

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

---

Институт Кибернетики  
Направление подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии  
Кафедра Автоматики и Компьютерных Систем

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Алгоритмическое и программное обеспечение системы распознавания клавиатурного почерка</b>

УДК 004.421

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И2А	Горохова Екатерина Сергеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кочегурова Е.А.	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преп.	Хаперская А.В.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И.Л.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав.каф.	Фадеев А.С.	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i><b>Профессиональные и общепрофессиональные компетенции</b></i>	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания для комплексной инженерной деятельности по созданию, внедрению и эксплуатации геоинформационных систем и технологий, а также информационных систем и технологий в бизнесе.
P2	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с созданием геоинформационных систем и технологий, информационных систем в бизнесе, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей.
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по созданию информационных систем и технологий, а также средств их реализации (информационных, методических, математических, алгоритмических, технических и программных).
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретация полученных данных, в области создания геоинформационных систем и технологий, а также информационных систем и технологий в бизнесе.
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные геоинформационные системы и технологии, информационные системы и технологии в бизнесе, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасность труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
<i><b>Универсальные (общекультурные) компетенции</b></i>	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом. Владеть иностранным языком (углубленный английский язык), позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций.
P10	Демонстрировать личную ответственность за результаты работы и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной и инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать знания правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, а также готовность

	достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
--	--



<p><i>окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>характеристик клавиатурного почерка. 4. Требование реализовать сравнение нескольких почерков на основе времени удержания клавиш.</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рассмотреть существующие алгоритмы анализа компьютерного почерка: гистограммный, алгоритм на основе нейронных сетей, вероятностно-статистический метод;</li> <li>2. Определить функционал приложения;</li> <li>3. Спроектировать архитектуру программного приложения;</li> <li>4. Реализовать получение образца клавиатурного почерка пользователя;</li> <li>5. Реализовать сравнение образца почерка пользователя эталонами;</li> <li>6. Реализовать хранение результатов проверки в лог-файле.</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Презентация в формате *.pptx на 15 слайдах</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	
<p>Социальная ответственность</p>	
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p>Обзор существующих систем распознавания клавиатурного почерка</p>	
<p>Требования к разработке</p>	
<p>Обзор алгоритмов распознавания клавиатурного почерка: вероятностно-статистический метод, гистограммный метод, алгоритм на основе нейронных сетей.</p>	
<p>Проектирование системы</p>	
<p>Описание реализации</p>	

Анализ результатов

Дата выдачи задания на выполнение выпускной  
квалификационной работы по линейному графику

30.12.2015

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кочегурова Елена Алексеевна	к.т.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И2А	Горохова Екатерина Сергеевна		

# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики

Направление подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии

Уровень образования – бакалавриат

Кафедра Автоматики и Компьютерных Систем

Период выполнения весенний семестр 2015/2016 учебного года

Форма представления работы:

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

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2016
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
06.05.2016	Основная часть	75
19.05.2016	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
27.05.2016	Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Кочегурова Е.А.	к.т.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав.каф.	Фадеев А.С.	к.т.н.		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8И2А	Гороховой Екатерине Сергеевне

<b>Институт</b>	<b>Кибернетики</b>	<b>Кафедра</b>	<b>АиКС</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Информационные системы и технологии

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	<i>Научные публикации, аналитические материалы, статистические бюллетени и издания, нормативно-правовые документы.</i>
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	<i>Оценка потенциальных потребителей продукта, SWOT-анализ.</i>
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	<i>Планирование этапов работ, исполнителей и затрат на проведение исследования.</i>
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	<i>Расчет интегральных показателей эффективности исследования, выбор наилучшего исполнения.</i>

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

1. Матрица SWOT	
2. График проведения и бюджет НИ	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	30.12.2015
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ст. преп. каф. менеджмента	Хаперская А.В.			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8И2А	Горохова Екатерина Сергеевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8И2А	Гороховой Екатерине Сергеевне

<b>Институт</b>	<b>Кибернетики</b>	<b>Кафедра</b>	<b>АиКС</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Информационные системы и технологии

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

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Разрабатываемая система будет использоваться офисными сотрудниками, поэтому в качестве исходных данных выступают параметры рабочего места в офисе. Работа с системой происходит с использованием компьютера, который может являться источником вредных воздействий на сотрудника.</p>
---	--

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

<p><b>1. Производственная безопасность</b></p>	<p>Возможны следующие вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Недостаточная вентиляция помещения;</li> <li>– Недостаточное или неправильное освещение;</li> <li>– Повышенная или пониженная температура воздуха;</li> <li>– Высокий уровень электромагнитного излучения.</li> </ul> <p>Возможны следующие опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Высокое напряжение в электрической цепи, вероятность короткого замыкания.</li> </ul>
<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p>	<p>Вредного воздействия на окружающую</p>

	среду разрабатываемая система не оказывает.
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	На рабочем месте возможно возникновение пожара.
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	При работе с системой сотрудника офиса должен находиться на таком рабочем месте, параметры которого соответствуют ГОСТ 12.2.032–78 ССБТ.

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	30.12.2015
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭиБЖ	Мезенцева И.Л.	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И2А	Горохова Екатерина Сергеевна		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 83 с., 17\_рис., 25 табл., 29 источников, 2 прил.

Ключевые слова: клавиатурный почерк, биометрия, аутентификация, информационная безопасность.

Объектом исследования является разрабатываемая система распознавания клавиатурного почерка.

Цель работы – создание алгоритмического и программного обеспечения системы распознавания клавиатурного почерка.

В процессе исследования проводились работы по изучению существующих систем анализа клавиатурного почерка. Были рассмотрены различные алгоритмы распознавания клавиатурного почерка: вероятностно-статистический метод, метод на основе нейронных сетей, гистограммный метод.

В результате исследования был разработан алгоритм, а также спроектирована и реализована система распознавания пользователя по клавиатурному почерку.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: архитектура типа клиент-сервер.

Степень внедрения: в настоящий момент система работает в тестовом режиме.

Область применения: аутентификация пользователей по клавиатурному почерку, скрытый мониторинг клавиатурного почерка с целью определения подмены оператора.

Экономическая эффективность/значимость работы обусловлена стоимостью информации, подлежащей защите с помощью разрабатываемого средства аутентификации.

В будущем планируется дальнейшая разработка и совершенствование системы в целях повышения точности работы.

## **Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки**

КП – клавиатурный почерк

ВУК – время удержания клавиши

ОЭЗ – особая экономическая зона

ОЗУ – оперативное запоминающее устройство

ИНС – искусственная нейронная сеть

ЭВМ – электронная вычислительная машина

UML – Unified Modeling Language

TCP – transmission control protocol

JSON – JavaScript Object Notation

IP – Internet Protocol

OS – Operating System

## Оглавление

РЕФЕРАТ .....	11
Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки .....	12
Введение .....	15
1 Обзор существующих систем распознавания клавиатурного почерка .....	16
2 Требования к разработке .....	18
3 Обзор алгоритмов распознавания клавиатурного почерка .....	20
3.1 Технологии идентификации клавиатурного почерка .....	20
3.2 Вероятностно-статистический алгоритм .....	22
3.3 Гистограммный метод .....	24
3.4 Метод на основе нейронных сетей .....	27
4 Проектирование системы распознавания клавиатурного почерка .....	30
4.1 Функциональные возможности .....	30
4.2 Проектирование архитектуры .....	31
4.3 Выбор алгоритмов .....	33
5 Описание реализации .....	37
5.1 Инструменты реализации .....	37
5.2 Перехват событий клавиатуры .....	39
5.3 Описание серверного приложения .....	40
5.4 Описание клиентского приложения .....	41
5.5 Передача данных .....	42
6 Полученные результаты .....	43
6.1 Описание пользовательского интерфейса .....	43
6.2 Анализ результатов .....	47
7 Финансовый менеджмент .....	50
7.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	50
7.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	50
7.1.2 Анализ конкурентных технических решений .....	51

7.1.3	Технология QuaD .....	52
7.1.4	SWOT-анализ .....	53
7.2	Определение возможных альтернатив проведения научных исследований .....	56
7.3	Планирование научно-исследовательских работ .....	57
7.3.1	Структура работ в рамках научного исследования .....	57
7.3.2	Определение трудоемкости выполнения работ .....	58
7.3.4	Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	59
7.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .	64
8	Социальная ответственность .....	67
8.1	Введение.....	67
8.2	Производственная безопасность .....	67
8.2.1	Освещенность рабочей зоны .....	67
8.2.2	Микроклимат помещения .....	70
8.2.3	Уровень шума.....	71
8.2.4	Электромагнитное излучение.....	72
8.2.5	Электробезопасность.....	73
8.3	Экологическая безопасность.....	74
8.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	75
8.5	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	76
	Заключение .....	78
	Conclusion.....	79
	ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	84
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	86

## **Введение**

Аутентификации с помощью клавиатурного почерка присущ ряд достоинств и недостатков. К достоинствам следует отнести [1]:

- Стабильность клавиатурного почерка конкретного пользователя, что позволяет с большей достоверностью идентифицировать пользователя, работающего с клавиатурой;
- Относительная дешевизна внедрения системы распознавания;
- Возможность контролировать как доступ к ресурсам, так и физическое состояние сотрудника.
- К недостаткам метода можно отнести:
- Применение возможно только для распознавания пользователей со сформировавшимся клавиатурным почерком.

Возможности анализа клавиатурного почерка позволяют решать следующие задачи:

- Контролировать физическое состояние пользователей;
- Отказаться от использования паролей;
- Предоставить пользователям более простой способ входа в сеть.

## 1 Обзор существующих систем распознавания клавиатурного почерка

Клавиатурный почерк – это набор динамических характеристик работы на клавиатуре. Основными его характеристиками является время удержания клавиши и паузы между нажатиями, наличие наложений [2].

Время удержания клавиши – это период, в течение которого клавиша находится в нажатом состоянии. Он, как правило, измеряется, в миллисекундах.

Наложение нажатий клавиш происходит тогда, когда одна клавиша еще не отпущена, а другая уже нажимается. С повышением скорости набора текста увеличивается число наложений.

Пауза между нажатиями – это временной интервал, когда одна клавишу уже отпущена, а следующая еще не нажата.

Аутентификация по клавиатурному почерку позволяет обеспечить повышенную точность, невозможность отказа от авторства, удобство для оператора.

В настоящее время можно выделить ряд разработок, реализующих распознавание клавиатурного почерка.

– Система контроля сотрудников «Стахановец» [3]. Данный комплекс включает перехват звонков сотрудников, контроль использования принтеров, наблюдение за сотрудниками с помощью веб-камер, учет времени работы и другие инструменты. В том числе система содержит модуль для анализа клавиатурного почерка. Мониторинг почерка способен:

- 1) Идентифицировать пользователя по набранному тексту.
- 2) Определить, действительно ли за компьютером закрепленный сотрудник, или действия за него совершает кто-то другой.
- 3) Обнаружить несанкционированный доступ к важной информации.
- 4) Найти автора конкретного текста.

5) Определить состояние пользователя: алкогольное или наркотическое опьянение, паника, страх, стресс и другие измененные психические состояния.

– Разработка аспиранта ТУСУРа Горбунова И. [4]. Система была опробована на Томской ОЭЗ. Пользователям выдавались логины и пароли для удаленного доступа к компьютерам. При вводе данных проверялся не только факт совпадения с логином и паролем из базы данных, но и характеристики клавиатурного почерка: время удержания клавиш и паузы между нажатиями.

– Разработка Савинова А. [5]. Программа учитывает скорость нажатия клавиш и позволяет определить, кто находится за компьютером. При этом набранный текст анализируется, выбираются наиболее часто используемые слова. На основе сравнения выбранных слов со словарем, программа определяет профессию пользователя. Также присутствует возможность определить темперамент и настроение пользователя. Например, по словам автора, Например, если символы на клавиатуре набираются равномерно, то, значит, это аккуратный и пунктуальный человек, способный к рутинной работе. А равные паузы между словами свидетельствуют об уверенности и отсутствии негативных эмоций. Если человек долго ищет клавиши, то, наоборот, можно говорить о его депрессивном состоянии и негативном восприятии. Высокая скорость печати в начале работы и ее снижение к концу указывают на утомленность.

– Бесплатное приложение «Клавиатурный почерк 1.0» [6]. Приложение предназначено для подсчета различных характеристик клавиатурного почерка: скорость нажатий, скорость ввода символов, процент ошибок, процент перекрытий, процент ритмичности. Она не позволяет хранить данные о клавиатурных почерках нескольких пользователей и проводить их сравнение, чтобы идентифицировать пользователя.

## 2 Требования к разработке

Разрабатываемая система распознавания пользователя по клавиатурному почерку должна соответствовать ряду требований.

Бизнес-требования:

- T1. Система должна сохранять образцы клавиатурных почерков пользователей;
- T2. Система должна определять пользователя по образцу его клавиатурного почерка не менее чем в 80% случаев;
- T3. Система должна сохранять сведения о том, какой пользователь когда работал за компьютером;
- T4. Система должна строить гистограмму зависимости времени удержания клавиши от нажатой клавиши;
- T5. Система должна строить таблицы для образцов клавиатурного почерка, где каждой букве соответствует среднее время удержания при наличии наложений и среднее время удержания при отсутствии наложений.

Функциональные требования:

- T11. Необходимо обеспечить хранение до 5 образцов клавиатурного почерка для каждого пользователя;
- T12. Необходимо удалять старые, неактуальные образцы почерка, если появляются новые образцы от того же почерка.
- T13. Пользователям системы сопоставлены логины;
- T14. Для каждой клавиши необходимо рассчитывать среднее время удержания при наличии наложений и среднее время удержания при отсутствии наложений;
- T15. Необходимо учитывать только буквенные клавиши;
- T16. Необходимо учитывать только русскую и английскую раскладку клавиатуры;



### **3 Обзор алгоритмов распознавания клавиатурного почерка**

Алгоритмы распознавания клавиатурного почерка можно разделить на 3 группы:

- алгоритмы, которые анализируют почерк во время ввода пароля;
- алгоритмы, которые анализируют почерк после ввода дополнительного текстового фрагмента или фразы;
- алгоритмы, которые постоянно проводят скрытый мониторинг клавиатурного почерка пользователя.

Алгоритмы первой группы обеспечивают наибольшее быстродействие: пользователю нужно только ввести свой пароль. Однако точность в этом случае невысока, особенно в случае короткого пароля.

Алгоритмы второй группы позволяют обеспечить большую точность, по сравнению с первой группой. Однако на ввод дополнительного фрагмента текста требуется время, что может вызывать негативные эмоции у пользователя, особенно в случае, если ему часто приходится проходить процедуру аутентификации.

Алгоритмы третьей группы могут обеспечить высокую точность. При этом они требуют больше ресурсов. Достоинством этой группы является возможность распознать злоумышленника, который использует компьютер, на котором ранее авторизовался оператор. В этом случае система может заблокировать компьютер для предотвращения доступа к конфиденциальной информации.

#### **3.1 Технологии идентификации клавиатурного почерка**

При мониторинге рассматриваются небольшие фрагменты фраз, содержащие примерно 10-40 символов. Эта количество обусловлено интервалом копирования пользователя. Под интервалом копирования понимается число символов, которые могут быть напечатаны в точности после однократного просмотра текста [2]. Его величина зависит от опыта работы оператора.

Исследования [2] показывают, что чем отрывистее удар и чем более ритмична печать, тем меньше наблюдается наложений. Когда клавиши скорее нажимаются, чем ударяются, наложений получается больше. В случае очень отрывистой печати время удержания клавиши может составлять 65 мс и менее, а при большом числе наложений время удержания увеличивается до 120 мс и более. Как правило, среднее время удержания клавиши составляет 80-100 мс.

При разработке информационной системы, обеспечивающей проверку клавиатурного почерка, необходимо учитывать, что описанные методы эффективны только для пользователей с большим опытом работы на компьютере и со сформированным клавиатурным почерком. Достаточная вероятность идентификации пользователя может быть достигнута, если срок активного использования компьютера составляет как минимум 6 месяцев [7].

Для сравнения двух образцов клавиатурного почерка между собой чаще всего используются следующие характеристики:

- Время удержания клавиши нажатой;
- Длительность паузы между нажатиями;
- Наличие наложений;
- Количество ошибок ввода;
- Предпочитаемые системные клавиши: например, для ввода прописных букв некоторые пользователи нажимают клавишу «Shift», в то время как другие используют клавишу «Caps Lock».

На рисунке 1 представлена временная диаграмма процесса ввода слова «Пример». Интервал 1 является примером времени удержания клавиши. Интервалу 2 соответствует пауза между нажатиями, интервалу 2 – наложение при вводе.

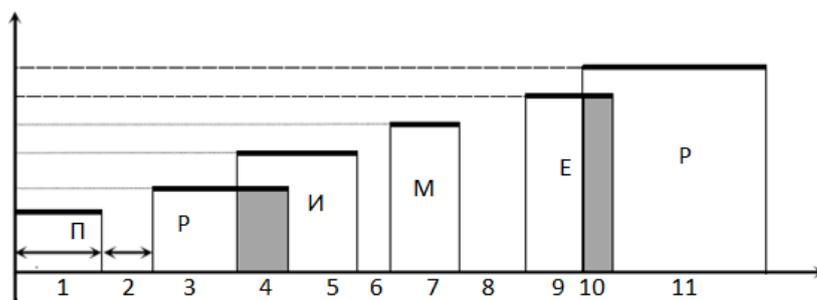


Рисунок 1 – Временная диаграмма процесса ввода слова «Пример»

Работа системы распознавания пользователя по клавиатурному почерку состоит из двух этапов. На первом этапе происходит обучение системы, то есть накопление информации о клавиатурных почерках различных пользователей, например, сотрудников одной организации.

На втором этапе происходит распознавание пользователя на основании полученного образца почерка и эталонов, известных системе после завершения первого этапа.

Одним из способов повышения точности работы алгоритма является постоянное обновление эталона для пользователя, успешно прошедшего аутентификацию. Это позволит данным не устареть и всегда соответствовать текущему уровню скорости печати пользователя.

Для определения степени соответствия двух образцов клавиатурного почерка существует ряд алгоритмов, которые будут рассмотрены далее.

### 3.2 Вероятностно-статистический алгоритм

В исследованиях [8] удалось установить, что время удержания клавиш (ВУК) при наборе текста является бимодальным распределением. Во второе нормальное распределение элементы попадают в случае, если набор происходил с наложением клавиш. Следовательно, необходимо разделять ВУК с наложениями и без наложений. Таким образом, возможно получить две независимые выборки и две величины математического ожидания ВУК – с наложениями и без наложений. Такой подход позволяет уменьшить число ошибок 1-го и 2-го рода, увеличив точность идентификации пользователя. Каждая из двух выборок подчиняется нормальному закону распределения.

Работа вероятностно-статистического алгоритма состоит из двух этапов.

1. Первым этапом является сбор статистики характеристик клавиатурного почерка различных пользователей. Для этого производится идентификация оператора по его уникальному логину. Далее заполняется массив KeyEventsArr, пока не будет нажато достаточное количество клавиш. Структура массива представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Структура массива KeyEventsArr

Клавиша1	...	Клавиша N
Событие KeyUp или KeyDown	...	Событие KeyUp или KeyDown
Тик счетчика высокого разрешения, на котором произошло событие	...	Тик счетчика высокого разрешения, на котором произошло событие

2. Следующим этапом является подсчет ВУК. Для каждого события нажатия клавиши находится событие отпускания этой клавиши. Величина ВУК составляет разность между тиком отпускания и тиком нажатия, деленным на частоту счетчика высокого разрешения. Это позволяет получить значение ВУК в миллисекундах. Для хранения характеристик клавиатурного почерка пользователя используется структура следующего вида:

Таблица 2 - Структура информационного файла

Клавиша	ВУК-1	ВУК-2	Количество-1	Количество-2	Выборка нормального распределения-1	Выборка нормального распределения-2
А						
Б						
В						
...						
я						

В поле «Выборка» заносятся значения ВУК, разделенные символом «;». В поле «Количество» сохраняется количество элементов в выборке. При получении достаточного для анализа количества ВУК, подсчитывается математическое ожидание ВУК и заносится в поле «ВУК».

Следующим этапом работы системы является аутентификация пользователя по клавиатурному почерку. В рассматриваемом алгоритме сравнение почерков происходит по принципу «один к одному», то есть загружается эталон конкретного оператора, логин которого ввел пользователь. В случае успешной аутентификации происходит процесс авторизации, иначе пользователь получает отказ.

Для определения клавиатурного почерка здесь используется сравнительно небольшое количество клавиш – не более 20. Для сравнения полученного образца клавиатурного почерка пользователя с эталонным происходит путем подсчета меры Эвклида для каждой клавиши. При этом ВУК-1 и ВУК-2 анализируются как отдельные элементы. Для подсчета меры Эвклида используется формула:

$$P = \sqrt{\sum_{i=1}^N (A_i - B_i)^2} \quad (1)$$

где  $P$  – мера непохожести;

$A$  – значение ВУК-1 в мс;

$B$  – значение ВУК-2 в мс;

$N$  – количество элементов в анализируемой выборке.

Подсчитанное значение непохожести сравнивается с порогом доступа. Если непохожесть меньше порога доступа, то считается, что почерки совпадают и пользователь прошел аутентификацию. Иначе аутентификация не пройдена.

### 3.3 Гистограммный метод

Данный метод рассмотрен в [9]. В гистограммном методе аутентификация пользователя происходит путем анализа клавиатурного почерка при вводе некоторой контрольной фразы. По результатам анализа выносится решение об успешной аутентификации либо происходит отказ в доступе.

В качестве основных параметров клавиатурного почерка используется время удержания и время пауз между нажатиями. Пусть контрольная фраза содержит  $q$  символов и время, потраченное пользователем на ввод этой фразы, составляет  $T$ . Тогда необходимо проанализировать  $r$  событий клавиатуры:

$$r = q + p \quad (2)$$

где  $q$  – количество удержаний (нажатий) клавиш,

$p = q - 1$  – количество пауз между удержаниями.

При вводе возможны наложения нажатий. Такой вид события клавиатуры следует интерпретировать как отрицательные значения длительности пауз между нажатиями.

Для описания работы алгоритма введены следующие обозначения:

$\tau_i$  – значение длительности удержания клавиши  $i$ , причем  $\tau_i > 0$ ;

$\tau_{ij}$  – алгебраическое значение длительности паузы между удержаниями клавиш  $i$  и  $j$ . То есть  $\tau_{ij} \geq 0$  для обычной паузы и  $\tau_{ij} < 0$  при наложении времен удержаний клавиш.

В качестве примера можно рассмотреть ввод пользователем контрольной фразы из шести символов. В этом случае  $r = 11, q = 6, p = 5$ .

Временная раскладка процесса ввода контрольной фразы индивидуальна для каждого пользователя. Для каждого результата ввода в соответствие ставится  $r$ -мерный вектор клавиатурных параметров.

$$V = \{v_j\}, j = \overline{1, r} \quad (3)$$

где каждый компонент  $v_i$  соответствует длительности очередного события клавиатуры: удержания клавиши или паузы между удержаниями, произошедшего за период времени  $T$ . Таким образом вектор биометрических параметров  $V$  можно интерпретировать как образец клавиатурного почерка пользователя.

Для каждого пользователя необходимо составить обучающую выборку образцов  $s$ -класса. Для этого используется серия из  $L$  образцов клавиатурного почерка этого пользователя.

$$\psi^{(s)} = \{V_i\}, i = \overline{1, L} \quad (5)$$

Допускается наличие в системе множества  $K = \{k_1, k_2, \dots, k_M\}$  пользователей, для каждого из которых представлен собственный эталон клавиатурного почерка. Данный эталон соотносится с одним из классов множества  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_M\}$ . Следовательно, совокупность пользователей системы  $\{K\}$  однозначно отображается на множество классов  $\{S\}$ . Таким образом, необходимо  $M$  обучающих выборок для того чтобы сформировать эталоны  $M$  легитимных пользователей:

$$\psi^{(s_1)}, \psi^{(s_2)}, \dots, \psi^{(s_M)} \quad (6)$$

Когда система работает в режиме аутентификации, неизвестный пользователь должен предъявить ей образец своего клавиатурного почерка. Почерк характеризуется вектором биометрических параметров  $V^{(s_x)} = \{v_j\}, j = \overline{1, r}$ . На основе полученного вектора система формирует эталонное описание неизвестного  $x$ -класса, после чего сравнивает его с эталонами всех известных системе  $\{k_1, k_2, \dots, k_M\}$  пользователей. В результате сравнения выносится решение о личности пользователя. При этом необходимо решить задачу классификации вектора  $V^{(s_x)}$  на  $M + 1$  взаимоисключающих классов. Из них  $M$  классов относятся к множеству  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_M\}$ , то есть обозначают известных системе пользователей, а  $M + 1$  класс отвечает за описание всех остальных пользователей, то есть чужих.

Таким образом, цель обучения системы распознавания клавиатурного почерка – это формирование эталонных описаний для классов, соответствующим пользователям. Чаще всего, используется вид решающих

правил, заимствованный из теории статистических решений. Необходимо сформировать отношение правдоподобия для условных плотностей распределения и сравнить с порогом  $C_n$ :

$$\frac{w_r(V | s_1)}{w_r(V | s_2)} \geq C_n \quad (7)$$

где  $w_r(V | s_j)$  – условная совместная  $r$ -мерная плотность вероятности выборочных значений  $\{v_j\}, j = \overline{1, r}$  при условии их принадлежности к классу  $s_j$ .

Для аппроксимации распределения векторов можно использовать гауссово распределение. Однако необходимо учитывать, что на параметры клавиатурного почерка влияют психофизическое состояние пользователя, суточные биоритмы и другие факторы. Таким образом, для клавиатурного почерка характерны флуктуации параметров, поэтому имеет смысл использовать смешанное гауссово распределение с несколькими центрами.

При этом решающее правило имеет вид

$$S = \begin{cases} S_c, \text{ если } C \geq C_n \\ S_x, \text{ если } C < C_n \end{cases} \quad (9)$$

где  $C_n$  – значение порога, которое выбирается с учетом необходимой точности распознавания.

Таким образом система определяет, соответствует ли предъявляемый образец клавиатурного почерка пользователя эталону. В случае успешной аутентификации пользователь может перейти к авторизации. В противном случае считается, что пользователь не аутентифицирован.

### **3.4 Метод на основе нейронных сетей**

В работах [10], [11] рассматривается возможность использования искусственной нейронной сети для анализа клавиатурного почерка.

Искусственная нейронная сеть – сеть, состоящая из искусственных нейронов [12]. ИНС – предмет исследования нейроинформатики и одна из веток изучения и моделирования искусственного интеллекта. Искусственные нейронные сети и нейроны – это математические модели биологических нейронных сетей и нейронов (клеток, из которых состоит нервная система человека). Однако, интерес к ИНС в большей степени вызван использованием ИНС как метода обработки данных, чем как модели биологических процессов и объектов.

Использование нейросетевого подхода позволяет достичь большей точности, по сравнению с вероятно-статистическими методами. Тем не менее, необходимо учитывать две группы принципиальных проблем. Во-первых, к ним относятся собственные проблемы искусственных нейронных сетей, связанные возможностью возникновения неопределенно долгого процесса обучения, тупиков, состояния «паралича». Во-вторых, могут возникнуть проблемы, определяемые биометрической природой распознаваемых образов, главная из которых обучение – на всех возможных «чужих» пользователей.

Для анализа характеристик клавиатурного почерка в качестве исходных данных предлагается использовать два вектора, один из которых содержит значения длительности нажатий отдельных клавиш, а второй описывает интервалы между нажатиями.

На основе описанных временных рядов формируется фазовая траектория на плоскости, образованная двумя осями: осью времени нажатия клавиш и осью временных интервалов между двумя соседними нажатиями. Фазовая траектория – это кривая в фазовом пространстве, составленная из точек, представляющих состояние динамической системы в последовательные моменты времени в течение всего времени эволюции [13].

Данная фазовая траектория анализируется с помощью самоорганизующейся нейросетевой структуры. Обучение нейронной сети предлагается проводить на основе алгоритма нейронного газа.

Указанная нейронная сеть является однослойной, и в ней каждый из нейронов соединен с каждым элементом входного вектора. После начального определения весовых коэффициентов рассчитывается расстояние по Эвклиду между входным вектором и векторами весовых коэффициентов, принадлежащих соответствующим нейронам. На каждой итерации работы алгоритма нейроны сортируются в зависимости от их расстояния до входного вектора. Таким образом, после сортировки нейроны располагаются в порядке, соответствующему увеличению удаленности.

$$d_0 < d_1 < d_2 < \dots < d_{n-1} \quad (10)$$

где  $d_i$  – удаленность  $i$ -го нейрона, занимающего в результате сортировки  $m$ -ую позицию в последовательности, возглавляемой нейроном-победителем,

$d_0$  – удаленность нейрона-победителя.

Победителем признается тот нейрон, которому соответствует вектор весовых коэффициентов с наименьшим евклидовым расстоянием до входного вектора. Значение функции соседства для  $i$ -го нейрона определяется в соответствии с формулой 11:

$$G(x, i) = \exp\left(-\frac{m(i)}{\lambda}\right) \quad (11)$$

где  $G(x, i)$  – значение функции соседства,

$i$  – номер нейрона,

$m(i)$  – очередность, полученная в результате сортировки,

$\lambda$  – параметр, значение которого с течением времени уменьшается.

При  $\lambda = 0$  адаптации подвергается только нейрон-победитель, но при  $\lambda \neq 0$  уточнению подлежат веса многих нейронов, при этом уровень уточнения зависит от величины  $G(x, i)$ .

Нейрон-победитель и все нейроны, лежащие в пределах его окрестности, подвергаются адаптации, в ходе которой их векторы весов изменяются по правилу Кохонена.

$$w_i(k+1) = w_i(k) + \eta_i(k)[x - w_i(k)] \quad (12)$$

где  $\eta_i(k)$  – коэффициент обучения.

Описанный алгоритм анализа параметров клавиатурного почерка позволяет корректно обработать до 85% поданных на вход векторов.

## **4 Проектирование системы распознавания клавиатурного почерка**

### **4.1 Функциональные возможности**

Начать проектирование системы необходимо с описания функциональных возможностей. Это удобно сделать с помощью UML диаграммы вариантов использования.

Диаграмма вариантов использования (диаграмма прецедентов) в UML — это диаграмма, которая отражает отношения между актёрами и прецедентами и является составной частью модели прецедентов, позволяющей описать систему на концептуальном уровне[14].

Диаграмма вариантов использования для системы распознавания клавиатурного почерка представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – UML диаграмма вариантов использования

На данной диаграмме показано, что при запуске программного приложения пользователь может выполнить следующие действия:

- Оставить образец своего клавиатурного почерка. Для этого необходимо набрать текст произвольного вида в любом удобном текстовом редакторе. В случае если набранный текст содержит достаточное количество символов для анализа, он добавляется в базу данных системы.
- Просмотреть список известных системе пользователей. Каждый пользователь представлен уникальным логином.
- Просмотреть характеристики клавиатурного почерка в табличном виде.
- Просмотреть характеристики клавиатурного почерка в графическом виде. Для каждой буквы русского и английского алфавита на графике указывается среднее время удержания клавиши при наличии наложений и при отсутствии наложений.

## 4.2 Проектирование архитектуры

Согласно требованиям к разработке, проектируемая система должна иметь клиент-серверную архитектуру.

Данное архитектурное решение обладает следующими преимуществами:

- Отсутствие необходимости дублирования кода программы-сервера программами-клиентами.
- Поскольку вычисления выполняются на сервере, требования к клиентским компьютерам существенно снижаются.
- Все данные хранятся на сервере, который, как правило, защищён гораздо лучше большинства клиентов.

Для проектирования архитектуры программного приложения была использована UML диаграмма развертывания, представленная на рисунке 3.

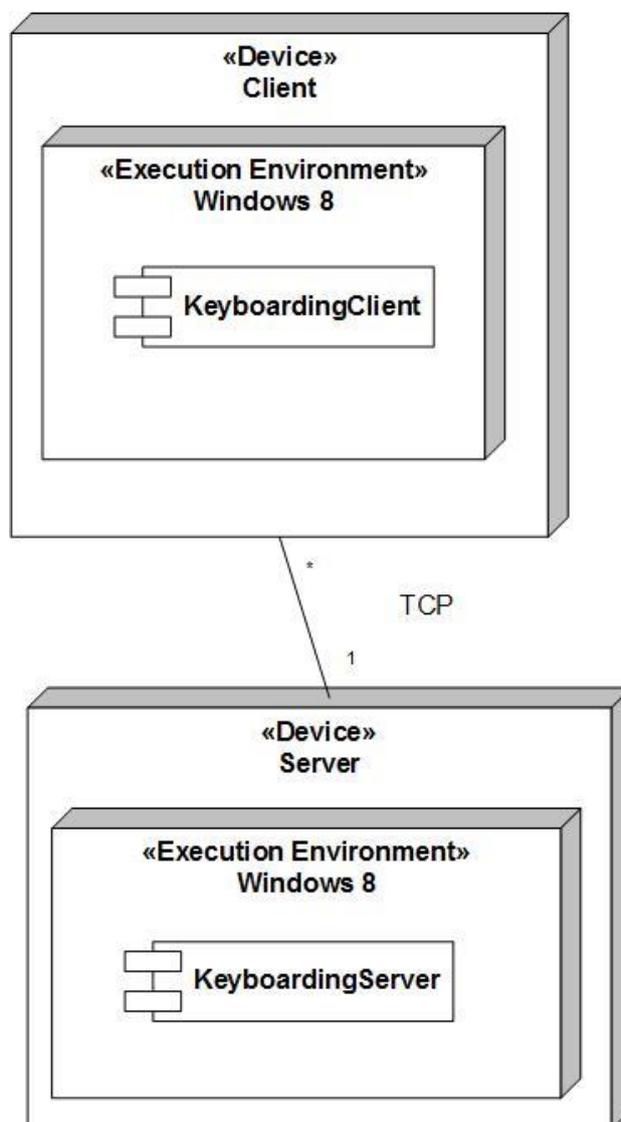


Рисунок 3 – UML диаграмма развертывания

Как видно из диаграммы, система состоит из двух компонентов, физически размещенных на разных компьютерах. На один серверный компонент, именуемый KeyboardingServer, приходится несколько клиентских компонентов - KeyboardingClient. Данные между ними передаются по протоколу TCP.

### **4.3 Выбор алгоритмов**

Следующим шагом проектирования системы является разработка алгоритма. На основании обзора существующих алгоритмов распознавания, который был приведен в 3 главе, можно сделать вывод, что вероятностно-статистический алгоритм является наиболее подходящим для проектируемой системы. Во-первых, метод на основе нейронных сетей имеет тенденцию к затягиванию этапа обучения. Во-вторых, гистограммный метод предполагает исследование временных интервалов без привязки к конкретным клавишам, что может негативно отразиться на точности алгоритма. Дело в том, что зачастую пользователи имеют разную скорость печати при использовании русской и английской раскладок, следовательно, этот факт тоже необходимо учитывать. В-третьих, вероятностно-статистический алгоритм основывается на довольно простой для реализации математической модели. На основании вышесказанного было принято решение использовать вероятностно-статистический алгоритм распознавания клавиатурного почерка.

Поскольку выделено два этапа работы системы, то необходимо разработать два алгоритма. Первый относится к обучению системы, второй отвечает за аутентификацию пользователя по клавиатурному почерку.

Блок-схема алгоритма обучения системы представлена на рисунке 7. На клиентском приложении собираются данные для анализа. Они описывают события клавиатуры, которые характеризуются временем возникновения, нажатой клавишей и типом события: нажатие или отпускание. Также подсчитывается количество ошибок ввода, то есть нажатий на клавиши «Backspace» и «Delete». После получения выборки размером 1000 символов

данные передаются на сервер для обработки. Происходит подсчет среднего времени удержания для каждой клавиши из представленной выборки, определяются наложения. В случае, если пользователь обучает систему в первый раз, то есть его логин отсутствует в списке пользователей, происходит создание нового пользователя с единственным образцом клавиатурного почерка. Если пользователь обучает систему повторно, то образец почерка добавляется в список для данного пользователя. При этом самый старый клавиатурный почерк удаляется, если список становится слишком длинный – более 10 образцов для одного пользователя. Такой подход позволяет учитывать колебания характеристик клавиатурного почерка одного и того же пользователя в разное время суток и в разных состояниях. Например, можно отметить тот факт, что уставший человек печатает медленнее и совершает больше ошибок и т.д.

На рисунке 4 представлена блок-схема алгоритма обучения системы распознавания клавиатурного почерка.

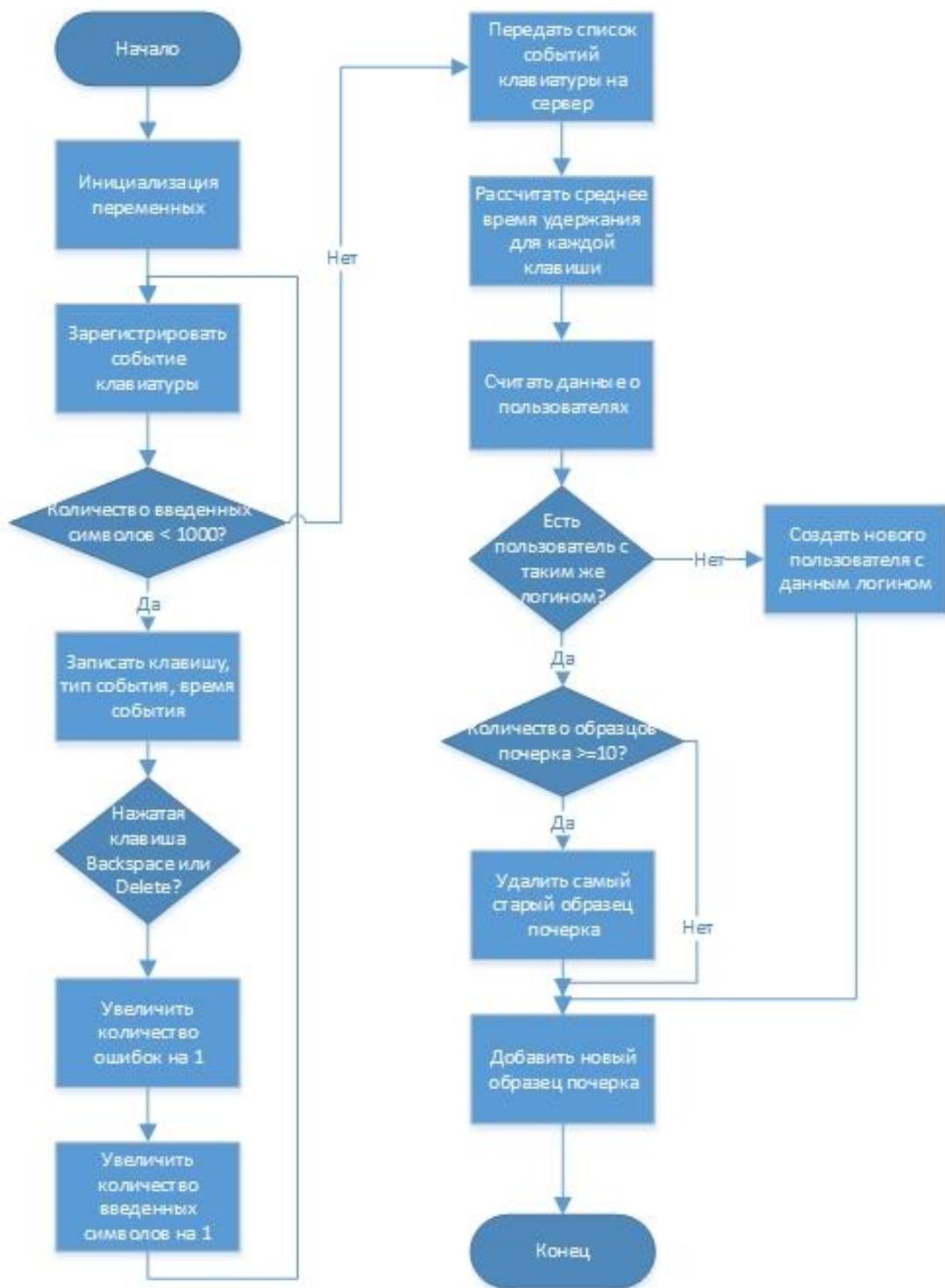


Рисунок 4 – Алгоритм этапа обучения

Блок-схема алгоритма распознавания клавиатурного почерка представлена на рисунке 5.

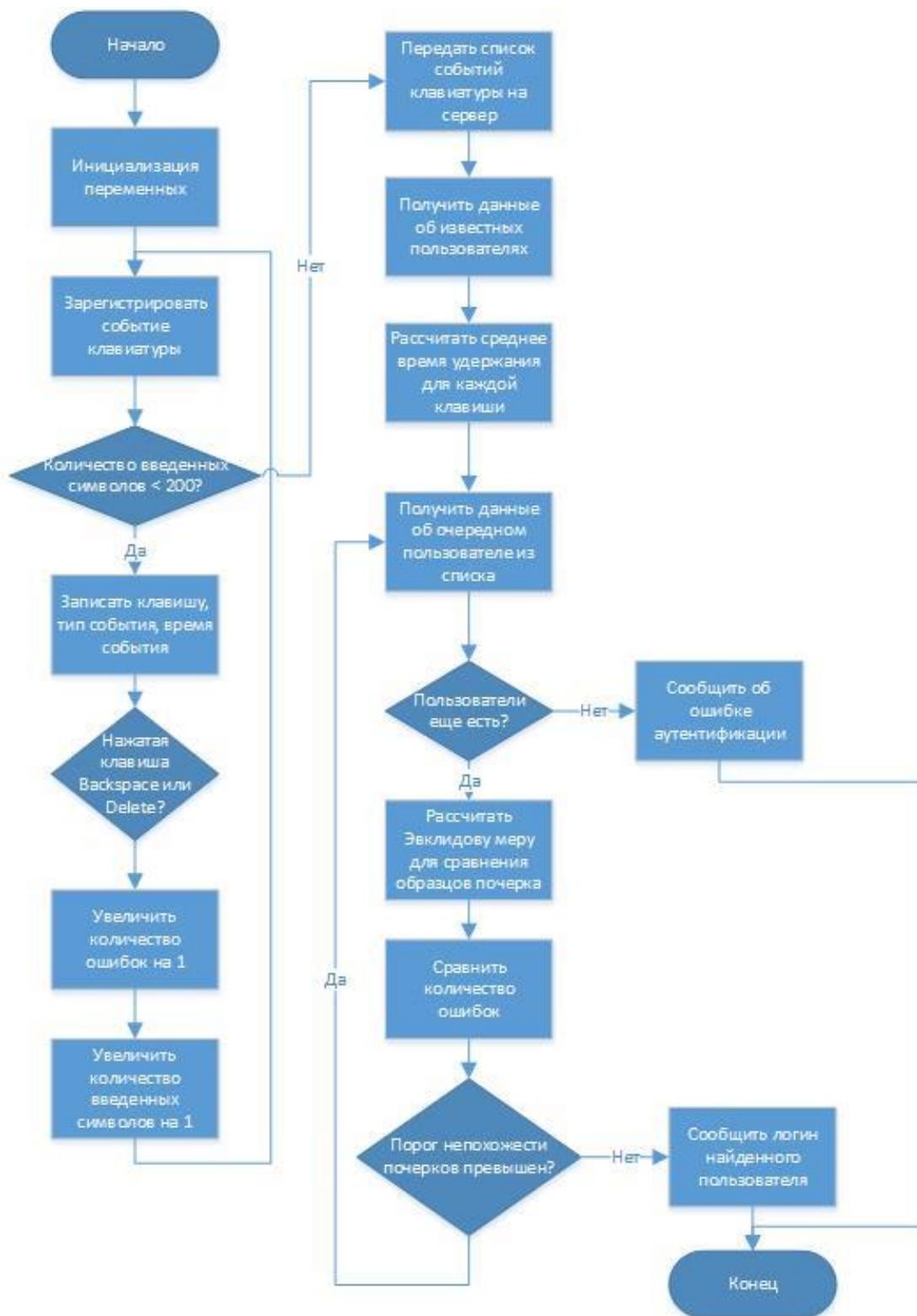


Рисунок 5 – Алгоритм распознавания клавиатурного почерка

Как видно из представленной блок-схемы, начало процесса распознавания практически идентично начальной стадии процесса обучения, за исключением того факта, что размер анализируемой выборки уменьшается

до 200 символов. Это связано с тем, что распознавание проводится для небольших выборок, чтобы своевременно обнаружить подмену оператора. Результатом процесса идентификации является логин известного системе пользователя, чей клавиатурный почерк похож на представленный для анализа образец. Если ни один из известных почерков не совпадает с представленным, система сообщает об ошибке аутентификации.

## **5 Описание реализации**

### **5.1 Инструменты реализации**

Для разработки был выбран язык программирования C#. C# является языком программирования, который разработан для создания множества приложений, работающих в среде .NET Framework. Язык C# прост, типобезопасен и объектно-ориентирован. Благодаря множеству нововведений C# обеспечивает возможность быстрой разработки приложений, но при этом сохраняет выразительность и элегантность, присущую C-подобным языкам.

Visual C# — это реализация языка C# корпорацией Майкрософт, поддерживаемая Visual Studio с помощью полнофункционального редактора кода, компилятора, шаблонов проектов, конструкторов, мастеров кода, отладчика и других средств [15].

В качестве среды разработки программного обеспечения использовалась Microsoft Visual Studio 2013. Данная среда содержит редактор исходного кода с поддержкой технологии IntelliSense и обеспечивает возможность простейшего рефакторинга кода. Другие встроенные инструменты включают редактор форм, дизайнер классов, дизайнер схемы базы данных, веб-редактор. Visual Studio позволяет подключать сторонние дополнения для расширения функциональности [16].

Клиентская часть приложения является приложением Windows Forms. Windows Forms — интерфейс программирования приложений, отвечающий за графический интерфейс пользователя и являющийся частью Microsoft

.NET Framework. Данный интерфейс упрощает доступ к элементам интерфейса Microsoft Windows, создавая обёртку для существующего Win32 API в управляемом коде. При этом управляемый код — классы, реализующие API для Windows Forms, не зависят от языка разработки [17].

Приложение Windows Forms разрабатывается путем помещения элементов управления на форму, а также написания кода для реагирования на действия пользователя, такие, например, как щелчки мыши или нажатия клавиш. Элементом управления называется отдельный элемент пользовательского интерфейса, который предназначен для отображения или ввода данных.

Когда пользователь выполняет какое-либо действие с формой или одним из ее элементов управления, создается событие. Приложение может реагировать на эти события с помощью кода и обрабатывать события в случае их возникновения [18].

Для реализации серверной части было создано консольное приложение C#. Консольное приложение — программа, для которой устройством ввода является клавиатура, а устройством вывода — монитор, работающий в режиме отображения символьной информации (буквы, цифры и специальные знаки) [19]. Текстовый пользовательский интерфейс характеризуется малой требовательностью к ресурсам аппаратуры ввода-вывода (в частности, памяти) и высокой скоростью отображения информации.

Для передачи данных между серверной и клиентской частями приложения использовалась технология TCP-сокет.

TCP — это протокол, работающий на транспортном уровне модели OSI. Данный протокол ориентирован на установление логической связи, поддерживает проверку контрольных сумм, обеспечивает передачу подтверждения в случае корректного приема сообщения, а также повторно отправляет пакеты в случае отсутствия такого подтверждения [20].

Для однозначной идентификации удаленного процесса используются пары адресов вида: <числовой адрес компьютера в сети, локальный адрес>.

Данная пара носит название сокет и является виртуальным коммуникационным узлом, связывающий объект со внешним миром.

В процессе обмена, как правило, используется два сокета — сокет отправителя и сокет получателя. Каждый процесс может создать «слушающий» сокет (серверный сокет) и привязать его к какому-нибудь порту операционной системы. Слушающий процесс обычно находится в цикле ожидания, то есть просыпается при появлении нового соединения. При этом сохраняется возможность проверить наличие соединений на данный момент, установить тайм-аут для операции и т. д.

## **5.2 Перехват событий клавиатуры**

Для анализа длительности удержания нажатых клавиш необходимо организовать перехват событий клавиатуры. Наиболее распространенным способом реализации этого является кейлоггер, устанавливающий хуки.

Кейлоггер — это программное обеспечение или аппаратное устройство, регистрирующее различные действия пользователя — нажатия клавиш на клавиатуре компьютера, движения и нажатия клавиш мыши и т. д. [21].

В операционной системе Microsoft Windows хуком называется механизм перехвата событий особой функцией, прежде чем они дойдут до приложения. Данная функция может реагировать на события, изменять или отменять их. Фильтрующие функции — это функции, получающие уведомления о событиях, таких как нажатие клавиши на клавиатуре. Чтобы операционная система Windows смогла вызывать функцию-фильтр, эта функция должна быть прикреплена - к хуку. Прикрепление одной или нескольких фильтрующих функций к какому-нибудь хуку называется установкой хука. Допускается прикрепление нескольких фильтрующих функций к одному хуку. В этом случае Windows реализует очередь функций.

Для установки фильтрующих функций используются функции SetWindowsHookEx и UnhookWindowsHookEx.

В данной работе реализован перехват событий нажатия на клавишу и отпускания клавиши. Этим событиям соответствуют коды 0x0100 и 0x0101. После перехвата код клавиши, время события и тип события (нажатие или отпускание) передается для дальнейшей обработки и записи в функцию клиентского приложения KeyEvent().

После получения кода нажатой клавиши необходимо определить текущую раскладку клавиатуры. Рассматриваются две раскладки: русская и английская. С помощью функции Windows API GetKeyboardLayout() можно получить идентификатор раскладки и затем перевести код нажатой клавиши в её буквенное представление. Так, например, коду 65 соответствует буква «А» в английской раскладке и буква «Ф» в русской.

### **5.3 Описание серверного приложения**

Серверное приложение отвечает за сохранение образцов клавиатурных почерков пользователей. Оно также проводит сравнение образца почерка с имеющимися эталонами, чтобы определить личность пользователя.

Диаграмма классов для серверного приложения представлена на рисунке 6.

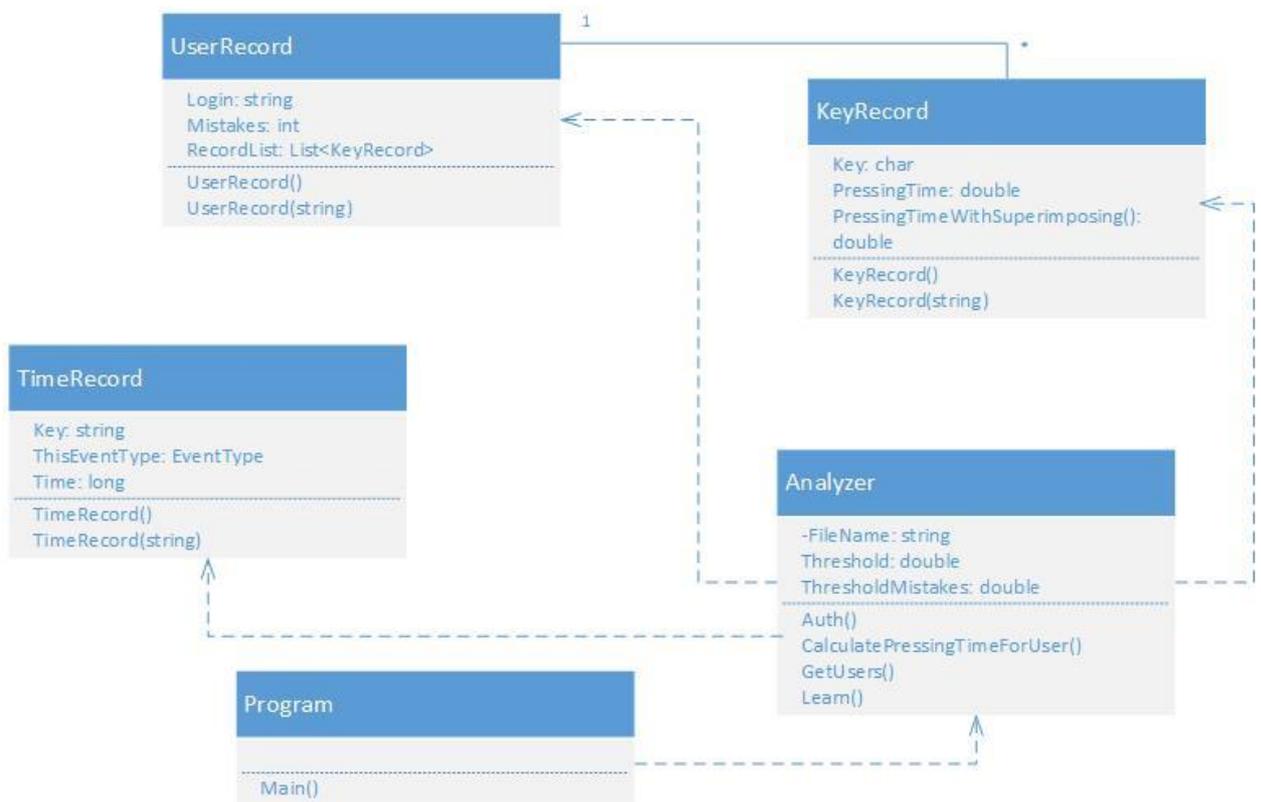


Рисунок 6 – UML диаграмма классов серверного приложения

Класс Program.cs с функцией Main() является точкой входа приложения. Здесь устанавливаются сокет для связи между клиентским и серверным приложением.

Класс Analyzer.cs содержит функции для аутентификации пользователя, подсчета времени удержания клавиш, обучения системы, получения списка известных пользователей.

Классы UserRecord.cs, TimeRedord.cs и KeyRecord.cs отвечают за представление данных и были описаны в предыдущем разделе.

## 5.4 Описание клиентского приложения

Клиентское приложение предназначено для сбора данных о клавиатурном почерке пользователя. Также оно производит мониторинг клавиатурных нажатий и отправляет данные на сервер для установления личности оператора. Кроме того, клиентское приложение ведет записи в лог-файл о пользователях компьютера.

Диаграмма классов для клиентского приложения представлена на рисунке 7.

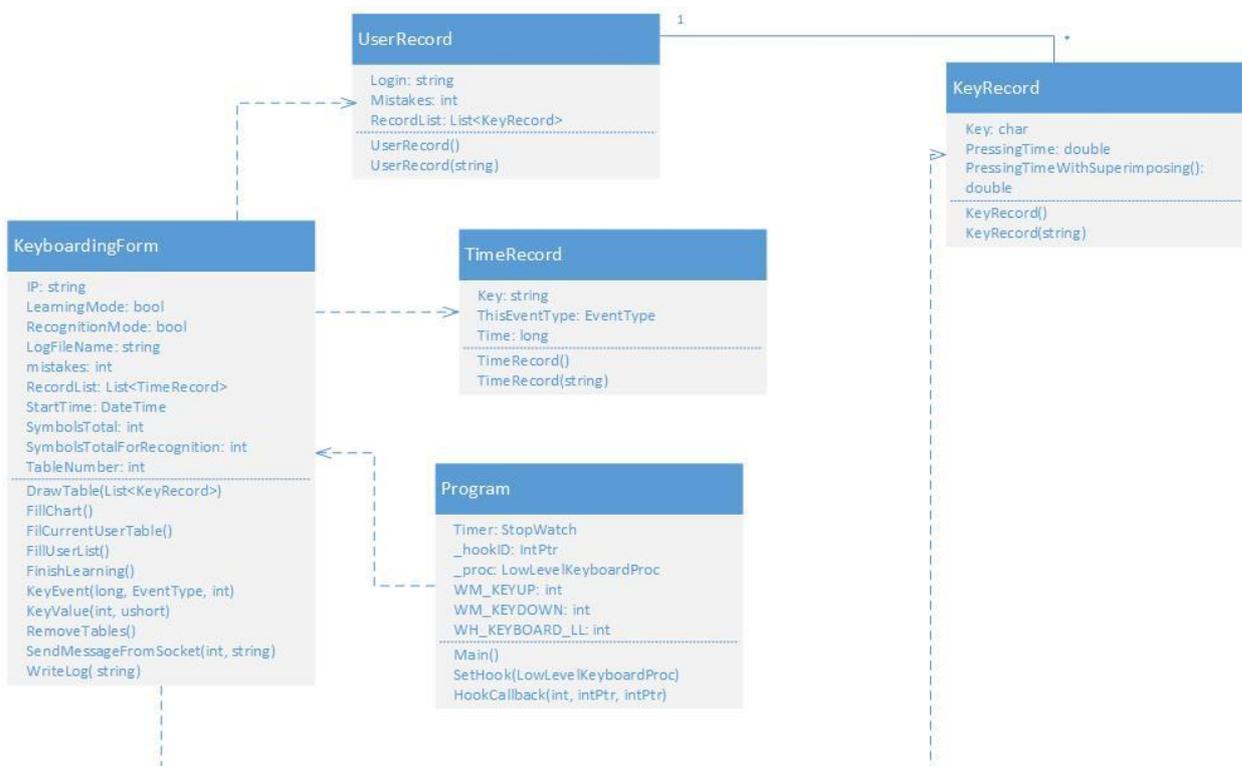


Рисунок 7 – UML-диаграмма классов для клиентского приложения

Класс Program.cs с функцией Main() является точкой входа приложения. Здесь устанавливаются хуки и открывается форма приложения.

Класс KeyboardingForm.cs описывает форму приложения. Здесь, в том числе, происходит обработка действий пользователя. Строятся таблицы и графики, устанавливается соединение с сервером посредством сокета, передаются сообщения.

Классы UserRecord.cs, TimeRecord.cs и KeyRecord.cs отвечают за представление данных.

### 5.5 Передача данных

Как уже было отмечено ранее, передача данных между серверным и клиентским приложениями происходит с помощью TCP-сокетов. Для этого необходимые объекты классов KeyRecord, TimeRecord и UserRecord конвертируются в формат JSON. Этот формат предоставляет универсальную структуру данных и удобен для организации взаимодействия между

различными программными модулями, в том числе написанными на разных языках программирования.

Первый символ сообщения представляет собой код действия, которое должен выполнить сервер. Были выбраны следующие обозначения:

- «1»: метод `Auth (List<TimeRecord> recordList, int mistakes, DateTime start, DateTime end)` серверного приложения;
- «2»: метод `Learn(List<TimeRecord> recordList, string login, int mistakes)`;
- «3»: метод `CalculatePressingTimeForUser(List<TimeRecord> recordList)`;
- «4»: метод `GetUsers()`;
- «5»: метод `GetUsers(string login)`.

В случае возникновения ошибки при отправке сообщения (например, из-за неполадок с сетью), отправка повторяется через 1 секунду.

Информация об IP-адресе сервера помещается в конфигурационный файл для каждого приложения.

## 6 Полученные результаты

### 6.1 Описание пользовательского интерфейса

На рисунке 8 представлено основное окно программы.

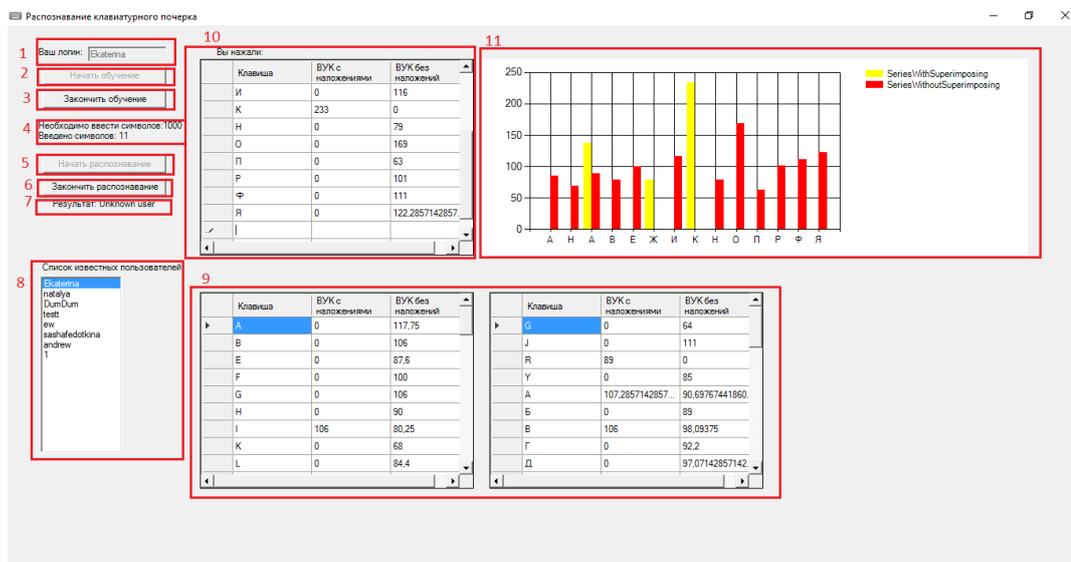


Рисунок 8 – Основное окно программы

Данное окно содержит следующие элементы:

1. Поле «Ваш логин». Логин используется для обозначения каждого конкретного пользователя. Перед началом обучения системы необходимо ввести логин.

2. Кнопка «Начать обучение». По нажатии программы начинает обучаться, то есть собирать информацию о клавиатурном почерке пользователя, работающем с компьютером. Полученные данные относятся к указанному логину. В процессе обучения кнопка недоступна.

3. Кнопка «Закончить обучение». Предназначена для случая, когда пользователь хочет закончить обучение преждевременно. При этом, если введено недостаточное количество символов, образец почерка не сохраняется. Данная кнопка недоступна, если обучение не начато.

4. Информация о количестве введенных символов и необходимом количестве символов для режима обучения. Информация не отображается, если не включен режим обучения.

5. Кнопка «Начать распознавания». При нажатии программа переходит в режим распознавания и начинает непрерывно сканировать клавиатурный почерк, периодически отправляя данные на сервер для анализа. Кнопка недоступна, если распознавание уже идет.

6. Кнопка «Закончить распознавание» предназначена для завершения режима распознавания. Она недоступна, если распознавание не начато.

7. Информация об определенном системой пользователе. Показан логин пользователя, либо строка «Unknown user», если пользователя не удалось определить по известным данным. Информация не отображается, если не включен режим распознавания.

8. Список известных пользователей. Отображает логины пользователей, чьи почерки хранятся в системе. При выборе имени

пользователя из списка открываются таблицы с образцами почерка этого пользователя.

9. Таблица с образцом почерка пользователя. В такой таблице для каждой клавиши указано время удержания клавиши при наличии и при отсутствии наложений в миллисекундах. Таких таблиц может быть несколько, в зависимости от количества сохраненных образцов клавиатурного почерка пользователя.

10. Таблица с почерком текущего пользователя. Для каждой клавиши указано время удержания клавиши при наличии и при отсутствии наложений в миллисекундах.

11. График, показывающий время удержания при наличии и при отсутствии наложений для каждой клавиши. Строится в результате анализа почерка текущего пользователя.

На рисунках 9-10 показан вид окна программы при различных действиях пользователя.

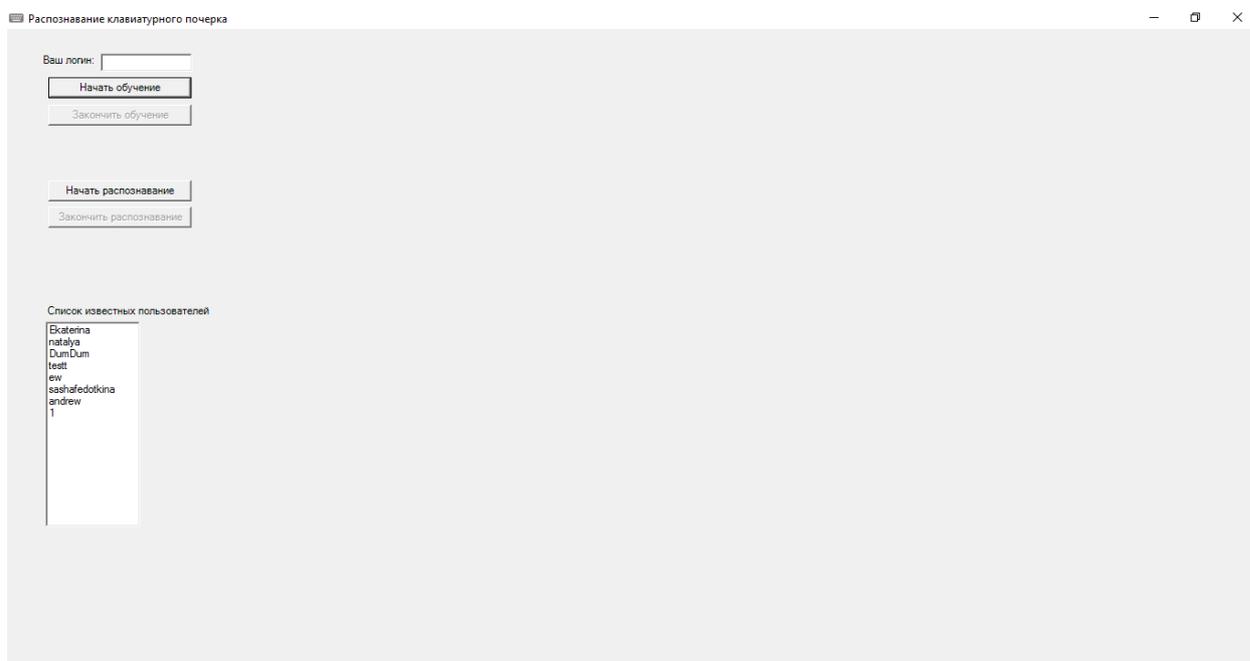


Рисунок 9 – Начальное окно программы

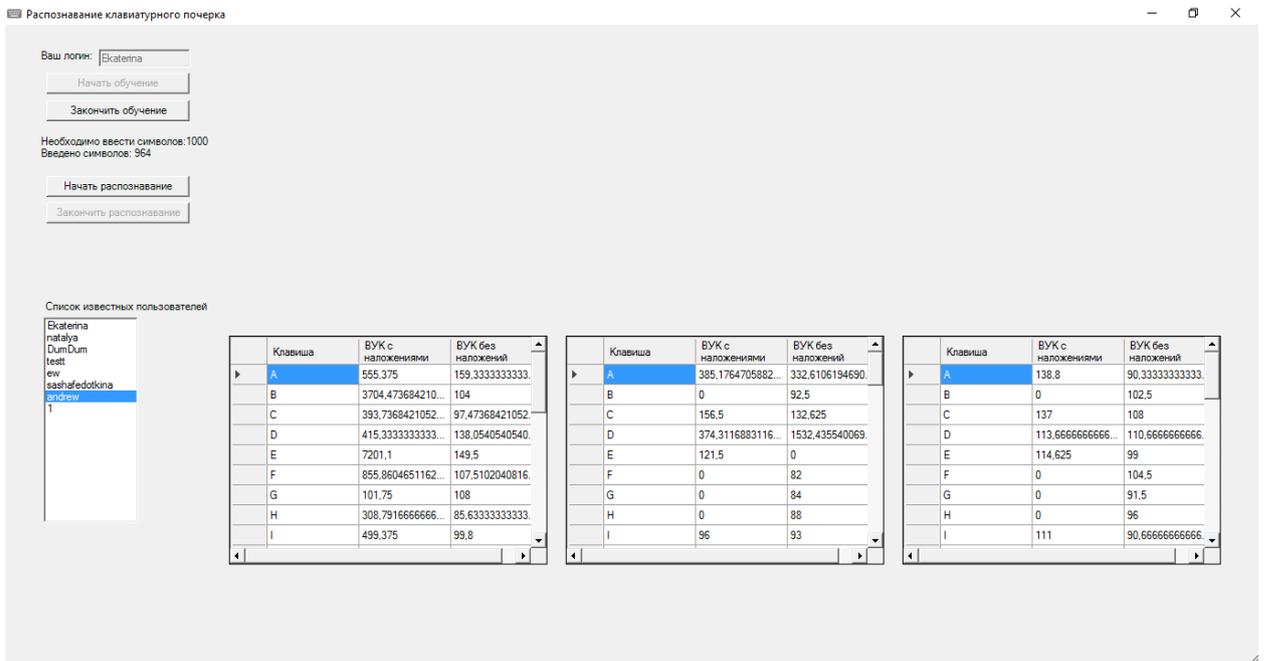


Рисунок 10 – Окно программы в процессе обучения системы

В случае если пользователь пытается запустить режим обучения, не указав свой логин, появляется сообщение, представленное на рисунке 11.

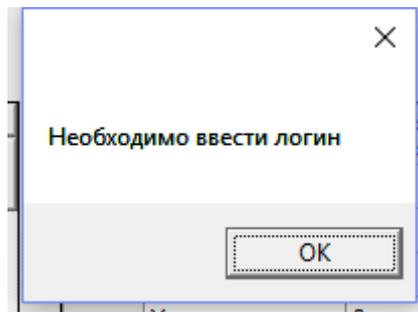


Рисунок 11 – Окно сообщения об ошибке

Когда обучение завершено, пользователю выводится соответствующее сообщение, представленное на рисунке 12.

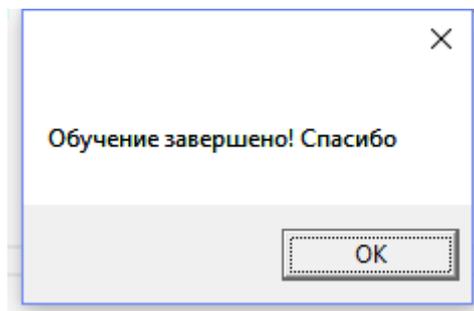


Рисунок 12 – Окно сообщения об успешном завершении обучения

Информационное сообщение, которое появляется в случае если пользователь завершил обучение, но не ввел достаточного числа символов, представлено на рисунке 13.

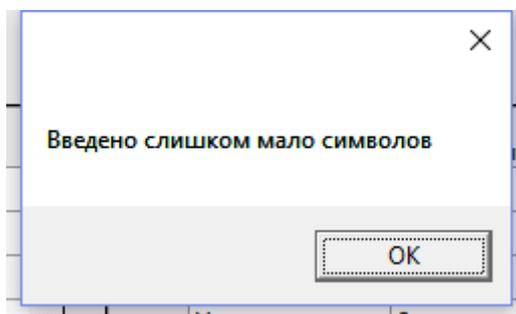


Рисунок 13- Окно сообщения о недостатке символов

## 6.2 Анализ результатов

Для проверки были использованы образцы клавиатурного почерка шести людей, полученные в ходе тестирования системы. На графике на рисунке 14 представлено сравнение времени удержания клавиш без наложений разных образцов почерка, принадлежащих одному пользователю.

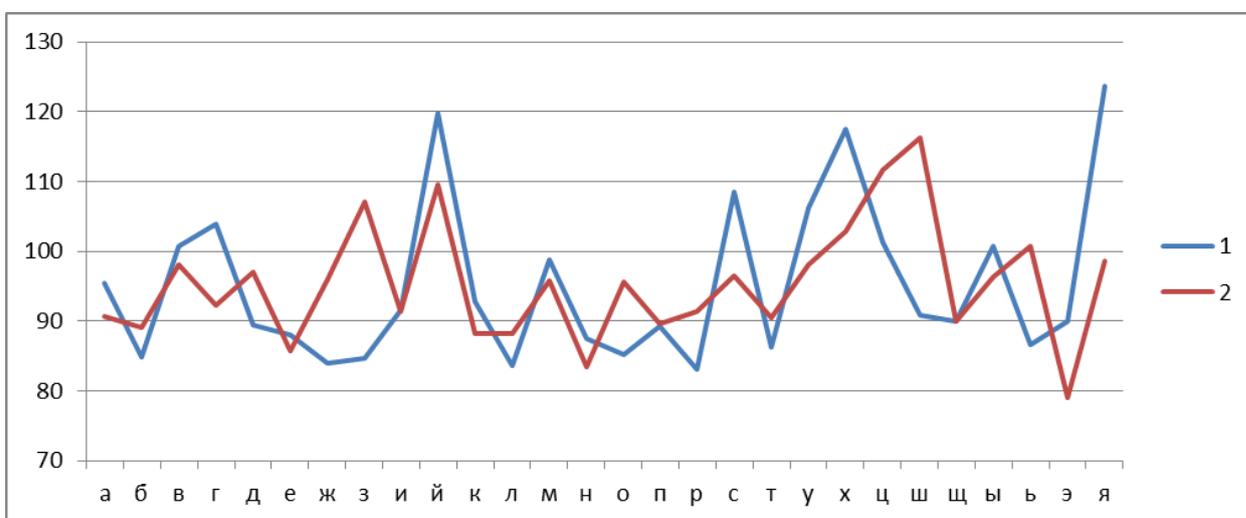


Рисунок 14 – Сравнение ВУК для одного пользователя

Время удержания клавиши для первого образца клавиатурного почерка варьируется от 83,14 мс до 123,67 мс, для второго образца – от 79 мс до 116,33 мс. При этом среднее значение удержания клавиши составляет 95,13 мс для первого образца и 95,32 мс для второго. Таким образом, среднее время удержания оказывается практически одинаковым для разных образцов

почерка одного пользователя. Наибольшее расхождение значений наблюдается при печати сравнительно редко используемых букв. В данном примере разница для «Ш» составила 25,5 мс, для «З» - 22,3 мс, для «Я» - 25 мс. В то же время, для часто используемых букв статистика получилась более согласованной. Так, для буквы «И» среднее время удержания в первом и во втором образце почерка отличается всего на 0,03 мс, для буквы «П» - на 0,32 мс. Среднее расхождение по всем буквам составило 0,18 мс.

На графике на рисунке 15 представлено сравнение двух образцов клавиатурного почерка, принадлежащих разным пользователям. Как и на предыдущем графике, использовалось время удержания клавиши без наложений.

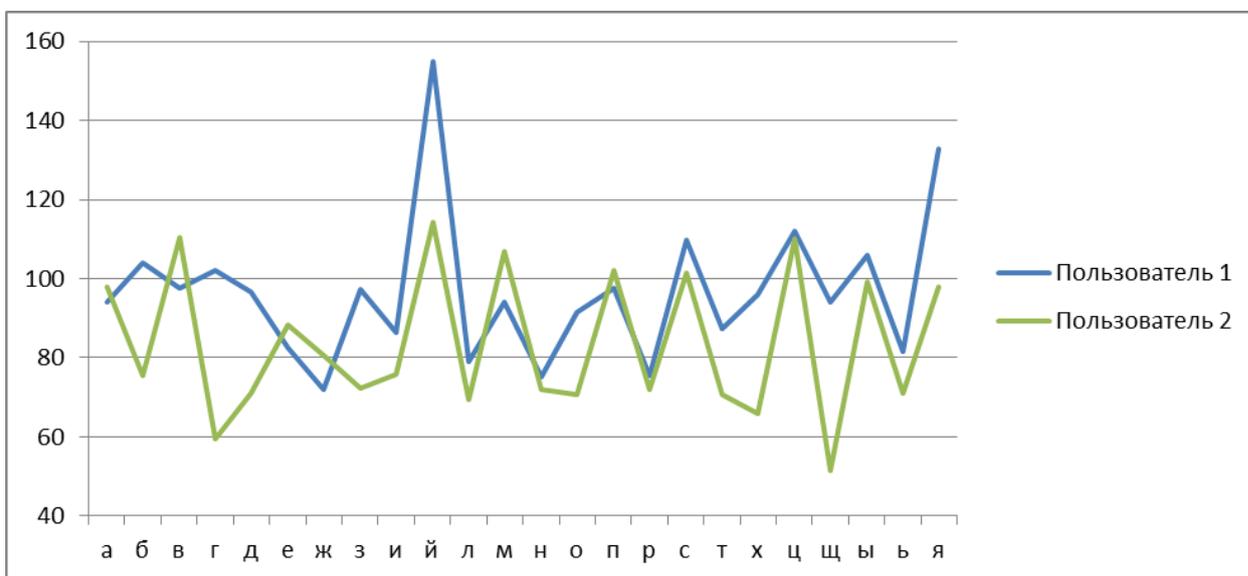


Рисунок 15 – Сравнение ВУК для разных пользователей

В данном случае для первого пользователя диапазон ВУК без наложений составляет от 72 мс до 155 мс, а для второго пользователя – от 51,5 до 114,29 мс. Среднее значение времени удержания по всем клавишам для первого пользователя 96,67 мс, тогда как для второго пользователя оно составляет 83,59 мс. В отличие от двух образцов почерка одного и того же человека, когда расхождение было меньше 1 мс, в данном случае значения различаются на более чем 10 мс. Минимальное различие наблюдается при нажатии на такие клавиши как «Ц», «Н», «Р», «А» - оно составляет 2-4 мс.

Максимальное различие получается при нажатии на клавиши «Г», «Й» - около 40 мс. В среднем разница составляет 13,07 мс.

Полученные данные сведены в таблицу 3.

Таблица 3 - Сравнение образцов клавиатурного почерка

	$t_{max}$ , мс	$t_{min}$ , мс	$t_{cp}$ , мс
Пользователь 1, образец 1	123,67	83,14	95,13
Пользователь 1, образец 2	116,33	79	95,32
Пользователь 2	155	72	96,67
Пользователь 3	114,29	51,5	83,59

Шесть образцов клавиатурных почерков разных пользователей представлены на графике на рисунке 16. Как и прежде, показано время удержания клавиши при отсутствии наложений.

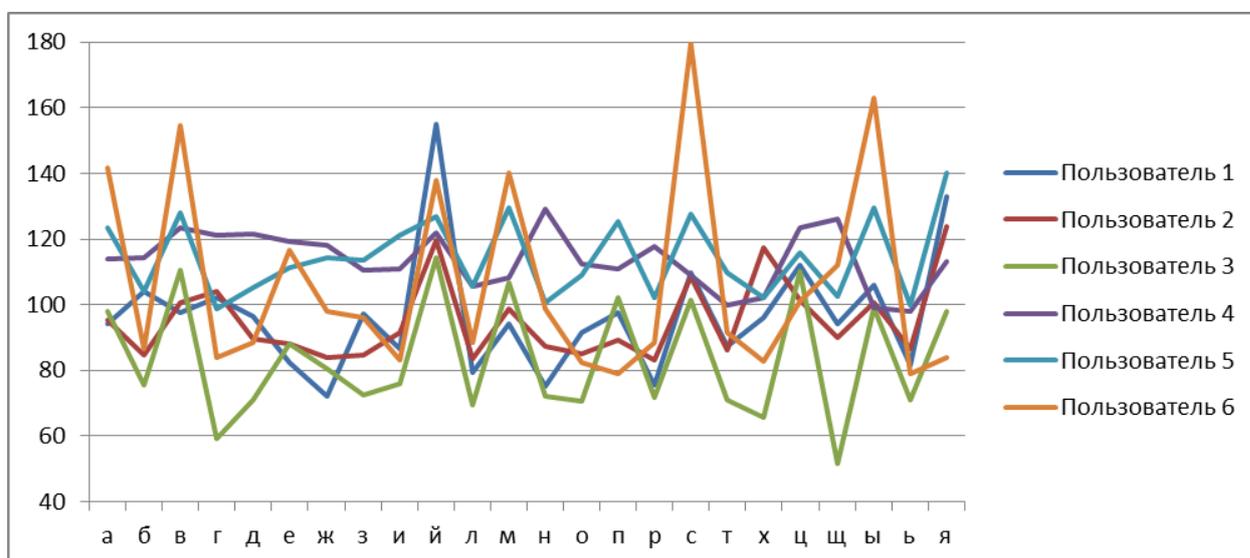


Рисунок 16 – Клавиатурные почерки шести пользователей

Таким образом, полученные в ходе тестирования данные позволяют сделать вывод, что каждому человеку присущ свой клавиатурный почерк, а почерки разных людей существенно отличаются. Исходя из этого, аутентификацию на основе анализа клавиатурного почерка можно считать эффективной.

## **7 Финансовый менеджмент**

### **7.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

Раздел содержит оценку коммерческого потенциала проекта, его перспективности. Рассматриваются возможные альтернативы проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Проводится планирование бюджета исследований, а также определяется их финансовая, бюджетная, социальная и экономическая эффективность.

#### **7.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Поскольку разрабатываемая система предназначена для защиты информации, целевой рынком для неё являются компании, где необходимо контролировать доступ к информации. В том числе это могут быть военные предприятия, производственные предприятия, софтверные компании, торговые компании, научно-исследовательские центры. Сегментацию рынка можно провести по нескольким критериям.

- Размер предприятия.
  - 1) Крупные;
  - 2) Средние;
  - 3) Малые;
  
- Отраслевая принадлежность предприятия.
  - 1) Торговля;
  - 2) Финансовые услуги;
  - 3) Промышленность;
  - 4) Транспорт;
  - 5) Сфера услуг;
  
- Степень секретности информации.
  - 1) Высокая;
  - 2) Средняя;
  - 3) Низкая;

– Используемая операционная система.

- 1) Windows OS;
- 2) Mac OS;
- 3) Linux OS;

Наиболее значимыми критериями были признаны: степень секретности информации и размер предприятия. После анализа конкурентных программных продуктов было установлено, что относительно небольшая конкуренция наблюдается в случае, если предприятие малое и степень секретности информации средний либо низкий.

### 7.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для оценки конкурентоспособности разработки был проведен анализ существующих решений, позволяющих анализировать клавиатурный почерк. Следует отметить, что на российском рынке таких систем очень мало. Для сравнительного анализа выбрано программное приложение «Клавиатурный почерк 1.0» и система контроля сотрудников «Стахановец», включающая модуль для распознавания клавиатурного почерка. Сравнение технических и экономических характеристик данных продуктов представлено в таблице 4. «Клавиатурный почерк 1.0» обозначен К1, а «Стахановец» - К2.

Таблица 4 - Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Удобство в эксплуатации	0,18	4	1	5	0,72	0,18	0,9
2. Функциональные возможности	0,15	3	1	5	0,45	0,15	0,75
3. Потребность в ресурсах памяти	0,07	5	5	2	0,35	0,35	0,14
4. Быстродействие	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,4
5. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,11	4	1	5	0,44	0,11	0,55
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Возможность доработки	0,06	5	3	4	0,3	0,18	0,24
2. Уровень проникновения на рынок	0,1	1	2	4	0,1	0,2	0,4
3. Цена	0,2	4	5	1	0,8	1	0,2
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,01	5	3	4	0,05	0,03	0,04

5. Послепродажное обслуживание	0,02	3	1	5	0,06	0,02	0,1
<b>Итого</b>	<b>1</b>				<b>3,77</b>	<b>2,72</b>	<b>3,72</b>

Из оценочной карты сравнения конкурентных технических решений следует, что разрабатываемая система имеет преимущества по следующим критериям:

- Быстродействие;
- Потребность в ресурсах памяти;
- Предполагаемый срок эксплуатации;
- Цена;
- Возможность подключения в сеть ЭВМ;
- Удобство в эксплуатации.

Недостатками системы являются:

- Функциональные возможности;
- Послепродажное обслуживание;
- Уровень проникновения на рынок.

Таким образом, конкурентоспособность системы была оценена выше, чем у К1 и К2, следовательно, целесообразно проводить разработку по данной тематике.

### 7.1.3 Технология QuaD

Для измерения качества разработки и её перспективности на рынке была использована технология QuaD. Этот инструмент позволяет проанализировать различные характеристики, влияющие на качество продукта и его перспективность на рынке. На основании результатов анализа можно принимать решение о целесообразности развития проекта и вложении в него денежных средств. Результаты анализа представлены в таблице 5.

Таблица 5 - QuaD-анализ

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	

<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1. Надежность	0,09	80	100	0,8	0,072
2. Уровень материалоемкости разработки	0,03	90	100	0,9	0,027
3. Безопасность	0,03	100	100	1	0,03
4. Потребность в ресурсах памяти	0,08	100	100	1	0,08
5. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	80	100	0,8	0,08
6. Простота эксплуатации	0,1	95	100	0,95	0,095
7. Качество интеллектуального интерфейса	0,04	85	100	0,85	0,034
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
8. Конкурентоспособность продукта	0,08	85	100	0,85	0,068
9. Уровень проникновения на рынок	0,03	10	100	0,1	0,003
10. Перспективность рынка	0,09	80	100	0,8	0,072
11. Цена	0,1	80	100	0,8	0,08
12. Послепродажное обслуживание	0,06	85	100	0,85	0,051
13. Финансовая эффективность научной разработки	0,09	75	100	0,75	0,0675
14. Срок выхода на рынок	0,05	85	100	0,85	0,0425
15. Наличие сертификации разработки	0,03	30	100	0,3	0,009
<b>Итого</b>	<b>1</b>				<b>81,1%</b>

Полученное средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки равно 81,1%, что позволяет говорить о перспективности разработки.

#### **7.1.4 SWOT-анализ**

SWOT-анализ применяется для исследования сильных и слабых сторон проекта, а также его возможностей и угроз выполнения. На первом

этапе анализа была составлена таблица 6, демонстрирующая выявленные сильные и слабые стороны, возможности и угрозы проекта.

Таблица 6 - Матрица SWOT

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>  С1. Простота эксплуатации  С2. Низкие затраты на разработку  С3. Централизованное хранение данных  С4. Низкие аппаратно-программные требования  С5. Удобный интерфейс  С6. Графическое представление данных</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>  Сл1. Несовершенство алгоритма распознавания клавиатурного почерка  Сл2. Нет возможности использовать приложения на ОС, отличной от Windows OS  Сл3. Долгий срок разработки</p>
<p><b>Возможности:</b>  В1. Реализация новых функциональных возможностей  В2. Повышение отказоустойчивости за счет использования новых каналов связи  В3. Появление дополнительного спроса на продукт  В4. Увеличение команды разработчиков для ускорения реализации и поддержки ПО  В5. Поддержка других ОС</p>		
<p><b>Угрозы:</b>  У1. Увеличение конкуренции  У2. Прекращение поддержки руководителей проекта  У3. Непопулярность продукта на рынке</p>		

На втором этапе SWOT-анализа проводится выявление соответствий между сильными и слабыми сторонами проекта и окружающей средой. Для этого строятся 4 интерактивные матрицы соответствия. В таблицах 7-10 представлены все матрицы соответствия.

Таблица 7 - Интерактивная матрица соответствия сильных сторон и возможностей

		Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	B1	-	+	+	0	-	+
	B2	-	+	+	+	-	-
	B3	+	-	+	+	+	+
	B4	-	+	-	-	-	-
	B5	0	+	-	+	-	-

Таблица 8 - Интерактивная матрица соответствия сильных сторон и угроз

		Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	У1	-	-	-	-	0	-
	У2	-	-	-	-	-	-
	У3	-	+	-	-	-	-

Таблица 9 - Интерактивная матрица соответствия слабых сторон и возможностей

		Сл1	Сл2	Сл3
Возможности проекта	B1	+	-	+
	B2	-	-	+
	B3	-	-	-
	B4	+	-	+
	B5	-	+	+

Таблица 10 - Интерактивная матрица соответствия слабых сторон и угроз

		Сл1	Сл2	Сл3
Угрозы проекта	У1	+	+	+
	У2	+	-	+
	У3	+	+	-

Третьим этапом SWOT-анализа является составление итоговой матрицы SWOT. Она приведена в таблице 12.

Таблица 11 - SWOT-анализ

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Простота эксплуатации</p> <p>С2. Низкие затраты на разработку</p> <p>С3. Централизованное хранение данных</p> <p>С4. Низкие аппаратно-программные требования</p> <p>С5. Удобный интерфейс</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Несовершенство алгоритма распознавания клавиатурного почерка</p> <p>Сл2. Нет возможности использовать приложения на ОС, отличной от Windows OS</p> <p>Сл3. Долгий срок</p>
--	---	--

	С6. Графическое представление данных	разработки
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Реализация новых функциональных возможностей</p> <p>В2. Повышение отказоустойчивости за счет использования новых каналов связи</p> <p>В3. Появление дополнительного спроса на продукт</p> <p>В4. Увеличение команды разработчиков для ускорения реализации и поддержки ПО</p> <p>В5. Поддержка других ОС</p>	<p><b>Направления развития:</b></p> <p>1. В1С2С3С6 – Простота добавления новых функций в систему.</p> <p>2. В2С2С3С4 – Простота изменения каналов связи.</p> <p>3. В3С1С3С4С5С6 – Широкие возможности для увеличения спроса.</p> <p>4. В4С2 – Ускорение разработки.</p> <p>5. В5С2С4 – Расширение рынка сбыта</p>	<p><b>Сдерживающие факторы:</b></p> <p>1. В1Сл1Сл3 – Необходимость предварительного улучшения алгоритма.</p> <p>2. В2Сл3 – Модификация приложения требует времени.</p> <p>3. В4Сл1Сл3 – Новые разработчики должны сначала исследовать существующее решение.</p> <p>4. В5Сл2Сл3 – Разработка поддержки новой ОС требует много времени.</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Увеличение конкуренции</p> <p>У2. Прекращение поддержки руководителей проекта</p> <p>У3. Непопулярность продукта на рынке</p>	<p><b>Угрозы развития:</b></p> <p>1. У3С2 – Недостаточно качественный подход к разработке ПО</p>	<p><b>Уязвимости:</b></p> <p>1. У1Сл1Сл2Сл3 – Конкуренты смогут сделать похожее ПО более быстро и качественно.</p> <p>2. У2Сл1Сл3 – Руководитель проекта не удовлетворен реализацией.</p> <p>3. У3Сл1Сл2 – Продукт не удовлетворяет ожиданиям пользователей.</p>

## 7.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

С помощью морфологического подхода были определены возможные пути проведения исследования и реализации практической задачи. Данный подход основывается на исследовании всех теоретически возможных

вариантов состава объекта исследования. В таблице 12 представлена морфологическая матрица.

Таблица 12 - Морфологическая матрица

	1	2	3
А. Язык разработки	C#	C++	Java
Б. Алгоритм распознавания	Гистограммный метод	Вероятностно-статистический метод	Метод на основе нейронных сетей
В. Вид интерфейса пользователя	Оконное приложение	Веб-приложение	Мобильное приложение
Г. Реализация архитектуры клиент-сервер	TCP-сокеты	Вызов удаленных процедур	Веб-сервис

На основании представленной матрицы можно получить 12 вариантов технических решений. В дальнейших расчётах используются следующие варианты:

- 1) A1B2B1Г1;
- 2) A1B3B2Г4;
- 3) A2B1B3Г3.

### 7.3 Планирование научно-исследовательских работ

#### 7.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

На данном этапе происходит планирование работ в рамках научно-исследовательского проекта. Выделяются исполнители, общие этапы и конкретные задания. Результаты планирования представлены в таблице 13.

Таблица 13 - Перечень этап, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка и утверждение технического задания	1	Постановка задачи	Руководитель
	2	Обзор существующих решений	Руководитель, студент
	3	Формулировка требований к продукту	Руководитель,
	4	Написание технического задания	Студент
Реализация	5	Проектирование архитектуры системы	Студент

	6	Разработка алгоритма	Студент
	7	Написание серверной части приложения	Студент
	8	Написание клиентской части приложения	Студент
	9	Тестирование системы	Студент
	10	Доработка системы	Студент
Оформление документации	11	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, студент
	12	Составление пояснительной документации	Студент
	13	Подготовка презентации	Руководитель, студент

### 7.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты зачастую составляют основную часть стоимости разработки, поэтому необходимо определить трудоемкость работ для каждого из участников научного исследования.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожи}$  используется следующая формула:

$$t_{ожи} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (15)$$

где  $t_{ожи}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Также необходимо рабочие дни перевести в календарные. Для этого используется следующая формула:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (16)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (17)$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Рассчитанное значение коэффициента календарности для 2016 года составило 1,48.

В таблице в приложении А представлены временные показатели научного исследования, рассчитанные в соответствии с вышеприведенными формулами.

Итого длительность первого исполнения по экспертной оценке составила 88 календарных дней, длительность второго исполнения – 99 календарных дней и длительность третьего исполнения – 94 календарных дня.

Для наглядного представления полученных результатов использована диаграмма Ганта, где самый долгий вариант исполнения показан с разбивкой по месяцам и декадам. Таблица в приложении Б демонстрирует полученный план-график.

#### **7.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)**

В данном разделе рассматриваются вопросы планирования бюджета НТИ, проводится группировка затрат по следующим статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;

- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

#### 7.3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Для выполнения работы необходим персональный компьютер. Его стоимость не зависит от выбранного варианта исполнения. В таблице 14 представлены материальные затраты НТИ с учетом транспортных расходов.

Таблица 14 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (З <sub>м</sub> ), руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Компьютер	шт	1	1	1	395 50	395 50	395 50	454 82,5	454 82,5	454 82,5
Итого								454 82,5	454 82,5	454 82,5

#### 7.3.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Данная статья расходов содержит заработную плату научного руководителя и студента, премии и доплаты. Расчет выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя.

Основная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p \quad (18)$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн;

$Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (19)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p \quad (20)$$

где  $Z_{тс}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3;

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок.

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет основной заработной платы показан в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Средне-дневная ставка	Затраты времени, раб. дни			Коэффициент	Фонд з/платы, руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	30244,318	1371,402	4,7	4,7	4,7	1,3	8379,26789	8379,26789	8379,26789
Студент	6500	273,6842	88	99	94		31309,4737	35223,1579	33444,2105
Итого							39688,7416	43602,4258	41823,4784

### 7.3.4.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы производится по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (21)$$

где  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы.

В таблице 16 представлен расчет дополнительной заработной платы для исполнителей проекта.

Таблица 16 - Расчет дополнительной заработной платы

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Коэффициент дополнительной заработной платы	Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	8379,2 6789	8379,2 679	8379,2 679	0,12	1005,5121 5	1005,512 1	1005,5121 5
Студент	31309,4 737	35223, 158	33444, 211		3757,1368 4	4226,778 9	4013,3052 6
Итого					4762,6489 9	5232,291 1	5018,8174 1

#### 7.3.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Данная статья отражает расходы на обязательные отчисления, установленные законодательством Российской Федерации. К ним относятся отчисления органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС).

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (22)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды

В таблице 17 произведен расчет отчислений во внебюджетные фонды.

Таблица 17 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель	8379,26 789	8379,267 9	8379,26 79	1005,51 22	1005,5121 5	1005,5122
Студент	31309,4 737	35223,15 8	33444,2 11	3757,13 68	4226,7789 5	4013,3053
Коэффициент ПФРФ	0,22					
Коэффициент ФСС	0,029					
Коэффициент ФФОМС	0,051					
Итого						

Исполнение 1	13335,41718
Исполнение 2	14650,41507
Исполнение 3	11663,73165

#### 7.3.4.5 Накладные расходы

Данная статья расходов учитывает прочие затраты на выполнение НТИ, в частности, затраты на электроэнергию, печать и ксерокопирование, услуги связи и т.д. Расчет накладных расходов производится по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (23)$$

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

Величина коэффициента накладных расходов принята за 16%. Результаты подсчета накладных расходов представлены в таблице итогового бюджета.

#### 7.3.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

На основании рассчитанных ранее статей расходов составлен бюджет научно-исследовательского проекта для трех вариантов исполнения. Он представлен в таблице 18.

Таблица 18 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НТИ	45482,5	45482,5	45482,5	Пункт 3.4.1
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	39688,74158	43602,4258	41823,5	Пункт 3.4.2
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	4762,648991	5232,29109	5018,82	Пункт 3.4.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	13335,41718	14650,4151	11663,7	Пункт 3.4.4
5. Накладные расходы	16523,08924	17434,8211	16638,2	16 % от суммы ст. 1-4
6. Бюджет затрат НТИ	119792,397	126402,453	120627	Сумма ст. 1- 5

На основании произведенных расчетов можно сделать вывод, что первый вариант исполнения самый экономичный.

## 7.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для определения эффективности НТИ необходимо рассчитать интегральный показатель финансовой эффективности и интегральный показатель ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (24)$$

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

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Для исполнения 1:  $I_{\text{финр}} = 119792,397 / 126402,4531 = 0,948$ .

Для исполнения 2:  $I_{\text{финр}} = 126402,4531 / 126402,4531 = 1$ .

Для исполнения 3:  $I_{\text{финр}} = 120626,6919 / 126402,4531 = 0,954$ .

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (25)$$

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

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

В таблице 19 представлена сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта.

Таблица 19 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Оценочные критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Функциональная мощность	0,2	4	5	3
2. Скорость работы	0,3	5	3	4
3. Потребность в ресурсах памяти	0,1	4	3	4
4. Зависимость от платформы	0,1	2	2	2
5. Удобство эксплуатации	0,1	5	5	4
6. Надежность	0,2	4	5	4
Итого	1			

Таким образом,  $I_{p1}=0,2*4+0,3*5+0,1*4+0,1*2+0,1*5+0,2*4 = 4,2$ .

$I_{p2}=0,2*5+0,3*3+0,1*3+0,1*2+0,1*5+0,2*5 = 3,9$ .

$I_{p3}=0,2*3+0,3*4+0,1*4+0,1*2+0,1*4+0,2*4 = 3,6$ .

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{исп.i}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}^{исп.1}} \quad (26)$$

$I_{исп1}=4,2/0,94770627 = 4,4317529$ .

$I_{исп2}=3,9/1 = 3,9$ .

$I_{исп3}=3,6/0,95430657 = 3,77237263$ .

После этого необходимо определить сравнительную эффективность исполнений разработки, которая позволит выбрать самый выгодный вариант разработки с позиции финансовой и ресурсной эффективности:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (27)$$

$\mathcal{E}_{cp1}=4,4317529/4,4317529=1$ .

$\mathcal{E}_{cp2}=3,9/4,4317529=0,88001296$ .

$\mathcal{E}_{cp3}=3,77237263/4,4317529=0,85121457$ .

Таблица 20 демонстрирует расчет сравнительной эффективности разработки.

Таблица 20 - Сравнительная эффективность разработки

п/п	Показатели	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,94770627	1	0,95430657
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,2	3,9	3,6
3	Интегральный показатель эффективности	4,4317529	3,9	3,77237263
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,88001296	0,85121457

Таким образом, самым эффективным исполнением с позиции ресурсоэффективности и финансовой эффективности является первое исполнение. Наименее эффективным является третье исполнение, поскольку его интегральный показатель эффективности почти на 15% ниже, чем у первого исполнения.

## **8 Социальная ответственность**

### **8.1 Введение**

В данном разделе ВКР рассматриваются вопросы, касающиеся соблюдения санитарных норм и правил в процессе использования разработанной системы. Рассматриваются меры по защите сотрудника от негативного воздействия среды. Исследуются вредные и опасные факторы среды, а также вопросы охраны окружающей среды от негативного воздействия системы. Рассматриваются возможные чрезвычайные ситуации и действия, которые сотрудник должен выполнить в случае возникновения ЧС.

Разработанная система распознавания пользователя по клавиатурному почерку будет использоваться сотрудниками в офисных помещениях. При этом рассматривается рабочая зона сотрудника, включающая письменный стол, персональный компьютер, клавиатуру, компьютерную мышь, а также стул. Работа сотрудника при использовании программного приложения классифицируется как работа высокой точности.

Выделены и рассмотрены такие вредные факторы как: неоптимальный микроклимат, повышенный уровень шума, неправильное освещение, высокий уровень электромагнитного излучения. К опасным факторам при работе с компьютером относится высокое напряжение в электрической цепи и возможность короткого замыкания, влекущего за собой опасность поражения сотрудника электрическим током.

Рассматриваются вопросы правового регулирования трудовых отношений, связанных с использованием разработанной системы.

## **8.2 Производственная безопасность**

### **8.2.1 Освещенность рабочей зоны**

Под освещенностью понимается отношение светового потока, падающего на элемент поверхности, к площади этого элемента. Обозначается освещенность буквой  $E$ , измеряется в люксах [22].

Недостаточная освещенность рабочего места увеличивает напряжение глаз сотрудников, что может привести к ухудшению зрения. При плохой освещенности труднее различать цвета, возможно снижение способности к концентрации. Также недостаток света в помещении приводит к снижению уровня работоспособности, бодрости и ухудшает настроение сотрудников. Кроме того, низкое или чересчур пульсирующее освещение может способствовать появлению головных болей или мигреней. К пульсации приводит, как правило, использование газоразрядных ламп, работающих на частоте 50 Гц.

Для комфортной работы сотрудника необходимо отсутствие пульсации света, обеспечение достаточной контрастности в цветопередаче монитора, отсутствие бликов на поверхностях офисного оборудования, а также соответствующее направление светового потока и его спектр.

Поскольку работа сотрудника офиса относится к работе высокой точности, необходимо, чтобы параметры освещенности рабочего места соответствовали требованиям СНиП 23-05-95, представленным в таблице 21.

Таблица 21 - Требования к освещению помещений жилых и общественных зданий при зрительной работе высокой точности

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, %	Искусственное освещение				Естественное освещение	
					Освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения, лк	Цилиндрическая освещенность, лк	Объединенный показатель УГР, не более	Коэффициент пульсации освещенности Кп, %, не более	КЕО е <sub>н</sub> , %, при	
									Верхнем или комбинированном	Боковом
Высо	От 0,3 дсБ	1	1	Не менее 70	300	100	18	15	3,0	1,0

кой точности	0,5		2	Менее 70	200	75	18	20	2,5	0,7
-----------------	-----	--	---	----------	-----	----	----	----	-----	-----

Поскольку работа сотрудника сопряжена с использованием персонального компьютера, необходимо также учитывать правила и нормы к освещению, указанные в [23]. Эти нормы представлены в таблице 22.

Таблица 22 - Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК (компьютерные залы)

Плоскость освещенности		Вертикальная плоскость освещенности (дисплей компьютера) в КЕО	Горизонтальная плоскость освещенности (рабочий стол) в КЕО
Параметр			
Высота плоскости над полом, м		1,2	0,8
Разряд и подразряд зрительной работы		Б-2	А-2
Искусствен-ное освещение	Освещенность рабочих поверхностей при комбинированном освещении, лк		500/300
	Освещенность рабочих поверхностей при общем освещении, лк	200	400
	Объединенный показатель дискомфорта UGR, не более	-	14
Искусствен-ное освещение	Коэффициент пульсации освещенности, %, не более	-	10
Естественное освещение	КЕО $e_n$ , % при боковом освещении	-	1.2

	КЕО $e_n$ , % при верхнем или комбинированном освещении	-	3.5
--	---	---	-----

Поскольку наиболее подвержены вредному воздействию плохого освещения именно глаза сотрудников, необходимо делать гимнастику для глаз, отвернувшись от экрана. Примеры комплексов упражнений представлены в [23]. Эти упражнения способствуют нормальной работе глазных мышц и позволяют снять напряжение.

### 8.2.2 Микроклимат помещения

Микроклимат – это комплекс физических факторов внутренней среды помещений, оказывающий влияние на тепловой обмен организма и здоровье человека.

Воздействие комплекса микроклиматических факторов отражается на теплоощущении человека и обуславливает особенности физиологических реакций организма. Температурные воздействия, выходящие за пределы нейтральных колебаний, вызывают изменения тонуса мышц, периферических сосудов, деятельности потовых желез, теплопродукции. При этом постоянство теплового баланса достигается за счет значительного напряжения терморегуляции, что отрицательно сказывается на самочувствии, работоспособности человека, его состоянии здоровья [24].

К рассматриваемым параметрам микроклимата относятся: температура воздуха в помещении, температура поверхностей, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха.

В случае если сотрудник испытывает дискомфорт, связанный со слишком высокой или низкой температурой или влажностью, а также при высокой скорости движения воздуха, вероятно ослабление внимательности и концентрации, ухудшение настроения, снижение работоспособности. Увеличивается риск возникновения простудных заболеваний, а также их последующее распространение в коллективе.

Работа офисного сотрудника относится к категории Ia, поскольку производится сидя и сопровождается незначительным физическим напряжением. Оптимальные значения параметров микроклимата производственных помещений для категории Ia содержатся в [25] и показаны в таблице 23.

Таблица 23 - Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Категория Ia(до 139)	23-25	21-25	40-60	0,1
Теплый	Категория Ia(до 139)	20-22	22-26	40-60	0,1

### 8.2.3 Уровень шума

Шум — это совокупность звуков, неблагоприятно воздействующих на организм человека и мешающих его работе и отдыху. При высоком уровне шума наблюдается снижение слуха у сотрудников, снижение концентрации и работоспособности. К источникам шума в офисе можно отнести разговоры сотрудников, звук работающего кондиционера, принтера, факса, системы охлаждения ПЭВМ, звук шагов, отодвигаемых стульев, шелест бумаг.

Шум характеризуется уровнем звукового давления для различных частот. Уровень шума на рабочем месте сотрудника не должен превышать описанные в [26] нормы и правила. Предельный уровень звукового давления для работ, требующих высокого умственного напряжения, представлен в таблице 24.

Таблица 24 - Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для работ, требующих высокой степени внимания и концентрации

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука в дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность. Рабочие места в помещениях дирекции, проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных.	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Для защиты от шума используют звукоизоляцию помещений. К индивидуальным средствам защиты от шума относятся беруши, однако не представляется необходимым использовать их в офисе, поскольку уровень шума там, как правило, не превышает норму.

#### 8.2.4 Электромагнитное излучение

Электромагнитным излучением называется распространяющееся в пространстве возмущение (изменение состояния) электромагнитного поля

[27]. Источником излучения в офисе могут стать системные блоки персональных компьютеров. Негативное воздействие электромагнитного излучения на организм человека проявляется в повышении температуры тела, а также может спровоцировать микропроцессы в организме, изменяющие свойства молекул. Длительное воздействие повышенного уровня электромагнитного излучения повышает утомляемость, может вызвать гипертонию, катаракту, изменения в крови, повышает сонливость. В [28] регулируются максимально допустимые уровни напряженности электрического и магнитного полей, плотности потока энергии электромагнитного поля. Соответствующие значения показаны в таблице 25.

Таблица 25. ПДУ энергетических экспозиций ЭМП диапазона частот  $\geq 30$  кГц - 300 ГГц

Диапазоны частот	Предельно допустимые уровни энергетической экспозиции		
	По электрической составляющей, $(В/м)^2 \times ч$	По магнитной составляющей, $(А/м)^2 \times ч$	По плотности потока энергии $(мкВт/см^2) \times ч$
30 кГц - 3 МГц	20000,0	200,0	-
3 - 30 МГц	7000,0	-	-
30 - 50 МГц	800,0	0,72	-
50 - 300 МГц	800,0	-	-
300 МГц - 300 ГГц	-	-	200,0

Для снижения вредного воздействия ЭМП сотруднику необходимо соблюдать расстояние от глаз до монитора от 0.5 до 1 метра. Также в целях уменьшения ЭМП рекомендуется пользоваться жидкокристаллическими мониторами вместо устаревших устройств с электронно-лучевой трубкой.

### 8.2.5 Электробезопасность

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

При работе с компьютером возможно поражение электрическим током, что ведет к появлению ожогов, нагреву сосудов, механическим повреждениям тканей и сосудов, раздражающим воздействиям на ткани. Причиной поражения человека током может быть:

- Непосредственное прикосновение к токоведущим частям, оказавшимся под напряжением;
- Соприкосновение с конструктивными частями, оказавшимися под напряжением.

Общие требования по электробезопасности представлены в [28]. Офисное помещение относится к категории помещений без повышенной опасности, однако необходимо соблюдать меры предосторожности при работе с компьютером. Так, не рекомендуются следующие действия:

- Закладывать провода и шнуры за газовые и водопроводные трубы, за батареи отопительной системы;
- Выдергивать штепсельную вилку из розетки за шнур, усилие должно быть приложено к корпусу вилки;
- Работать на средствах вычислительной техники и периферийном оборудовании, имеющих нарушения целостности корпуса, нарушения изоляции проводов, неисправную индикацию включения питания, с признаками электрического напряжения на корпусе;
- Класть на средства вычислительной техники и периферийное оборудование посторонние предметы.

### **8.3 Экологическая безопасность**

Для работы с системой распознавания клавиатурного почерка пользователю необходим компьютер, следовательно, воздействие на окружающую среду исходит от компьютера. Он может быть источником электромагнитного излучения, ионизирующего излучения, а также шума. Кроме того, системный блок персонального компьютера при работе нагревается. Для защиты здоровья сотрудников офиса рекомендуется

соблюдать необходимую дистанцию при работе с компьютером (от 0.5 до 1 м), а также использовать эффективные охлаждающие системы и как можно более современное и эффективное оборудование.

Другим немаловажным аспектом использования компьютера и другой вычислительной техники является устаревание моделей, и, как следствие, необходимость замены и обновления оборудования. При этом необходимо утилизировать вышедшую из употребления электронику наиболее безопасным для окружающей среды способом. Для этого необходимо обращаться в специализированную компанию по утилизации. Такие компании действуют на всей территории Российской Федерации, в том числе и в Томской области.

Необходимо отметить, что в целом при работе с компьютером существенного загрязнения окружающей среды не происходит и вредные выбросы не сравнимы с производственными.

#### **8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

В ходе работы за ПЭВМ может возникнуть чрезвычайная ситуация – пожар. Причинами пожаров могут быть:

- Игнорирование основных правил пожарной безопасности;
- Неисправность электрической проводки;
- Возгорание электроприборов — неисправных, самодельных или оставленных без присмотра;
- Курение в неположенных местах.

В [29] рассмотрены требования к системам противопожарной защиты, мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Для защиты от пожаров необходимо иметь в наличии такое пожарное оборудование как пожарные шкафы, пожарные щиты и огнетушители. Сотрудники должны уметь пользоваться таким оборудованием. Углекислотные огнетушители применяются для ликвидации пожаров,

вызванных возгоранием электрооборудования. На рисунке 17 представлена принципиальная схема углекислотного огнетушителя.

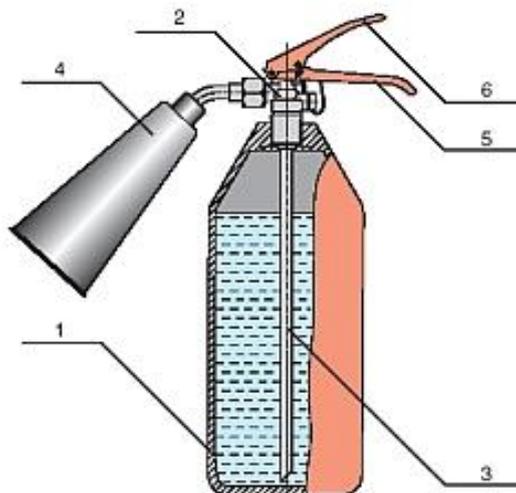


Рисунок 17 – Принципиальная схема ОУ

На рисунке 26 введены следующие обозначения:

- 1) Стальной баллон;
- 2) Запорно-пусковое устройство (ЗПУ);
- 3) Сифонная трубка;
- 4) Раструб;
- 5) Ручка для переноски огнетушителя;
- 6) Рычаг ЗПУ.

Для использования ОУ необходимо направить раструб на очаг возгорания и открыть ЗПУ.

Сотрудники должны знать план эвакуации из помещения, расположение выходов из здания. Также необходимо проводить плановые эвакуации из здания, для того чтобы подготовить сотрудников к действиям в чрезвычайной ситуации.

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

Функции государственного надзора и контроля в организациях независимо от организационно-правовых форм и форм собственности

осуществляются специально уполномоченными на то государственными органами и инспекциями согласно федеральным законам.

В ТК РФ[8] и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[23]:

- Продолжительность рабочего дня не должна превышать 40 часов в неделю.
- Продолжительность непрерывной работы за компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать 1 час;
- Рекомендуется делать перерывы в работе за ПК продолжительностью 10-15 минут через каждые 45-60 минут работы;
- Во время регламентированных перерывов целесообразно выполнять комплексы упражнений и осуществлять проветривание помещения;
- Не рекомендуется работать за компьютером более 6 часов за смену.

Для того чтобы ПЭВМ соответствовали нормам, осуществляется производственный контроль и надзор внутри предприятия-производителя. Эксплуатирующие предприятия также следят за характеристиками используемой аппаратуры.

Для защиты прав сотрудников на труд в условиях, соответствующих принятым правилам и нормам, на территории Российской Федерации действуют следующие организации.

- Федеральная инспекция труда;
- Государственная экспертиза условий труда Федеральная служба по труду и занятости населения;
- Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

## **Заключение**

Целью работы было создание алгоритмического и программного обеспечения системы распознавания клавиатурного почерка. Для этого был выполнен обзор существующих систем, занимающихся распознаванием клавиатурного почерка. Были сформулированы требования к программному продукту.

Был произведен анализ алгоритмов распознавания клавиатурного почерка. В частности, был рассмотрен гистограммный метод, вероятностно-статистический метод, метод на основе нейронных систем. На основе вероятностно-статистического метода составлен алгоритм, позволяющий системе сохранять образцы клавиатурного почерка различных операторов и сравнивать их с целью аутентификации пользователя.

Было написано программное приложение для серверной части системы, отвечающей за хранение и обработку данных о характеристиках клавиатурного почерка пользователей. Также было создано приложение для клиентской части системы, собирающее необходимые сведения путем мониторинга клавиатурных нажатий. Кроме того, клиентское приложение позволяет просмотреть имеющиеся образцы почерка в графическом и табличном виде. Организована передача данных между клиентской и серверной частью с использованием TCP-сокетов. Немаловажной является возможность системы вести журнал, указывая, кто из пользователей работал за конкретным компьютером и в какое время.

Система была протестирована с участием нескольких пользователей. Анализ результатов позволил сделать вывод, что клавиатурный почерк является достаточно эффективным средством аутентификации пользователей, и созданная система успешно справляется с задачей распознавания пользователя по клавиатурному почерку.

## **Conclusion**

The aim of this work is development of software and algorithm for the keyboarding recognition system. In order to do this, existing keyboarding recognition systems were reviewed. Furthermore, the list of requirements to the software was made.

After that, existing keyboarding recognition algorithms were analyzed and compared. In particular, there are such methods as histogram method, probabilistic-statistical method, method based on neural network. A keyboarding recognition algorithm was created based on probabilistic-statistical method. This algorithm enables system to save examples of users keyboarding and compare them for authentication purpose.

The server component of created software is responsible for storing and processing data about keyboarding characteristics of different users. The client component of this software is used for collecting necessary data about keyboarding. The process of getting such kind of data happens while the user presses keys. Moreover, client component can show examples of keyboarding of known users as graph or in table. Necessary data is transferred between client and server components via TCP-sockets. Another feature of created software is an ability to log file with records about time when every user works with a computer.

The system was tested with the help of some users. Analyzing results shows that keyboarding recognition is an efficient authentication tool.

Источники:

1. Традиционные методы биометрической аутентификации и идентификации: учебно-методическое пособие / В.М. Колешко, Е.А. Воробей, П.М. Азизов, А.А. Худницкий, С.А. Снигирев. – БНТУ, 2009. – 107 с.
2. И.Г. Сидоркина. Три алгоритма управления доступом к КСИИ на основе распознавания клавиатурного почерка оператора: статья / И.Г. Сидоркина, А.Н. Савинов. – Вестник Чувашского университета, №3, 2013. – 9 с.
3. Стахановец [Электронный ресурс] / Стахановец. URL: <http://stakhanovets.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 21.04.2016 г.
4. Система распознавания клавиатурного почерка защитит данные в дополнение к обычному паролю [Электронный ресурс] / ИНО Томск. URL: <http://inotomsk.ru/materials/news/v-tomske/sistema-raspoznvaniya-klaviaturnogo-pocherka-zashchitit-dannye-v-dopolnenie-k-obychnomu-parolyu/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 18.04.2016 г.
5. Говорящие клавиши. Характер человека определяют по клавиатурному почерку [Электронный ресурс] / Smart News. URL: <http://smartnews.ru/regions/yoshkarola/17278.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 18.04.2016 г.
6. Клавиатурный почерк 1.0 [Электронный ресурс] / Soft For Free. URL: [http://www.softforfree.com/programs/klaviaturnyi\\_pocherk-9813.html](http://www.softforfree.com/programs/klaviaturnyi_pocherk-9813.html), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 19.04.2016 г.
7. В.А. Ворона. Системы контроля и управления доступом / В.А. Ворона, В.А. Тихонов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2010. – 274 с.
8. А.Н. Савинов. Решение проблемы измерения времени удержания клавиш при разработке системы анализа клавиатурного почерка: статья /

А.Н. Савинов, И.Г. Сидоркина. - ИКТ: образование, наука, инновации: труды III Междунар. науч.-практ. конф. Алматы: МУИТ, 2012. – 6 с.

9. Ю.А. Брюхомицкий. Гистограммный метод распознавания клавиатурного почерка: статья / Ю.А. Брюхомицкий. - Известия Южного федерального университета. Технические науки, №11, т.112, 2010. – 8 с.

10. Аутентификация в корпоративной компьютерной сети на основе анализа динамики клавиатурного почерка: статья / В.М. Колешко, С.А. Снигирев, Е.И. Богатов, Д.А. Гришанович, Ю.А. Безручко, С.С. Фильчук. – Минск, БГТУ, Материалы конференций факультета прикладной математики и информатики, 2009. – 3 с.

11. Т.В. Жашкова. Нейросетевая идентификация типа личности человека по клавиатурному почерку: статья / Т.В. Жашкова, О.М. Шарунова, Э.Ш. Исянова. – Международный студенческий научный вестник, №3, ч.1, 2015. – 6 с.

12. Искусственная нейронная сеть [Электронный ресурс] / Wikilogy. URL: [http://wiki.witology.com/index.php/Искусственная\\_нейронная\\_сеть](http://wiki.witology.com/index.php/Искусственная_нейронная_сеть), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 09.04.2016 г.

13. Фазовая траектория [Электронный ресурс] / Энциклопедия физики и техники. URL: [http://femto.com.ua/articles/part\\_2/4260.html](http://femto.com.ua/articles/part_2/4260.html), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 07.04.2016 г.

14. Введение в UML. Диаграммы прецедентов: крупным планом [Электронный ресурс] / Интуит. URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/1007/229/lecture/5962>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 17.04.2016 г.

15. C# [Электронный ресурс] / Microsoft Developer Network. URL: <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/kx37x362.aspx>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 05.04.2016 г.

16. Microsoft Visual Studio [Электронный ресурс] / Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft\\_Visual\\_Studio](https://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visual_Studio), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 01.04.2016 г.
17. Windows Forms [Электронный ресурс] / Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Windows\\_Forms](https://ru.wikipedia.org/wiki/Windows_Forms), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 01.04.2016 г.
18. Общие сведения о Windows Forms [Электронный ресурс] / Microsoft Developer Network. URL: [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/8bxxxy49h\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/8bxxxy49h(v=vs.110).aspx), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 05.04.2016 г.
19. Консольное приложение [Электронный ресурс] / Веб-библиотека. URL: <http://www.weblibrary.biz/delphi/console>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 03.04.2016 г.
20. Семейство протоколов TCP/IP. Сокеты (sockets) в UNIX и основы работы с ними [Электронный ресурс] / Интуит. URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/2249/52/lecture/1567>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 03.04.2016 г.
21. Кейлогер [Электронный ресурс] / Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Кейлогер>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 08.04.2016 г.
22. СНиП 23-05-10. Естественное и искусственное освещение. М.: Минрегион России, 2010. – 76 с.
23. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. М.: Минздрав России, 2003. – 15 с.
24. Микроклимат [Электронный ресурс] / Академик. URL: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_medicine/18788/Микроклимат](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_medicine/18788/Микроклимат), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 10.04.2016 г.

25. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997. – 14 с.
26. ГОСТ 12.1.003–83. Шум. Общие требования безопасности труда. – М.: Стандартиформ, 2008. – 13 с.
27. Электромагнитное излучение [Электронный ресурс] / Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Электромагнитное излучение](https://ru.wikipedia.org/wiki/Электромагнитное_излучение), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 10.04.2016 г.
28. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М.: Стандартиформ, 2010. – 32 с.
29. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Стандартиформ, 2006. – 68 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 - Временные показатели научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполнители			Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$			Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$		
	$t_{\min}$ , чел-дни			$t_{\max}$ , чел-дни			$t_{\text{ожид}}$ , чел-дни											
Постановка задачи	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	1	1	1	1,4	1,4	1,4	2	2	2
Обзор существующих решений	3	3	3	5	5	5	3,8	3,8	3,8	2	2	2	1,9	1,9	1,9	3	3	3
Формулировка требований к продукту	2	2	2	4	4	4	2,8	2,8	2,8	1	1	1	2,8	2,8	2,8	4	4	4
Написание технического задания	5	5	5	7	7	7	5,8	5,8	5,8	1	1	1	5,8	5,8	5,8	9	9	9
Проектирование архитектуры системы	4	6	5	6	7	5	4,8	6,4	5	1	1	1	4,8	6,4	5	7	9	7
Разработка алгоритма	5	8	6	10	12	10	7	9,6	7,6	1	1	1	7	9,6	7,6	10	14	11

Продолжение таблицы А.1

Написание серверной части приложения	10	12	12	14	16	15	11,6	13,6	13,2	1	1	1	11,6	13,6	13,2	17	20	20
Написание клиентской части приложения	6	7	7	10	12	11	7,6	9	8,6	1	1	1	7,6	9	8,6	11	13	13
Тестирование системы	3	3	3	5	5	5	3,8	3,8	3,8	1	1	1	3,8	3,8	3,8	6	6	6
Доработка системы	2	2	2	5	5	5	3,2	3,2	3,2	1	1	1	3,2	3,2	3,2	5	5	5
Оценка эффективности полученных результатов	2	2	2	4	4	4	2,8	2,8	2,8	2	2	2	1,4	1,4	1,4	2	2	2
Составление пояснительной документации	5	5	5	10	10	10	7	7	7	1	1	1	7	7	7	10	10	10
Подготовка презентации	2	2	2	4	4	4	2,8	2,8	2,8	2	2	2	1,4	1,4	1,4	2	2	2

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

—

Таблица Б.1 - Календарный план-график проведения НИОКР

№ работ	Вид работ	Исполнители	T <sub>кi</sub> , кал. дн.	февр.		март			апрель			май		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
				1	Постановка задачи	С	2	■						
2	Обзор существующих решений	Р, С	3	■										
3	Формулировка требований к продукту	С	4	■										
4	Написание технического задания	С	9	■	■									
5	Проектирование архитектуры системы	С	9			■								
6	Разработка алгоритма	С	14				■							
7	Написание серверной части приложения	С	20					■						
8	Написание клиентской части приложения	С	13						■					

