознавания эмоций гарантирует, что разработка данного программного обеспечения является экономически выгодной.

Проведённый в пункте 1.2 сравнительный анализ программ-аналогов показал, что они имеют ряд недостатков, основным из них является большая цена за лицензию ПО. Это дает возможность занять нишу дешевого и в тоже время не менее функционального решения, для потребителя.

Целью данного раздела дипломного проекта является расчёт затрат на разработку программного обеспечения и экономической эффективности его внедрения.

Экономический эффект может определяться как у разработчика, так и у пользователя. У разработчика экономический эффект выступает в виде чистой прибыли, остающейся в распоряжении предприятия от реализации

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

программных средств, а у пользователя – в виде экономии материальных и финансовых ресурсов[24].

4.2 Этапы разработки программного обеспечения

Программное обеспечение имеет свой жизненный цикл, как и любое другое изделие. Под жизненным циклом программного обеспечения обычно понимают промежуток времени с момента начала разработки программы до снятия её с эксплуатации по каким либо причинам. Жизненный цикл можно разбить на разработку программного обеспечения и его использование.

Цикл разработки программного обеспечения состоит из следующих этапов[25]:

- проектирование;
- реализация;
- тестирование;
- доработка.

У каждого из этих этапов свои затраты времени на выполнение. Представить соотношение этих параметров удобнее всего в виде диаграммы. Покажем на ней распределение затраченного времени на этапы в процентах. Суммарное время разработки примем равным 12 неделям (3 месяца).

Этап «проектирование» является наиболее важным в разработке проекта. Именно на этом этапе разработчик определяется с функциональной и структурной организацией системы и оформляет соответствующие главы пояснительной записки. Ошибки в проектировании структуры системы очень трудно исправить в дальнейшем, т.к. их исправление может привести к полной переделке ранее написанных модулей. Поэтому этапу «проектирование» следует выделить 25% времени, т.е. 3 недели.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист	ДП-0910224-ДО-2014	65

На этапе «реализация» происходит непосредственно реализация спроектированного продукта, т.е. воплощение в программном коде модулей, разработанных на предыдущем этапе. Этап «реализация» менее ответственный, чем проектирование, т.к. ошибки на данном этапе исправить легче. Но он является самым продолжительным – на реализацию отводится 50% времени, т.е. 6 недель.

Этап «тестирование» представляет собой проведение ряда тестов, призванных выявить ошибки в реализации проекта. В случае выявления ошибки должны быть исправлены. На проведение данного этапа отводится 12% времени, т.е. 10 дней.

На этапе «приём» заказчиком проводятся приёмочные испытания. По результатам данных испытаний заказчик может озвучить пожелания, в соответствии с которыми система будет доработана. На проведении этого этапа отводятся оставшиеся 13% времени.

Диаграмма распределения времени по стадиям разработки приведена на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 - Диаграмма распределения времени по стадиям разработки

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

4.3 Расчёт себестоимости разработки программы

В стоимость разработки программы распознавания эмоций на видеоизображении следует включить следующие затраты[26]:

- 1) материалы и комплектующие (M) (отражает сумму затрат, связанных с расходом материалов на производство результирующих данных (компакт-диски, бумажные носители и др.));
- 2) электроэнергия (\mathcal{E}) (включает в себя затраты на электроэнергию при производстве программного обеспечения);
- 3) основная заработка платы исполнителей (Z_0) (включает затраты на заработную плату научных, инженерно-технических и других работников, участвующих непосредственно в разработке);
- 4) дополнительная заработка платы исполнителей (Z_D) (включает выплаты, предусмотренные законодательством о труде (оплата отпусков, льготных часов, времени выполнения государственных обязанностей и других выплат, не связанных с основной деятельностью исполнителей));
- 5) отчисления на социальные нужды ($O_{\text{сн}}$) (относят отчисления в фонд социальной защиты населения и на обязательное страхование);
- 6) амортизация основных средств и нематериальных активов (A) (отражает величину амортизационных отчислений);
- 7) расходы на спецоборудование (P_c) (включает затраты средств на приобретение вспомогательных специального назначения технических и программных средств, необходимых для разработки конкретного ПО, включая расходы на их проектирование, изготовление, отладку, установку и эксплуатацию);

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

- 8) накладные расходы (P_n) (относят расходы, связанные с необходимостью содержания аппарата управления, вспомогательных хозяйств и опытных (экспериментальных) производств, а также с расходами на общехозяйственные нужды);
- 9) прочие прямые расходы (P_3) (включают затраты на приобретение и подготовку специальной научно-технической информации и специальной литературы).

Рассчитаем себестоимость разработки программного компонента по статьям.

1. Материалы и комплектующие учитывают расходы на разработку программного обеспечения (см. таблицу 4.1).

Таблица 4.1 – Расходы на разработку программного обеспечения

Материал	Цена, руб.	Количество, шт.	Стоимость, руб.
Упаковка бумаги формата А4 (500 листов)	60 000	1	60 000
Бумага формата А2	5 000	6	30 000
Всего:			

Общая стоимость основных и вспомогательных материалов $M = 90\ 000$ (рублей).

2. Рассчитаем затраты электроэнергии, исходя из средней мощности системного блока – 200 Вт и средней мощности LCD монитора – 30 Вт. Среднее время работы компьютера составляет 8 часов в день, исходя из срока разработки 12 недель, произведем расчет по формуле[26]:

$$\Theta = C_e \cdot P \cdot t_{\text{пр}}, \quad (4.1)$$

где P - расход электроэнергии за один месяц (41 кВт/ч);

$t_{\text{пр}}$ – период разработки программных средств вычислительной техники и информатики, часов. Определяется в соответствии с длительностью дипломного проектирования и составляет 3 месяца;

C_e – стоимость электроэнергии за 1 кВт/ч, базовый тариф для прочих потребителей с 01.03.2014 г. составляет 1390,5 рублей за 1 кВт/ч. По формуле 4.1 затраты по статье «Электроэнергия» составили:

$$Э = 1390,5 \cdot 41 \cdot 3 = 171\,031 \text{ (рубль)}$$

3. Произведем расчет затрат по статье «Основная заработка плата». Рассчитаем месячную тарифную ставку по формуле[3]:

$$T_m = T_{m1} \cdot T_k, \quad (4.2)$$

где T_{m1} – тарифная ставка первого разряда, с 01.05.2014 г. она составляет 275 000 рублей;

T_k – тарифный коэффициент, соответствующий установленному тарифному разряду, коэффициент двенадцатого разряда составляет 2,84. По формуле 4.2 месячная тарифная ставка составила:

$$T_m = 275\,000 \cdot 2,84 = 781\,000 \text{ (рубль)}$$

рассчитаем основную заработную плату по формуле[26]:

$$З_o = T_m \cdot K \cdot n \cdot t_{\text{пр}}, \quad (4.3)$$

где K – коэффициент премирования, который составляет 1,5;

n - количество исполнителей, занятых разработкой конкретного ПО, в нашем случае 1. Повышающий коэффициент, равный 2, устанавливается для тарифной ставки первого разряда, и учитывается в расчете месячной тарифной ставки специалиста. По формуле 4.3 затраты по статье «Основная заработка плата» составили:

$$З_o = 781\,000 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 2 = 7\,029\,000 \text{ (рубль)}$$

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

4. Произведем расчет затрат на дополнительной заработной платы по формуле[3]:

$$Z_d = Z_o \cdot \frac{H_d}{100}, \quad (4.4)$$

где H_d – норматив дополнительной заработной платы, в нашем случае составляет 15%. Тогда:

$$Z_d = 7\,029\,000 \cdot 0,15 = 1\,054\,350 \text{ (рублей)}$$

В итоге фонд заработной платы за 3 месяца составил:

$$\Phi_{зп} = Z_o + Z_d = 7\,029\,000 + 1\,054\,350 = 8\,083\,350 \text{ (рублей).}$$

5. Расчет отчислений на социальные нужды включает в себя отчисления в фонд социальной защиты населения ($H_{сз}$ - 34%) и отчисления на обязательное страхование от несчастных случаев ($H_{стр}$ – 0,1-0,6%) будет производиться по формуле[26]:

$$Z_{сз} = \frac{(Z_d+Z_o) \times (H_{сз} + H_{стР})}{100} \quad (4.5)$$

где $H_{сз}$ - норматив отчислений в фонд социальной защиты населения (%), $H_{стР}$ – норматив отчислений на обязательное страхование от несчастных случаев (%).

Согласно законодательству норматив отчислений в Фонд социальной защиты населения (ФСЗН) равен 34%, норматив отчислений на обязательное страхование от несчастных случаев примем равным 0,6%. По формуле 4.5 сумма отчислений составила:

$$Z_{сз} = \frac{(1\,054\,350 + 7\,029\,000) \times (34+0,6)}{100} = 2\,796\,839 \text{ (рублей)}$$

6. Амортизационные отчисления рассчитываются исходя из стоимости основных фондов. В нашем случае основными фондами является компьютер, стоимость и комплектация которого представлена в таблице 4.2.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист	ДП-0910224-ДО-2014	70

Таблица 4.2 – Расчёт общей стоимости компьютера

Наименование	Сумма, тыс. руб.	Количество, шт.	Общая сумма, тыс. руб.
Процессор	400	1	400
Материнская плата (со встроенной видеокартой)	800	1	800
Оперативная память 4 ГБ	500	1	500
Жесткий диск 160 ГБ	1000	1	1000
Корпус и блок питания	400	1	400
Клавиатура	100	1	100
ЖК Монитор	1000	1	1000
Итого общая стоимость			4200

Общая стоимость затрат на используемое программное обеспечение приведена в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Расчёт общей стоимости используемого ПО

Наименование	Сумма, тыс. руб.	Количество, шт.	Общая сумма, тыс. руб.
Microsoft Windows 8 Home Basic Russian	1500	1	1500
Microsoft Visual Studio 2012	5500	1	5500
Итого общая стоимость ПО			7000

Величина амортизационных отчислений определяется на основе норм амортизации. Норма амортизации - это установленный размер амортизационных отчислений на полное восстановление, выраженное в процентах. Норма амортизации устанавливается на основе экономически целесообразного срока службы и должна обеспечить возмещение износа основных средств к моменту возможного их морального и физического износа и создать экономическую основу для замены. Выбран линейный способ

амortизации. При невозможности определения срока полезного использования по нематериальным активам он устанавливается сроком до 10 лет. Норма амортизации на данный вид оборудования рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{C_n - L}{C_n \times T_h} \times 100\% \quad (4.6)$$

где H_A - годовая норма амортизации,

C_n - первоначальная стоимость основных средств,

L - ликвидационная стоимость основных средств,

T_h - нормативный срок службы.

При линейном методе начисления амортизации начисление производится равномерно, по годам. Амортизацию начисляют ежемесячно, исходя из годовой нормы амортизации. Норма амортизации рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{11\ 200\ 000 - 0}{(11\ 200\ 000 - 0) \times 10} \times 100\% = 10\% \quad (4.7)$$

В дипломном проекте сумма затрат на амортизацию основных средств и нематериальных активов рассчитывается на период работы над дипломным проектом, т.е. на 3 месяца:

$$A = 11\ 200\ 000 \cdot 0,1 \cdot \frac{3}{12} = 280\ 000 \text{ (рублей)}$$

7. При разработке данного программного обеспечения специальные технические средства не требуются, поэтому $P_c = 0$ (рублей).

8. Затраты на накладные расходы (R_n) связана с необходимостью содержания аппарата управления, вспомогательных хозяйств и опытных (экспериментальных) производств, а также с расходами на общехозяйственные нужды (R_h), относится на конкретное ПО по нормативу

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

(Нрн) в процентном отношении к основной заработной плате исполнителей.
Накладные расходы рассчитываются по формуле

$$P_{\text{н}} = \frac{Z_{\text{ои}} \times H_{\text{рн}}}{100\%} \quad (4.8)$$

где $P_{\text{н}}$ - накладные расходы на конкретное ПО;

$Z_{\text{ои}}$ – основная заработка исполнителей;

$H_{\text{рн}}$ – норматив накладных расходов в целом по организации.

Норматив устанавливается в целом по организации. В данном случае он принят в размере 10% от основной заработной платы исполнителей.

По формуле 4.8 сумма накладных расходов составляет:

$$P_{\text{н}} = \frac{7\ 029\ 000 \times 10\%}{100\%} = 702\ 900 \text{ руб.}$$

9. При разработке данного программного продукта затраты на прочие прямые расходы (Π_3) включают в себя оплату интернет-услуг. За три месяца получаем 450 тысяч руб. Плановая себестоимость С на ПО рассчитывается по формуле[3]:

$$C = M + \vartheta + Z_o + Z_d + O_{ch} + A + P_c + P_n + \Pi_3. \quad (4.9)$$

По формуле 4.9 рассчитаем плановую себестоимость на разработку системы:

$$C = 90\ 000 + 171\ 031 + 7\ 029\ 000 + 1\ 054\ 350 + 2\ 796\ 839 + 280\ 000 + 702\ 900 + 450\ 000 = 12\ 574\ 120 \text{ (рублей).}$$

Рассчитанная полная себестоимость равна сумме вышеперечисленных расходов, то есть 12 574 120 рублей.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

Результаты расчетов представлены в таблице 4.4:

Таблица 4.4 – Расчет плановой себестоимости разрабатываемого программного продукта

Статья затрат	Затраты, рублей
Материалы и комплектующие М	90 000
Электроэнергия Э;	171 031
Основная заработка плата исполнителей Z_0	7 029 000
Дополнительная заработка плата исполнителей Z_d	1 054 350
Отчисления на социальные нужды O_{ch}	2 796 839
Амортизация основных средств и нематериальных активов А	280 000
Расходы на спецоборудование P_c	0
Накладные расходы P_h	702 900
Прочие прямые расходы Π_z	450 000
Общая сумма расходов по смете (плановая себестоимость С)	12 574 120

Таблицу 4.4 удобно представить в виде диаграммы (см. рисунок 4.2), отображающей влияние статей затрат на окончательную стоимость программного продукта.



Рисунок 4.2 – Структура затрат на разработку проекта

4.4 Расчет отпускной цены программного обеспечения в случае реализации на рынок

Для расчета отпускной цены для начала рассчитаем прибыль. Прибыль закладывается в цену по нормативу рентабельности, установленному на предприятии, расчет производится по формуле:

$$\Pi = R \cdot C, \quad (4.10)$$

где R – норматив рентабельности, который равен 0,2 (20%).

По формуле 4.10 прибыль составила:

$$\Pi = 0,2 \cdot 12\ 574\ 120 = 2\ 514\ 824 \text{ (рублей)}$$

Отпускная цена рассчитывается по формуле:

$$ОЦ = C + \Pi. \quad (4.11)$$

По формуле 4.11 отпускная цена равна:

$$ОЦ = 2\ 514\ 824 + 12\ 574\ 120 = 15\ 088\ 944 \text{ (рублей)}.$$

Для расчета отпускной цены изготовителя с налогом на добавленную стоимость необходимо рассчитать величину налога по формуле:

$$НДС = (C + \Pi) \cdot \text{ставка} \frac{НДС(\%)}{100} \%, \quad (4.12)$$

Ставка НДС равна 20%. По формуле 4.12 налог на добавленную стоимость составит:

$$НДС = 15\ 088\ 944 \cdot 0,2 = 3\ 017\ 788 \text{ (рублей)}$$

Произведем расчет отпускной цены изготовителя с налогом на добавленную стоимость по формуле:

$$ОЦсНДС = C + \Pi + НДС. \quad (4.13)$$

По формуле 4.13 прогнозируемая отпускная цена на программное обеспечение с НДС составила:

$$ОЦсНДС = 15\ 088\ 944 + 3\ 017\ 788 = 18\ 106\ 732 \text{ (рублей)}$$

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

4.5 Экономическая эффективность использования программы

Аналоги рассмотренные в пункте 1.2 имеют стоимость гораздо больше чем у разрабатываемой системы распознавания эмоций.

Одна лицензия программы FaceReader в зависимости от комплектации стоит 10 000 000 рублей.

Таким образом, применение разрабатываемой системы распознавания целесообразно при необходимости обеспечения данной программой хотя бы 3 персональных компьютеров. При увеличении числа оснащаемых компьютеров будет наблюдаться рост экономического эффекта.

Допустим при использовании разрабатываемого программного комплекса на 10 компьютерах экономический эффект составит $100\ 000\ 000 - 18\ 106\ 732 = 81\ 893\ 268$ рублей.

Учитывая рассчитанные данные, разрабатываемая система распознавания эмоций выгодно отличается от аналогов по своим экономическим показателям.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

5 ОХРАНА ТРУДА

5.1 Общие сведения

Темой дипломного проекта является проектирование и реализация системы распознавания эмоций на видеоизображении. В связи с этим следует рассмотреть вопросы охраны труда при работе с ПЭВМ.

Охрана труда — система правовых, социально-экономических, организационных, технических, санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособность человека в процессе труда [27].

При проектировании и разработке программного обеспечения работнику необходимо обеспечить безопасные и комфортные условия работы, в свою очередь работник обязан[27]:

- соблюдать правила личной гигиены.
- исключить пользование неисправным электроосвещением, неработоспособными ПЭВМ, иными электроприборами, а также средствами связи, находящимися в кабинете.
- поддерживать чистоту и порядок на рабочем месте, не загромождать его бумагами, книгами и т.п.
- соблюдать правила пожарной безопасности.
- при 8-часовом рабочем дне следует соблюдать регламентированные (технологические) перерывы.

Виды инструктажа по охране труда и порядок его проведения установлен Правилами обучения безопасным методам и приемам работы, проведения инструктажа и проверки знаний по вопросам охраны труда, утвержденными постановлением Минтруда и соцзащиты РБ.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

В соответствии с Правилами по характеру и времени проведения, инструктаж по охране труда подразделяют на[28]:

- вводный;
- первичный на рабочем месте;
- повторный;
- внеплановый;
- целевой.

Согласно ст. 228 Трудового кодекса Республики Беларусь и ст. 21 Закона Республики Беларусь от 23 июня 2008 г. «Об охране труда» для обеспечения безопасности труда и предупреждения профессиональных заболеваний, в целях охраны здоровья населения наниматель обязан организовать проведение медицинских осмотров работников [29].

Медосмотры лиц, поступающих на работу, и работающих сотрудников проводятся с целью[29]:

- определения пригодности к выполнению поручаемой им работы;
- предотвращения распространения инфекционных и паразитарных заболеваний;
- динамического наблюдения за состоянием здоровья;
- своевременного выявления профессиональных и общих (непрофессиональных) заболеваний;
- профилактики, лечения, медицинской реабилитации лиц с выявленными заболеваниями и улучшения условий их труда.

Обязательное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний введено с 1 января 2004 года Декретом Президента Республики Беларусь от 30 июля 2003 года № 18 «Об обязательном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Осуществление возложено на Белорусское республиканское унитарное страховое предприятие «Белгосстрах» [30].

Трудовая деятельность человека протекает в условиях определенной производственной среды, которая при несоблюдении гигиенических

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	ДП-0910224-ДО-2014	Лист
						79

требований может оказывать неблагоприятное влияние на работоспособность и здоровье человека, в данном дипломном проекте должны быть учтены опасные и вредоносные факторы при работе с ПЭВМ.

Опасный производственный фактор — такой фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья[27].

Вредным производственным фактором называется такой фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности[27].

При работе с ПЭВМ на работников могут оказывать неблагоприятное воздействие следующие опасные и вредные производственные факторы[31]:

- повышенный уровень электромагнитных излучений;
- повышенный уровень ионизирующих излучений;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенная напряженность электростатического поля;
- повышенная или пониженная ионизация воздуха;
- повышенная яркость света;
- прямая и отраженная блесткость; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- статические перегрузки костно-мышечного аппарата и динамические локальные перегрузки мышц кистей рук;
- перенапряжение зрительного анализатора;
- умственное перенапряжение;
- эмоциональные перегрузки;
- монотонность труда.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

5.2 Промышленная санитария и гигиена труда

В производственных помещениях, в которых работа на ВДТ,ЭВМ и ПЭВМ является вспомогательной (не основной), температура, относительная влажность и скорость движения воздуха на рабочих местах должны соответствовать характеру основной выполняемой работы в соответствии с действующими «Гигиеническими требованиями к микроклимату производственных помещений» СанПиН № 9-80 РБ 98.

В производственных помещениях, в которых работа на ВДТ,ЭВМ и ПЭВМ является основной (диспетчерские, операторские, расчетные, кабины и посты управления, залы вычислительной техники и др.), должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата (табл.1).

К категории 1а относятся работы, производимые сидя и не требующие физического напряжения, при которых расход энергии составляет до 120 ккал/ч; к категории 1б относятся работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением, при которых расход энергии составляет от 120 до 150 ккал/ч[32].

Таблица 4.1 – Оптимальные параметры микроклимата

Период года	Категория работ	Температура воздуха, не более, °C	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	легкая – 1а	22–24	40–60	0,1
	легкая – 1б	21–23	40–60	0,1
Теплый	легкая – 1а	23–25	40–60	0,1
	легкая – 1б	22–24	40–60	0,2

Помещения с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ должны иметь естественное и искусственное освещение. Естественное освещение должно осуществляться через светопроемы, ориентированные преимущественно на север и северо-восток и обеспечивать коэффициент естественной освещенности (КЕО) не ниже 1,5%.

Расположение рабочих мест с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ для взрослых пользователей в подвальных помещениях не допускается. Размещение рабочих мест с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ во всех типах учебных заведений (общеобразовательных, средних, средних специальных и высших учебных заведениях) и дошкольных учреждениях не допускается в цокольных и подвальных помещениях.

В случаях производственной необходимости эксплуатация ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ в помещениях без естественного освещения может проводиться только по согласованию с органами Государственного санитарного надзора.

Площадь на одно рабочее место с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ для взрослых пользователей должна составлять не менее 6,0 кв.м, а объем не менее 20,0 куб.м.

Площадь на одно рабочее место с ВДТ и ПЭВМ во всех учебных и дошкольных учреждениях должна быть не менее 6,0 кв.м, а объем - не менее 18 куб.м. В действующих компьютерных классах в порядке исключения допускается уменьшение площади на одно рабочее место, но не менее 4,5 кв.м при обязательном соблюдении оптимального микроклимата помещений.

При строительстве новых и реконструкции действующих зданий и помещений для ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ их следует проектировать высотой (от пола до потолка) не менее 3,0 м.

При входе в учебное помещение с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ во всех типах учебных заведений следует предусмотреть встроенные или пристенные шкафы (полки) для хранения портфелей, сумок учащихся и студентов.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

Производственные и административные помещения, в которых для работы используются преимущественно ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ (диспетчерские, операторские, расчетные и др.), и учебные помещения (аудитории вычислительной техники, дисплейные классы, кабинеты и др.) не должны граничить с помещениями, в которых уровни шума и вибрации превышают нормируемые значения (механические цеха, мастерские, гимнастические залы и т.п.).

Звукоизоляция ограждающих конструкций помещений с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ должна отвечать гигиеническим требованиям и обеспечивать нормируемые параметры шума в них.

Помещения с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ должны оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией. Нормируемые параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержание вредных веществ в нем должны отвечать требованиям раздела 6 настоящих Санитарных правил.

Для внутренней отделки интерьера помещений с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка - 0,7-0,8; для стен - 0,5-0,6; для пола - 0,3-0,5.

Полимерные материалы, используемые для внутренней отделки интерьера помещений с ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ, должны быть разрешены для применения органами Государственного санитарного надзора.

Поверхность пола в помещениях эксплуатации ВДТ, ЭВМ и ПЭВМ должна быть ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки и влажной уборки, обладать антистатическими свойствами[32].

Уровни ионизации представлены в таблице 4.2[32].

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист
					ДП-0910224-ДО-2014 83

Таблица 4.2 – Уровни ионизации и коэффициент униполярности воздуха

Уровни	Число ионов в 1 см ³ воздуха		Коэффициент униполярности (Y)
	n+	n-	
Минимально допустимые	400	600	$0,4 \leq Y < 1,0$
Оптимальные	1500–3000	3000–5000	
Максимально допустимые	5 000	50000	

5.3 Техническая безопасность

Организация рабочего места с ПК должна учитывать требования безопасности, удобство положения, движений и действий работника.

Рабочий стол с учетом характера выполняемой работы должен иметь достаточный размер для рационального размещения монитора (дисплея), клавиатуры, другого используемого оборудования и документов, поверхность, обладающую низкой отражающей способностью.

Клавиатура располагается на поверхности стола таким образом, чтобы пространство перед клавиатурой было достаточным для опоры рук работника (на расстоянии не менее чем 300 мм от края, обращенного к работнику).

Чтобы обеспечивалось удобство зрительного наблюдения, быстрое и точное считывание информации, плоскость экрана монитора располагается ниже уровня глаз работника предпочтительно перпендикулярно к

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист
					ДП-0910224-ДО-2014

нормальной линии взгляда работника (нормальная линия взгляда - 15° вниз от горизонтали).

Для исключения воздействия повышенных уровней электромагнитных излучений расстояние между экраном монитора и работником должно составлять не менее 500 мм (оптимальное 600-700 мм).

Применяемые подвижные подставки для документов (пюпитры) размещаются в одной плоскости и на одной высоте с экраном.

Рабочий стул (кресло) должен быть устойчивым, место сидения должно регулироваться по высоте, а спинка сиденья - по высоте, углам наклона, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья. Регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

Для тех, кому это удобно, предусматривается подставка для ног.

Рабочее место размещается таким образом, чтобы естественный свет падал сбоку (желательно слева).

Для снижения яркости в поле зрения при естественном освещении применяются регулируемые жалюзи, плотные шторы.

Светильники общего и местного освещения должны создавать нормальные условия освещенности и соответствующий контраст между экраном и окружающей обстановкой с учетом вида работы и требований видимости со стороны работника. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна составлять 300-500 люкс.

Возможные мешающие отражения и отблески на экране монитора и другом оборудовании устраняются путем соответствующего размещения экрана, оборудования, расположения светильников местного освещения.

При рядном размещении рабочих столов расположение экранов видеомониторов навстречу друг другу из-за их взаимного отражения не допускается.

Для обеспечения безопасности работников на соседних рабочих местах расстояние между рабочими столами с мониторами (в направление тыла

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

поверхности одного монитора и экрана другого монитора) должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями мониторов - не менее 1,2 м.

При работе с ПК работники обязаны:

- соблюдать режим труда и отдыха, установленный законодательством, правилами внутреннего трудового распорядка организации, трудовую дисциплину, выполнять требования охраны труда, правил личной гигиены;
- выполнять требования пожарной безопасности, знать порядок действий при пожаре, уметь применять первичные средства пожаротушения;
- курить только в специально предназначенных для курения местах;
- знать приемы оказания первой помощи при несчастных случаях на производстве;
- о неисправности оборудования и других замечаниях по работе с ПК сообщать непосредственному руководителю или лицам, осуществляющим техническое обслуживание оборудования.

Не допускается:

- выполнять работу, находясь в состоянии алкогольного опьянения либо в состоянии, вызванном употреблением наркотических средств, психотропных или токсических веществ, а также распивать спиртные напитки, употреблять наркотические средства, психотропные или токсические вещества на рабочем месте или в рабочее время;
- устанавливать системный блок в закрытых объемах мебели, непосредственно на полу;
- использовать для подключения ПК розетки, удлинители, не оснащенные заземляющим контактом (шиной).

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

Работники, не выполняющие требования настоящей Инструкции, привлекаются к ответственности согласно законодательству.

Работающие имеют право отказаться от выполнения порученной работы в случае возникновения непосредственной опасности для жизни и здоровья их и окружающих до устранения этой опасности.

Не допускается нахождение работающих в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения, а также распитие спиртных напитков, потребление наркотических средств, психотропных веществ, их аналогов, токсических средств на рабочем месте и в рабочее время[32].

Перед началом работы с ПК работник обязан:

- проветрить рабочее помещение;
- проверить:
 - 1) устойчивость положения оборудования на рабочем столе;
 - 2) отсутствие видимых повреждений оборудования, дисков в дисководе системного блока;
 - 3) исправность и целостность питающих и соединительных кабелей, разъемов и штекерных соединений, защитного заземления (зануления);
 - 4) исправность мебели.
- отрегулировать:
 - 1) положение стола, стула (кресла), подставки для ног, клавиатуры, экрана монитора;
 - 2) освещенность на рабочем месте. При необходимости включить местное освещение;
- протереть поверхность экрана монитора, защитного фильтра (при его наличии) сухой мягкой тканевой салфеткой;

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

- убедиться в отсутствии отражений на экране монитора, встречного светового потока;
- включить оборудование ПК в электрическую сеть, соблюдая следующую последовательность: стабилизатор напряжения (если он используется), блок бесперебойного питания, периферийные устройства (принтер, монитор, сканер и другие устройства), системный блок.

Запрещается приступать к работе при[32]:

- выраженному дрожании изображения на мониторе;
- обнаружении неисправности оборудования;
- наличии поврежденных кабелей или проводов, разъемов, штекерных соединений;
- отсутствии или неисправности защитного заземления (зануления) оборудования.

Работу за экраном видеомонитора следует периодически прерывать на регламентированные перерывы, которые устанавливаются для обеспечения работоспособности и сохранения здоровья, или заменять другой работой с целью сокращения рабочей нагрузки у экрана.

Продолжительность непрерывной работы с персональной электронной вычислительной машиной без регламентированного перерыва не должна превышать двух часов.

При работе с ПЭВМ не допускается[32]:

- прикасаться к панелям с разъемами оборудования, разъемам питающих и соединительных кабелей, экрану видеомонитора при включенном питании;
- натягивать, перекручивать и перегибать кабель, ставить на него предметы;
- загромождать рабочее место;

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

- ограничивать доступ работающих к первичным средствам пожаротушения, аптечкам первой медицинской помощи универсальным;
- производить переключения, отключение питания во время выполнения активной задачи;
- допускать попадание влаги на поверхность оборудования;
- производить самостоятельно вскрытие и ремонт оборудования;
- вытираять пыль на включенном оборудовании;
- допускать нахождение вблизи оборудования посторонних лиц;
- оставлять оборудование включенным без наблюдения .

По окончании работы с ПЭВМ работающий обязан[32]:

- корректно закрыть все активные задачи;
- извлечь магнитные носители (флеш-носители, дискеты, диски);
- выключить питание системного блока;
- выключить питание всех периферийных устройств;
- отключить блок бесперебойного питания;
- отключить стабилизатор напряжения (если он используется);
- отключить питающий кабель от сети;
- осмотреть и привести в порядок рабочее место;
- при необходимости протереть поверхности периферийных устройств и вымыть с мылом руки.

Опасность возникает при повреждении оборудования, кабелей, проводов, неисправности заземления (зануления), появлении запаха гари, возникновении необычного шума и других неисправностях работающий обязан немедленно отключить электропитание оборудования и сообщить о случившемся непосредственному руководителю или иному уполномоченному должностному лицу нанимателя[32].

В случае сбоя в работе оборудования или программного обеспечения работающий обязан сообщить об этом специалисту, осуществляющему

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	ДП-0910224-ДО-2014	Лист
						89

техническое обслуживание оборудования организации, для устранения неполадок, так как в ином случае это может вызвать травму или гибель кого-либо.

В случае получения травмы и (или) внезапного ухудшения здоровья работник должен прекратить работу, выключить оборудование, сообщить об этом непосредственному руководителю или иному уполномоченному должностному лицу и при необходимости обратиться к врачу.

При дипломном проектировании во избежание травм или несчастных случаев необходимо строго соблюдать правила по работе с ПЭВМ. Бережно относиться к оборудованию, следить за его состоянием и состоянием своего рабочего места.

5.4 Электробезопасность

Отличительной особенностью электрического тока от других производственных опасностей и вредностей (кроме радиации) является то, что человек не в состоянии обнаружить электрическое напряжение дистанционно своими органами чувств. Электрический ток протекает через тело человека, если между двумя его точками имеется разность потенциалов. Напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек, называется напряжением прикосновения [33].

Проходя через организм, электрический ток вызывает термическое, электролитическое и биологическое действие.

Термическое действие выражается в ожогах отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов и нервных волокон.

Электролитическое действие выражается в разложении крови и других органических жидкостей, вызывая значительные нарушения их физико-химических составов.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист	ДП-0910224-ДО-2014	90

Биологическое действие проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей организма, что может сопровождаться непроизвольным судорожным сокращением мышц, в том числе мышц сердца и легких. В результате могут возникнуть различные нарушения в организме, в том числе нарушение и даже полное прекращение деятельности органов дыхания и кровообращения.

Все многообразие действия электрического тока приводит к двум видам поражения: электрическим травмам и электрическим ударам.

Электрические травмы — это четко выраженные местные повреждения тканей организма, вызванные воздействием электрического тока или электрической дуги (электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, механические повреждения).

Электрический удар — это возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током, сопровождающееся непроизвольным судорожным сокращением мышц[33].

При монтаже и ремонте ПЭВМ необходимо помнить, что это электроприбор имеющий напряжение на входе, поэтому при ремонте ПЭВМ необходимо отключать его от сети питания, затем удостоверившись, что отключение произошло успешно и напряжения на блоке питания нет, начинать работы.

Средства индивидуальной защиты[34].

- защитные очки.
- рукавицы.
- противогазы, респираторы.
- каски (обязан пользоваться весь персонал, находящийся в помещении с действующим электрооборудованием на электростанциях, подстанциях, ору, зру, колодцах, туннелях, при выполнении работы на вл).
- предохранительные пояса и страховочные канаты.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

К средствам коллективной защиты можно отнести знаки и плакаты, обозначающие места с повышенной опасностью.

5.5 Пожаробезопасность

Пожарной безопасностью называется такое состояние объекта, при котором с регламентируемой вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей[35].

Согласно статье 17 Закона о пожарной безопасности руководители и другие должностные лица организаций[35]:

- обеспечивают пожарную безопасность и противопожарный режим в соответствующих организациях;
- обеспечивают своевременное выполнение противопожарных мероприятий по предписаниям, рекомендациям, требованиям и заключениям органов государственного пожарного надзора;
- внедряют научно-технические достижения в противопожарную защиту объектов, проводят работу по изобретательству и рационализации, направленную на обеспечение безопасности людей и снижение пожарной опасности технологических процессов производств;
- обеспечивают выполнение и соблюдение требований технических нормативных правовых актов системы противопожарного нормирования и стандартизации при проектировании, строительстве, реконструкции, техническом переоснащении и ремонте подведомственных им объектов, а также при изготовлении, транспортировке и использовании выпускаемых веществ, материалов, продукции, машин, приборов и оборудования;
- создают внештатные пожарные формирования и организуют их работу;

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

- содержат в исправном состоянии пожарную технику, оборудование и инвентарь, не допускают их использования не по прямому назначению;
- организуют обучение работников правилам пожарной безопасности и обеспечивают их участие в предупреждении и тушении пожаров, не допускают к работе лиц, не прошедших противопожарный инструктаж;
- обеспечивают разработку плана действий работников на случай возникновения пожара и проводят практические тренировки по его отработке;
- представляют по требованию органов государственного пожарного надзора документы о пожарах и их последствиях, сведения, характеризующие состояние пожарной безопасности объектов и выпускаемой продукции;
- принимают меры к нарушителям противопожарных требований, взыскивают в установленном законодательством порядке материальный ущерб с виновников пожара;
- представляют в установленном порядке в необходимых случаях органам и подразделениям по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь технику, горюче-смазочные материалы, продукты питания и места отдыха для личного состава при тушении пожаров.

В случае возникновения возгорания или пожара работающий обязан отключить от электросети оборудование, принять меры по эвакуации работающих в безопасное место, вызвать подразделение по чрезвычайным ситуациям, указав адрес объекта и участок возгорания, сообщить о произошедшем непосредственному руководителю или иному уполномоченному должностному лицу нанимателя, приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения.

Если в ПЭВМ или в периферийных устройствах началось плавление материалов из пластмассы или пластика, необходимо выключить напряжение на данное устройство, в случае возникновения огня применить углекислотный огнетушитель.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

В качестве средств пожаротушения разрешается использование углекислотного огнетушителя типа ОУ-2, ОУ-5. Применение пенных огнетушителей не допускается, так как жидкость пропускает ток[35].

Работники обязаны знать и выполнять требования технических нормативных правовых актов системы противопожарного нормирования и стандартизации, являющихся составной частью их профессиональной деятельности[35].

По возгораемости строительные материалы и конструкции делят на три группы: несгораемые, трудносгораемые и сгораемые. Несгораемые материалы под воздействием источника зажигания не воспламеняются, не тлеют и не обугливаются. К ним относят гранит, мрамор, кирпич, бетон, железобетон, стекло, сталь и т. п. Трудносгораемые материалы воспламеняются, тлеют и обугливаются при наличии источника зажигания, но после его удаления самостоятельно не горят. Такими материалами являются некоторые виды пластмасс (например, стеклопластик на фенольной смоле), гипсовая сухая штукатурка, асфальтобетон, пропитанная антипиренами¹ древесина и т. п. Сгораемыми называют материалы, которые могут самостоятельно гореть или тлеть после удаления источника зажигания. К этой группе относят древесину, линолеум, войлок, рубероид, древесноволокнистые и полистирольные плиты и т. п[36].

Если же возгорание произошло, то пожарные сигнализации позволят предупредить работников о возгорании (могут быть как автономными, на батарейках, так и централизованными). В случае централизованной пожарной сигнализации сигнал о возгорании передается диспетчеру на пульт откуда будет вызван пожарный наряд.

Пожарные сигнализации могут быть ручными. Они представляют собой централизованную систему с кнопками, которые размещены на предприятии. В случае обнаружения задымления или возгорания любой человек может нажать на кнопку, подавая сигнал о пожаре.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

Технические средства тушения пожаров – это приспособления, позволяющие получать огнегасительные вещества, которые оказывают механическое воздействие на очаг горения или подаются в зону горения. К подобным устройствам относятся[37]:

- пеногенераторы;
- огнетушители;
- пожарные насосы;
- пожарные автомобили (техника).

Средства тушения – это[37]:

- вода – самое распространенное при пожаре средство. Она охлаждает горячий материал и образует при этом пар, перекрывающий доступ кислорода к очагу горения;
- песок также относится к распространенным средствам и также способствует прекращению доступа кислорода к горящей поверхности.

На предприятии обязательно должен быть план эвакуации, на котором изображены действия работников в случае чрезвычайной ситуации и выходы. Аварийные выходы должны быть обозначены, и иметь достаточно широкий дверной проем. Оповещение о пожаре должно быть быстрым, четким и громким.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате разработки дипломного проекта по теме «Разработка системы распознавания эмоций на видеоизображении» решены следующие задачи и получены результаты:

- 1) проведен анализ существующих алгоритмов распознавания эмоций, алгоритмов видеозахвата, алгоритмов распознавания лица и его ключевых точек. На основе анализа выбраны и спроектированы алгоритмы:
 - видеозахвата;
 - поиска лица;
 - локализации ключевых точек лица;
 - распознавания эмоций.
- 2) разработана программа распознавания эмоций на видеоизображении. Программа производит классификацию эмоций по системе ЭмСКЛиД.
- 3) Было проведено тестирование разработанной программы. Тестирование производилось на различных видео последовательностях, выявленные ошибки были исправлены. К недостаткам работы алгоритма можно отнести:
 - высокая чувствительность к качественным характеристикам видеоизображения;
 - нестабильное распознавание эмоций при резких движениях головы;
 - слабое обнаружение некоторых эмоций.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. АльфаЗвук[Электронный ресурс]/О чем расскажут наши эмоции.
– Режим доступа: <http://www.alfazvuk.ru/articles/more/65-42> – Дата доступа: 1.06.2014
2. Интернет-портал Хабрахабр[Электронный ресурс]/ Исследование рынка систем распознавания эмоций – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/133686/>. – Дата доступа: 1.04.2014
3. Daily.Sec.Ru [Электронный ресурс]/ Распознавание человека по изображению лица и нейросетевые методы
- Режим доступа: <http://daily.sec.ru/2002/05/22/print-Metodi-raspoznavaniya-cheloveka-po-izobrasheniu-litsa-Dostoinstva-i-nedostatki-sravnenie.html> – Дата доступа: 1.04.2014.
4. Сравнительный анализ алгоритмов распознания лиц. Е.С. Мищенкова. Вестник ВолГУ. Серия 9. Вып. 11. 2013, стр.74.
5. Viola, P. Robust realtime face detection / P. Viola // International Journal of Computer Vision. – 2004. – V.57. – № 2. – P. 137–154.
6. Twinpepers Blog [Электронный ресурс]/ Метод SURF – Режим доступа: <http://twinpeppers.blogspot.com/2012/03/surf.html> – Дата доступа: 3.06.2014
7. НОУ ИНТУИТ [Электронный ресурс]/ Лекция 3: Детекторы и дескрипторы ключевых точек. Алгоритмы классификации изображений. – Режим доступа:
<http://www.intuit.ru/studies/courses/10621/1105/lecture/17983?page=2> – Дата доступа: 1.06.2014
8. Extraction of Facial Feature Points Using Cumulative Histogram // IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 9, Issue 1, No 3, January 2012

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист
					ДП-0910224-ДО-2014 97

9. Shinohara Y, Otsu N. Facial expression recognition using fisher weight maps // Proceedings of IEEE Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, Korea 版 Seoul, 2004, pp. 499-504.
10. Havran C. et al. Independent Component Analysis for face authentication // KES'2002 proceedings - knowledge-based intelligent Information and Engineering Systems. Crema, Italy, 2002, pp. 1207-1211.
11. Xiaofeng F. Facial expression recognition based on multi-scale centralized binary pattern // Control Theory & Applications, 2009, №6, pp. 26-32.
12. Microsoft Developer Network [Электронный ресурс]/ Visual Studio 2010 – Режим доступа: [http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/vstudio/dd831853\(v=vs.100\).aspx](http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/vstudio/dd831853(v=vs.100).aspx) - Дата доступа: 18.04.2014
13. Microsoft Developer Network [Электронный ресурс]/ About Expression Blend. – Режим доступа: [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc296376\(v=expression.40\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc296376(v=expression.40).aspx) – Дата доступа: 15.04.2014
14. SERVODROID.RU – Робототехника своими руками[Электронный ресурс]/ EmguCV – Что это такое и с чем его едят – Режим доступа: <http://www.servodroid.ru/forum/60-407-1> – Дата доступа: 1.04.2014
15. Rutracker.org[Электронный ресурс]/ Rational Rose Enterprise Edition – Режим доступа: <http://rutracker.org/forum/viewtopic.php?t=1073013> – Дата доступа: 14.05.14
16. Белорусское сообщество аналитиков [Электронный ресурс]/Enterprise Architect 8.0. – Минск, 2013. – Режим доступа: <http://analyst.by/articles/ea8> – Дата доступа: 14.05.2014
17. Абламейко С.В., Лагуновский Д.М. Обработка изображений: технология, методы, применение. Минский Институт технической кибернетики НАН Беларуси. 1999, глава 1, пункт 1.5.6.
18. CelionSoft [Электронный ресурс] / СКЛид(FACS) – Режим доступа: <http://ceilonssoft.ru/index.php/stati/sklid-facs> – Дата доступа: 5.05.2014

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

19. DirectShow по-русски [Электронный ресурс] / Что такое DirectShow? – Режим доступа: <http://directshow.wonderu.com/статьи/первые-шаги-с-directshow/что-такое-directshow-что-такое-фильтр> – Дата доступа: 1.04.2014

20. Barebonescoder Blog [Электронный ресурс] / DirectShow in C#: building graphs – Режим доступа: <http://www.barebonescoder.com/2012/01/directshow-with-c-building-filter-graphs/> – Дата доступа: 1.04.2014

21. Microsoft Developer Network [Электронный ресурс] / InteropBitmap – Режим доступа: [http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/system.windows.interop.interopbitmap\(v=vs.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/system.windows.interop.interopbitmap(v=vs.110).aspx) – Дата доступа: 1.04.2014

22. Интернет- портал Хабрахабр [Электронный ресурс] / Отношения классов - от UML к коду – Режим доступа: [http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/system.windows.interop.interopbitmap\(v=vs.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/system.windows.interop.interopbitmap(v=vs.110).aspx) – Дата доступа: 9.06.2014

23. Диаграмма компонентов и особенности ее построения, [Электронный источник] – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/department/pl/umlbasics/12/> - Дата доступа: 9.06.2014

24. Учебники по экономике [Электронный ресурс]/Понятие экономический эффект. – Режим доступа: <http://textb.net/103/16.html> – Дата доступа: 10.06.2014

25. Портал Habrahabr [Электронный ресурс]/Модели жизненного цикла программного продукта. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/111674/>– Дата доступа: 10.06.2014

26. Словари и энциклопедии на Академке [Электронный ресурс]/Оценка затрат на разработку программного обеспечения. – Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/tuwiki/1324196> – Дата доступа: 10.06.2014

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

27. Охрана труда [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://biblio.fond.ru/view.aspx?id=6242> - Дата доступа 3.06.2014
28. Виды инструктажа по охране труда и порядок его проведения [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://systemaby.com/docs/bitgu/dk-vv1yxd.html>- Дата доступа 3.06.2014
29. Медицинские осмотры работников [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://otdelkadrov.by/number/2012/6/620128/> - Дата доступа 3.06.2014
30. Страхование [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://bgs.by/insurance/177/> - Дата доступа 3.06.2014
31. Инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://rlst.org.by/izdania/ib208/400.html>- Дата доступа 3.06.2014
32. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, электронно-вычислительным машинам и организации работы [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://www.busel.org/texts/cat1ey/id5ewofep.htm>- Дата доступа 3.06.2014
33. Действие электрического тока на организм человека [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://bresteg.com/ohrana/1091-dejstvie-yellektricheskogo-toka-na-organizm.html>- Дата доступа 3.06.2014
34. Электрозащитные средства и приспособления [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://электротехнический-портал.рф/bezgd/19-glava53/79-electrozash-sredstva-i-prisposoblenya.html>- Дата доступа 3.06.2014
35. Пожарная безопасность в организации [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://www.otb.by/articles/pozharnaya-bezopasnost-v-organizatsii>- Дата доступа 3.06.2014
36. Горючие вещества [Электронный ресурс]/ Режим доступа: http://ohrana-bgd.narod.ru/proizv_119.html - Дата доступа 3.06.2014
37. Правила и методы тушения пожаров [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://www.aspekt.ru/str2> - Дата доступа 3.06.2014

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист
					ДП-0910224-ДО-2014 100

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Техническое задание

Введение

Настоящим техническим заданием устанавливаются необходимые нормы при разработке дипломного проекта на тему: «Разработка системы распознавания эмоций человека на видеоизображении».

Работы, определенные к исполнению данным техническим заданием, выполняются в рамках темы дипломного проектирования по специальности «Вычислительные машины, системы и сети».

A.1 Основание для разработки

A.1.1 Основание для проведения разработки

Основанием для данной разработки является приказ № 315УВ «О закреплении тем дипломных проектов студентов факультета информационных технологий дневной формы обучения специальности 1-40 02 01 «Вычислительные машины, системы и сети» по кафедре вычислительные системы и сети». Данный приказ утвержден в УО «Полоцкий государственный университет».

Наименование темы данной разработки – «Разработка системы распознавания эмоций человека на видеоизображении».

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист	ДП-0910224-ДО-2014	101

A.2 Назначение разработки

Программа предназначена для поиска лиц людей на видеоизображении и распознавания их эмоций в режиме реального времени. Программа будет эксплуатироваться:

- в психологии;
- в маркетинговых исследованиях.

A.3 Требования к программе

A.3.1 Требования к функциональным характеристикам

Программа должна распознавать нейтральное состояние лица человека на видеоизображении, а также осуществлять распознавание следующих эмоций:

- злость;
- радость;
- страх;
- отвращение;
- удивление.

Программа должна иметь возможность использовать в качестве источника видеоизображения:

- видеофайлы формата .avi и .mp4;
- USB камеры компьютеров и ноутбуков.

Верное распознавание эмоций должно происходить минимум в 60 % случаев.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист	ДП-0910224-ДО-2014	102

Для распознавания эмоций, лицо человека должно быть направлено в сторону камеры и иметь вертикальную ориентацию в пространстве. Лицо должно полностью попадать в кадр и занимать около 35% размера кадра видеоизображения. Лицо и все его элементы, такие как рот, глаза, и брови не должны ничем прикрываться. При этом угол поворота и наклона головы не должен быть более 15 градусов.

Классификация эмоций должна вестись на неподвижном лице, при этом при обнаружении лица программа должна 2 секунды считывать данные нейтрального лица, и только затем проводить классификацию эмоций.

Программа должна словом на экране отображать информацию о текущей эмоции человека на видеоизображении, а также вести лог-файл сканируемых эмоций. Имя лог-файла эмоций должно задаваться как текущая дата и время начала работы с данным видеоизображением, а путь как папка программы\EmotionLogs.

Также должна быть реализованы следующие настройки:

- включение\отключение маркеров на лице;
- включение\отключение упрощенной классификации эмоций (в случае активности не классифицирует злость и отвращение);
- включение\отключение ведения лог-файла эмоций;
- выбор эмоции для сохранения кадра (при обнаружении выбранной эмоции, кадр с лицом должен быть сохранен в изображение формата bmp по пути: папка программы\EmotionShots. Имя лог-файла эмоций должно задаваться как текущая дата и время начала работы с данным видеоизображением плюс обнаруженная эмоция).

В программе должен быть реализован интерфейс в стиле Windows Metro, при этом сохранена совместимость с операционными системами Windows Vista и выше.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

A.3.2 Требования к надежности

Программа должна обеспечивать безаварийную работу, с основными форматами видео файлов, поддерживать безошибочную работу с видеокамерами.

Программа должна вести лог-файл, содержащий информацию об ошибках ее работы, и обеспечивать скрытие системных ошибок приложения от пользователя.

Программа должна осуществлять контроль действий пользователя и не допускать возникновения ошибок по его вине.

После отказа программа должна без проблем перезапускаться и функционировать.

A.3.3 Условия эксплуатации

Программа не должна требовать особых условий эксплуатации и специальных навыков у пользователей. Достаточно иметь базовые навыки работы в семействе операционных систем Windows.

A.3.4 Требования к составу и параметрам технических средств

В состав технических средств должен входить IBM-совместимый персональный компьютер (ПЭВМ), включающий в себя:

- процессор с тактовой частотой не менее 1.8 ГГц;
- оперативную память объемом не менее 2 Гб;

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

- графический адаптер с памятью не менее 64 Мб;
- свободных 500 Мб на жестком диске;
- устройства ввода и вывода.

A.3.5 Требования к информационной и программной совместимости

На вход программы должны подаваться форматы видео .avi и .mp4, либо видеоизображения с USB-камер персональных компьютеров и ноутбуков.

Для функционирования программы необходима операционная система Windows Vista или выше, а также Microsoft Net Framework 4.5. Установлен кодек ffdshow или аналогичный.

A.3.5.1 Требования к исходным кодам и языкам программирования

Требования к исходным кодам и языкам программирования не предъявляются.

A.3.5.2 Требования к защите информации и программ

Требования к защите информации и программ не предъявляются.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист	105
					ДП-0910224-ДО-2014	

A.3.6 Требования к маркировке и упаковке

Требования к маркировке и упаковке не предъявляются.

A.3.7 Требования к транспортированию и хранению

Требования к транспортировке и хранению не предъявляются.

A.4 Требования к программной документации

В состав программной документации должны входить:

- техническое задание, оформленное в соответствии с ГОСТ 19.201-78;
- описание программы, оформленное в соответствии с ГОСТ 19.402-78*;
- программа и методики испытаний, оформленная в соответствии с ГОСТ 19.301-79*;
- руководство оператора, оформленное в соответствии с ГОСТ 19.505-79*.

A.5 Технико-экономические показатели

A.5.1 Ориентировочная экономическая эффективность

Ориентировочная экономическая эффективность не рассчитываются.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист	106
					ДП-0910224-ДО-2014	

A.5.2 Предполагаемая годовая потребность

Предполагаемое число использования программы в год – круглосуточная работа программы на одном рабочем месте.

A.6 Стадии и этапы разработки

Разработка должна быть проведена в две стадии:

- техническое задание;
- технический (и рабочий) проекты.

На стадии «Техническое задание» должен быть выполнен этап разработки, согласования и утверждения настоящего технического задания. Техническое задание должно быть предоставлено до 31 марта 2014 года.

На стадии «Технический (и рабочий) проект» должны быть выполнены перечисленные ниже этапы работ:

- разработка программы, должен быть выполнен до 1 мая 2014 года;
- разработка программной документации, должен быть выполнен до 9 мая 2014 года;
- испытания программы, должен быть выполнен до 14 мая 2014 года.

Оформление экономической части проекта, разработки мероприятий по охране труда и оформление проектной документации должно быть выполнено до 15 июня 2014 года.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист	ДП-0910224-ДО-2014	107

A.7 Порядок контроля и приемки

Приемка проекта программы в рамках дипломного проекта осуществляется государственной экзаменационной комиссией.

						ДП-0910224-ДО-2014	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата			108

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)
Описание программы

Б.1 Общие сведения

Наименование программы – «программа распознавания эмоций на видеозображении».

Для обеспечения работы программного модуля необходимы следующие программные средства:

- операционная система Windows Vista или выше;
- установленный Framework .NET 4.5;
- установленный кодек ffdshow или аналогичный.

Программа написана на языке C#, с использованием библиотек Accord.Net, AForge.Net и Mahapps.Metro.

Для реализации доступа к видеоданным использовалось средство DirectShow. Для сборки программы использовалась среда разработки Visual Studio 2012.

Б.2 Функциональное назначение

Программа предназначена для использования в сферах, где необходимо вести статистику эмоций людей или обнаруживать их определенные эмоции.

Функциональное назначение разработки состоит в:

- автоматической классификации эмоций на видеозображении, источником которого может быть как видеофайл формата avi или mp4 так и USB камеры компьютера или ноутбука;

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

- отображении результатов классификации на мониторе компьютера;
- сохранении результатов классификации на жесткий диск компьютера;
- сохранении кадра с лицом, выражающим заданную эмоцию.

Б.3 Описание логической структуры

При работе модуля выполняются следующие алгоритмы:

- алгоритм видеозахвата и отображения кадра;
- алгоритм обнаружения лица и его ключевых элементов;
- алгоритм классификации эмоций.

Б.4 Используемые технические средства

В состав технических средств должен входить IBM-совместимый персональный компьютер (ПЭВМ), включающий в себя:

- процессор с тактовой частотой не менее 1.8 ГГц;
- оперативную память объемом не менее 2 Гб;
- графический адаптер с памятью не менее 64 Мб;
- свободных 500 Мб на жестком диске;
- USB камеру;
- устройства ввода и вывода.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

Б.5 Вызов и загрузка

Запуск программы осуществляется по двойному щелчку на исполняемом файле программы. Выбрать источник данных, видеофайл или USB камера.

Б.6 Входные данные

Входными данными для программы является видео форматов avi, mp4, а также видео с USB камеры.

Б.7 Выходные данные

Выходными данными для данной программы являются:

- видео формата mp4;
- текстовый файл – лог эмоций;
- отдельные кадры в формате bmp.

						Лист ДП-0910224-ДО-2014	111
Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата			

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)
Программа и методика испытаний

B.1 Объект испытаний

Объектом тестирования является программа распознавания эмоций на видеоизображении.

B.2 Цель испытаний

Целью проведения испытаний является установление работоспособности разработанного программного обеспечения, соответствия техническому заданию и другим программным документам. При выявлении несоответствий в работе программы, ошибок в программе или программной документации требуется доработка программного обеспечения и (или) документации.

B.3 Требования к программе

- 1) Программа должна распознавать нейтральное состояние лица человека на видеоизображении, а также осуществлять распознавание следующих эмоций:

— злость;

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист	ДП-0910224-ДО-2014	112

- радость;
 - страх;
 - отвращение;
 - удивление.
- 2) программа должна иметь возможность использовать в качестве источника видеоизображения:
- видеофайлы формата .avi и .mp4;
 - USB камеры компьютеров и ноутбуков.
- 3) верное распознавание эмоций должно происходить минимум в 60 % случаев;
- 4) программа должна словом на экране отображать информацию о текущей эмоции человека на видеоизображении, а также вести лог-файл сканируемых эмоций. Имя лог-файла эмоций должно задаваться как текущая дата и время начала работы с данным видеоизображением, а путь как папка программы\EmotionLogs;
- 5) Также должна быть реализованы следующие настройки:
- включение\отключение маркеров на лице;
 - включение\отключение упрощенной классификации эмоций (в случае активности не классифицирует злость и отвращение);
 - включение\отключение ведения лог-файла эмоций;
 - выбор эмоции для сохранения кадра (при обнаружении выбранной эмоции, кадр с лицом должен быть сохранен в изображение формата bmp по пути: папка программы\EmotionShots).
- 6) В программе должен быть реализован интерфейс в стиле Windows Metro, при этом сохранена совместимость с операционными системами Windows Vista и выше.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

В.4 Требования к программной документации

В состав программной документации должны входить:

- техническое задание, оформленное в соответствии с ГОСТ 19.201-78;
- описание программы, оформленное в соответствии с ГОСТ 19.402-78*;
- программа и методики испытаний, оформленная в соответствии с ГОСТ 19.301-79*;
- руководство оператора, оформленное в соответствии с ГОСТ 19.505-79*.

В.5 Состав и порядок испытаний

Для проверки корректности работы программного модуля применялся следующий порядок испытаний:

- 1) захват видео изображения с видеокамеры через usb интерфейс;
- 2) захват видео изображения с видеофайла формата avi, mp4;
- 3) запись видео с USB-камеры в видеофайл формата mp4;
- 4) ведение лог-файла эмоций;
- 5) сохранение обработанных кадров в виде отдельных статических изображений при обнаружении выбранной эмоции;
- 6) классификация эмоций различных людей;
- 7) проверка процента верной классификации эмоций.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

В.6 Методы испытаний

Основным методом испытаний является визуальный контроль осуществляемый за работой программы, в том числе проверка данных которые выводит программа.

Таблица 3.2 – Методика тестирования программного продукта

Тестируемая функция	Методика тестирования
захват видео изображения с видеокамеры через usb интерфейс	1) выбрать в качестве источника видеоизображения USB камеру; 2) проверить отображение изображения с камеры в программе
захват видео изображения с видеофайла формата avi, mp4	1) выбрать в качестве источника видеоизображения видеофайл формата avi или mp4; 2) проверить отображение видеофайла в программе
запись видео с USB-камеры в видеофайл формата mp4	1) выбрать в качестве источника видеоизображения USB камеру; 2) проверить отображение изображения с камеры в программе; 3) нажать кнопку записи в видеофайл; 4) проверить наличие файла по пути: папка программы\Videos

Продолжение таблицы 3.2

Тестируемая функция	Методика тестирования
ведение лог-файла эмоций	<ol style="list-style-type: none"> 1) убедиться, что в настройках программы включено ведение лога эмоций; 2) выбрать в качестве источника видеоизображения USB камеру; 3) проверить отображение изображения с камеры в программе; 4) убедиться, что программа обнаружила лицо, и начала классификацию эмоций; 5) проверить наличие файла по пути: папка программы\EmotionLogs
сохранение обработанных кадров в виде отдельных статических изображений при обнаружении выбранной эмоции	<ol style="list-style-type: none"> 1) в настройках программы выбрать эмоцию для сохранения кадра; 2) выбрать в качестве источника видеоизображения USB камеру; 3) проверить отображение изображения с камеры в программе; 4) убедиться, что программа обнаружила лицо, и начала классификацию эмоций; 5) проверить наличие файла по пути: папка программы\EmotionShots

Окончание таблицы 3.2

Тестируемая функция	Методика тестирования
классификация эмоций различных людей	<ol style="list-style-type: none"> 1) выбрать в качестве источника видеоизображения USB камеру; 2) проверить отображение изображения с камеры в программе; 3) убедиться, что программа обнаружила лицо, и начала классификацию эмоций; 4) предоставить для обработки программы еще 9 других лиц; 5) убедиться, что распознавание ведется верно
проверка процента верной классификации эмоций	<ol style="list-style-type: none"> 1) выбрать в качестве источника видеоизображения USB камеру; 2) проверить отображение изображения с камеры в программе; 3) убедиться, что программа обнаружила лицо, и начала классификацию эмоций; 4) каждую эмоцию продемонстрировать 100 раз; 5) предоставить для обработки программы еще 9 других лиц; 6) подсчитать процент верного распознавания эмоций

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)
Руководство оператора

Г.1 Назначение программы

Программа предназначена для использования в сферах, где необходимо вести статистику эмоций людей или обнаруживать их определенные эмоции.

Программа позволяет:

- автоматически классифицировать эмоции на видеоизображении, источником которого может быть как видеофайл формата avi или mp4 так и USB камеры компьютера или ноутбука;
- отображать результатов классификации на мониторе компьютера;
- сохранять результаты классификации на жесткий диск компьютера;
- сохранять кадр с лицом, выражющим заданную эмоцию.

Г.2 Условия выполнения программы

Для функционирования программы необходима операционная система Windows Vista или выше, а также Microsoft Net Framework 4.5. Установлен кодек ffdshow или аналогичный.

В состав технических средств должен входить IBM-совместимый персональный компьютер (ПЭВМ), включающий в себя:

- процессор с тактовой частотой не менее 1.8 ГГц;
- оперативную память объемом не менее 2 Гб;
- графический адаптер с памятью не менее 64 Мб;

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата	Лист	ДП-0910224-ДО-2014	118

- свободных 500 Мб на жестком диске;
- USB камеру;
- устройства ввода и вывода.

Г.3 Выполнение программы

Запуск программы осуществляется по двойному щелчку на исполняемом файле программы. После загрузки программы будет отображен интерфейс представленный на рисунке Г.1.

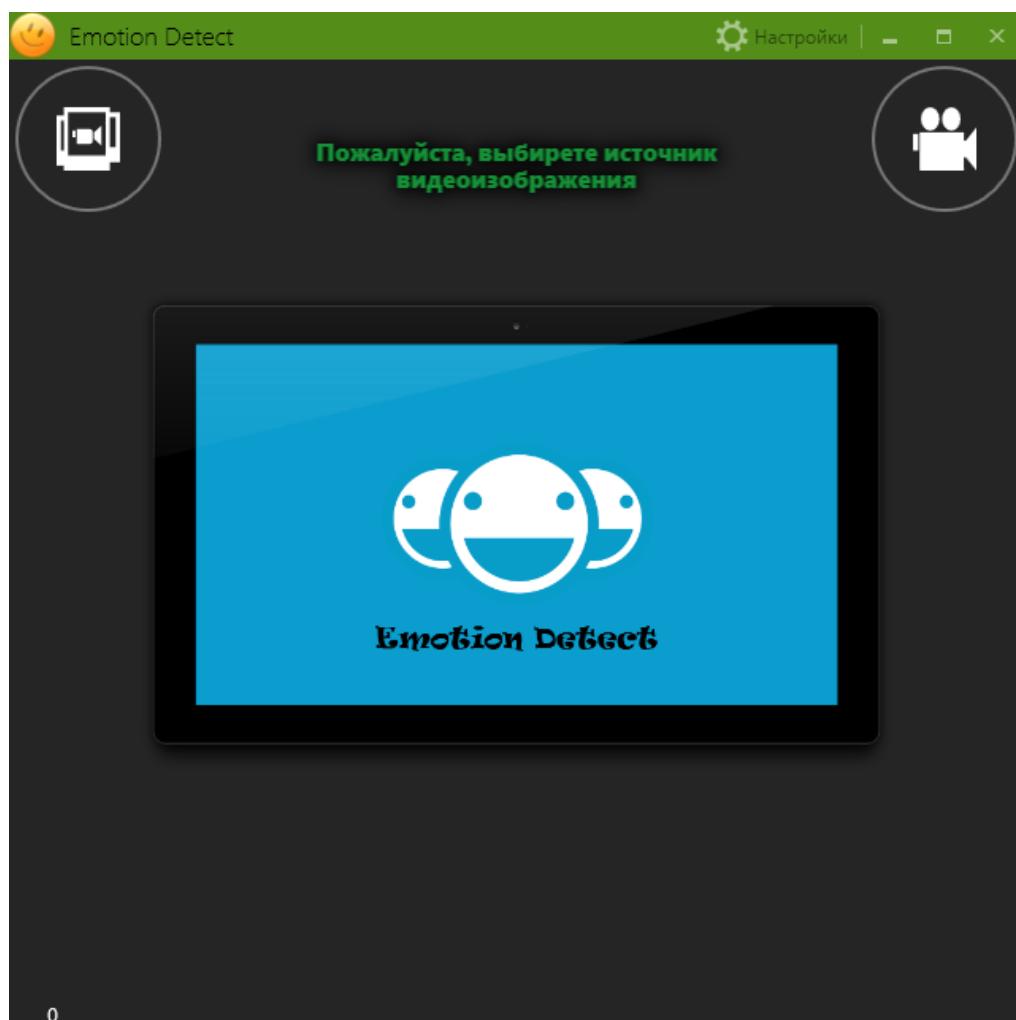


Рисунок Г.1 – Интерфейс программы

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

Далее необходимо выбрать источник данных, видеофайл или USB камера. Для этого необходимо нажать одну из двух кнопок представленных на рисунке Г.2.



а) б)

Рисунок Г.2 – Кнопки выбора источника видеоизображения:

- а) загрузка видеофайла; б) использование USB камеры

После нажатия на кнопку загрузки видеофайла откроется стандартный диалог Windows для открытия файлов. В нем необходимо выбрать файл формата avi или mp4.

После нажатия на кнопку использования USB камеры будет использована первая подключенная камера.

Для выбора других камер необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши по кнопке использования USB камеры. В результате этого будет отображено контекстное меню, пример которого представлен на рисунке Г.3.

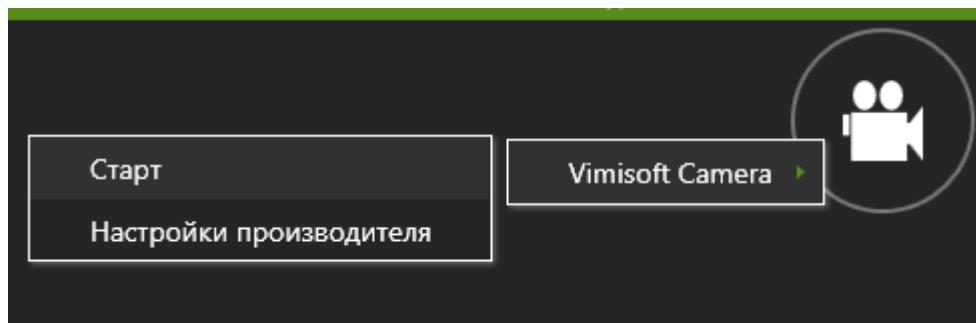


Рисунок Г.3 – Контекстное меню выбора USB камер

На рисунке Г.3 видно, что при раскрытии пункта контекстного меню впадают 2 команды. Команда «Старт» запускает в качестве источника

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата

видеоизображения выбранную камеру, а команда «Настройки производителя» открывает настройки камеры.

Для того чтобы зайти в настройки приложения необходимо нажать кнопку «Настройки», которая находится в тайтлбаре программы. Данная кнопка имеет характерное для настроек изображение – шестеренка. После нажатия на кнопку интерфейс программы выглядит следующим образом (см. рисунок Г.4).

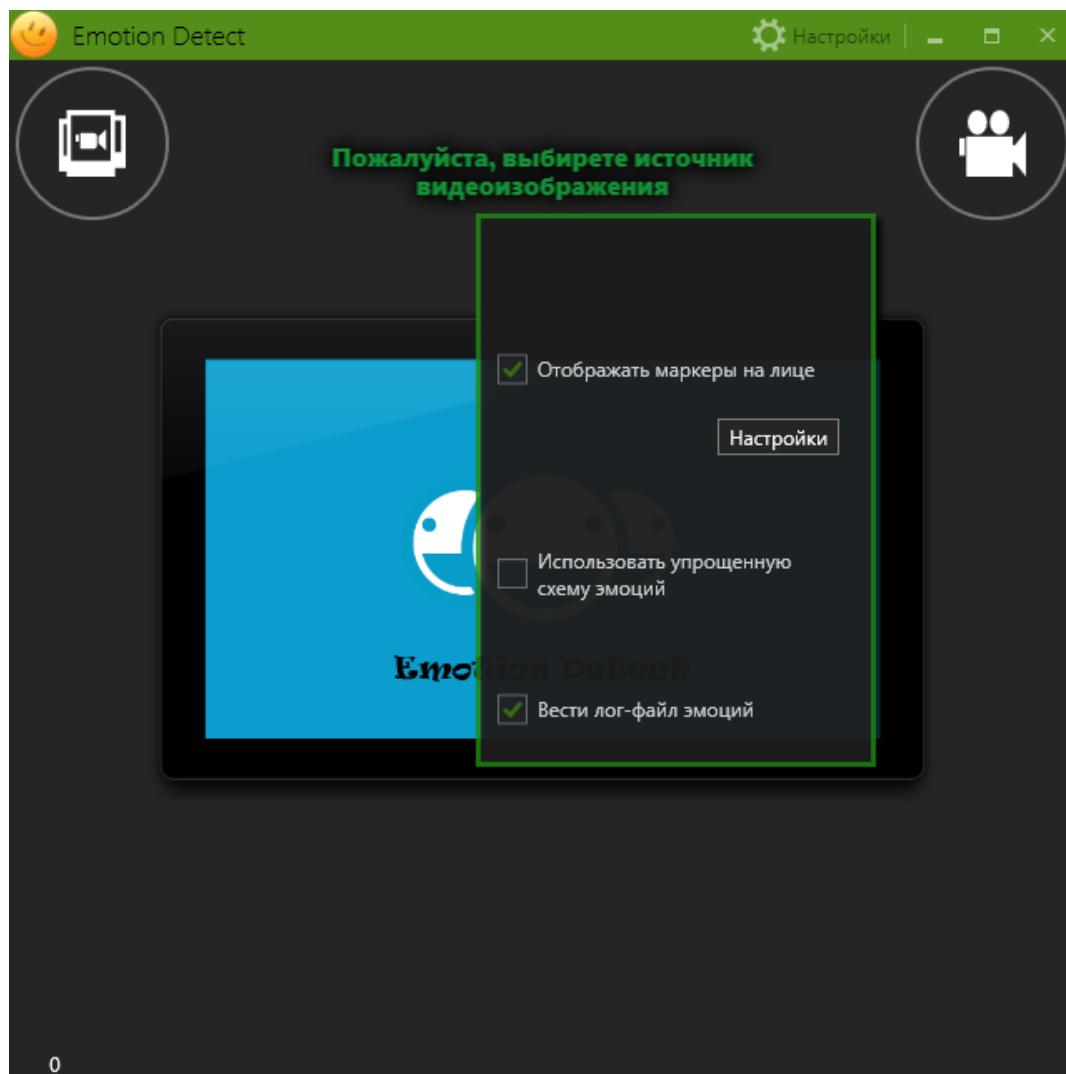


Рисунок Г.4 – Интерфейс программы с окном настроек

Во время работы программы в нижнем левом углу отображается красный прямоугольник с цифрой (на рисунках Г.1, Г.4 там находится цифра 0) . Данный прямоугольник отображает текущее количество кадров в секунду видео.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

Г.4 Сообщения оператору

При отсутствии подключенных камер будет показано сообщение, отображенное на рисунке Г.5.

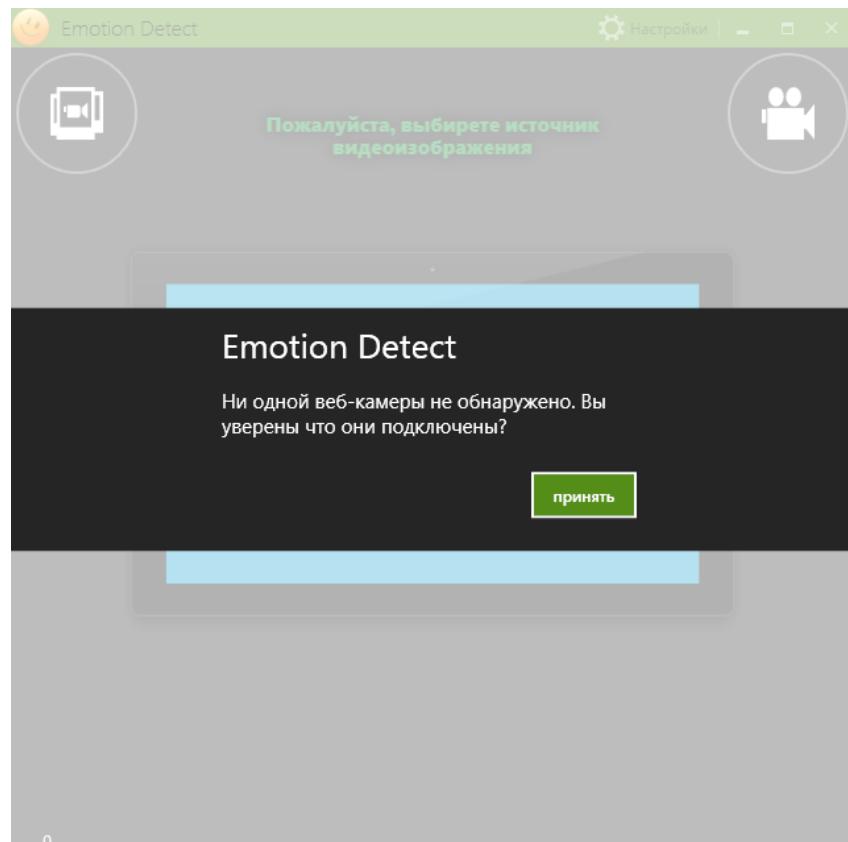


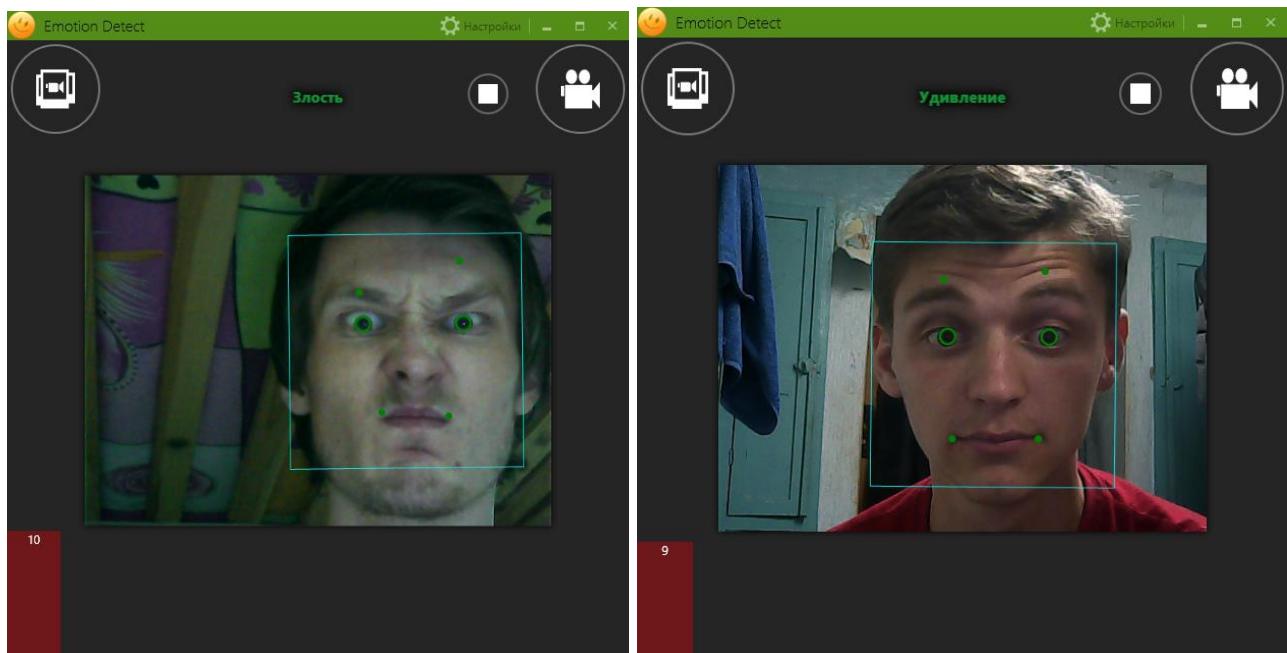
Рисунок Г.5 – Попытка запустить работу с USB камеры, при их отсутствии

						ДП-0910224-ДО-2014	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата			122

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

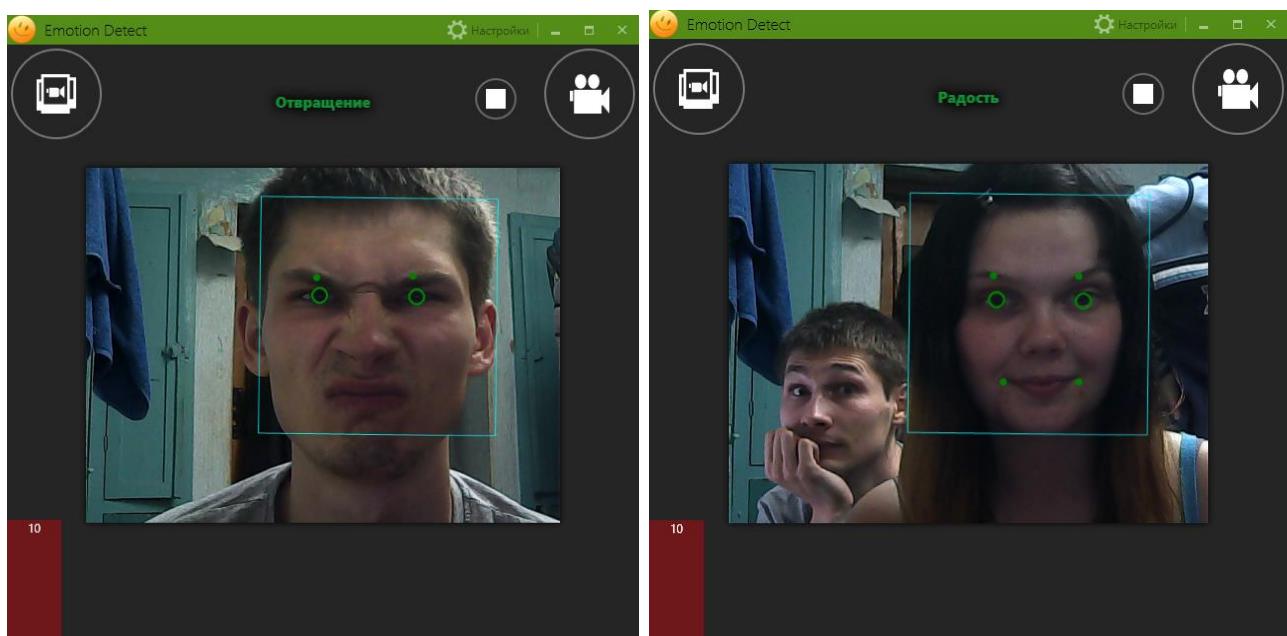
(обязательное)

Результаты работы системы распознавания эмоций человека на видеоизображении



а)

б)



в)

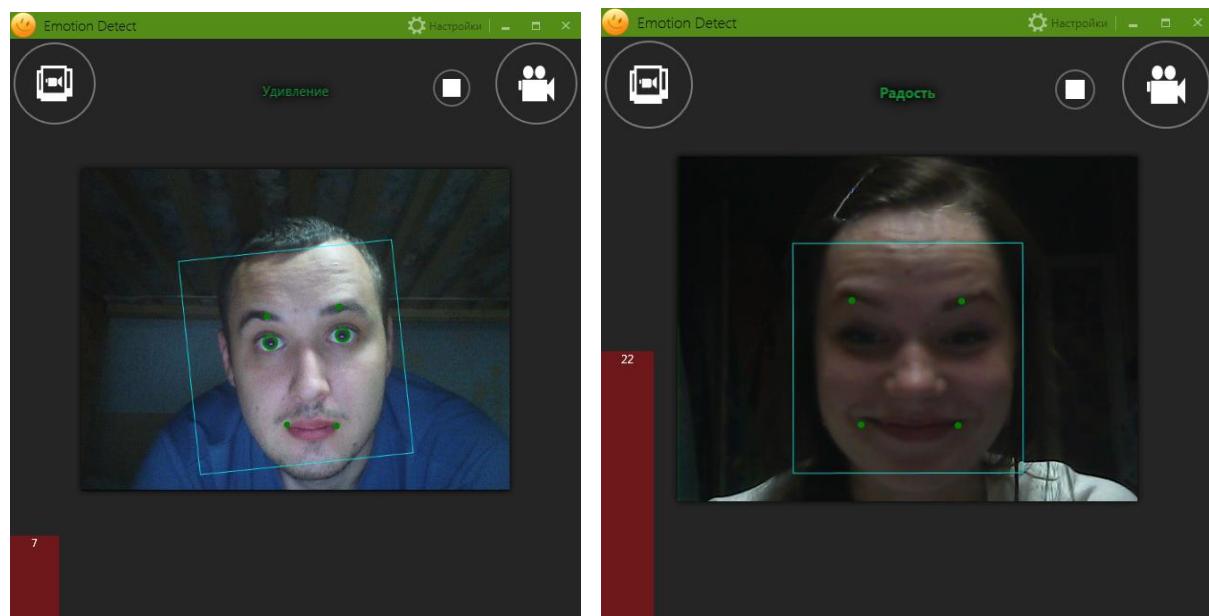
г)

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата
------	------	----------	-------	------

ДП-0910224-ДО-2014

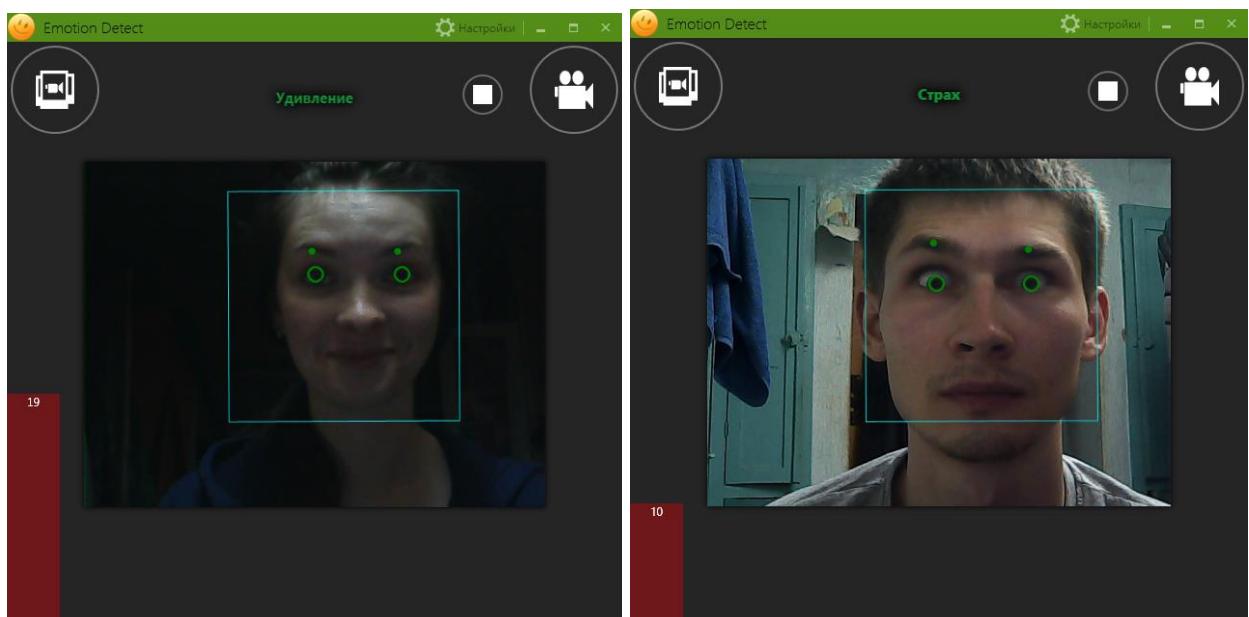
Лист

123



д)

е)



ж)

з)

Рисунок Д.1 – Результаты работы системы на различных людях.

а) злость; б), д), е) удивление; в) отвращение; г), е) радость; з) страх

На рисунке Д.1 представлены результаты работы разработанной системы распознавания эмоций человека на видеоизображении. Как видно из рисунка, классификация эмоций осуществляется вне зависимости от типа лица и пола человека.

Изм.	Лист	№ докум.	ПЛист	Дата