

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

Институт Кибернетики
Направление подготовки Информатика и вычислительная техника
Кафедра Информатики и проектирования систем

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка программных средств для задачи распознавания изображений лиц на основе кластеризации меры их близости

УДК _____

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ4Б	Горемыкина Дарья Сергеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ИПС	Немировский В.Б.	к.ф.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента ИСГТ	Конотопский В.Ю.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ	Акулов П.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Демин А.Ю.	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

Запланированные результаты обучения по программе

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО (ФГОС 3+), критерии АИОР, заинтересованных работодателей и студентов
Общепрофессиональные компетенции		
Р1	Воспринимать и самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.	Требования ФГОС 3+ (ОПК-1; ПК 3-6; ОК-4), критерий 5 АИОР (п. 1.1), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
Р2	Владеть и применять методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе в глобальных компьютерных сетях.	Требования ФГОС 3+ (ОПК-5; ПК-7; ОК-7), критерий 5 АИОР (п. 1.1, 1.2), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
Р3	Демонстрировать культуру мышления, способность выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных, анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.	Требования ФГОС 3+ (ОПК-6; ПК-1,2; ОК-1,2), критерий 5 АИОР (п. 1.2), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
Р4	Анализировать и оценивать уровни своих компетенций в сочетании со способностью и готовностью к саморегулированию дальнейшего образования и профессиональной мобильности. Владеть, по крайней мере, одним из иностранных языков на уровне социального и профессионального общения, применять специальную лексику и профессиональную терминологию языка.	Требования ФГОС 3+ (ОПК-3,4; ПК-11,12; ОК-3), критерий 5 АИОР (п. 1.6, п. 2.2), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
Профессиональные компетенции		
Р5	Выполнять инновационные инженерные проекты по разработке аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения с использованием современных методов проектирования, систем автоматизированного проектирования, передового опыта разработки конкурентно способных изделий.	Требования ФГОС 3+ (ПК-8–12; ОПК-2, ПК-7,6), критерий 5 АИОР (п. 1.3), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
Р6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области проектирования аппаратных и программных средств автоматизированных систем с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта. Критически оценивать полученные данные и делать выводы.	Требования ФГОС 3+ (ПК-1–7; ОПК-6; ОК-4,9), критерий 5 АИОР (п.1.4), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
Р7	Осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и эксплуатации аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения.	Требования ФГОС 3+ (ПК-13–19; ОПК-5; ОК-8), критерий 5 АИОР (п. 1.5), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
Общекультурные компетенции		

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО (ФГОС 3+), критерии АИОР, заинтересованных работодателей и студентов
P8	Использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских, проектных работ и профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, в управлении коллективом.	Требования ФГОС 3+ (ОК-5,8; ОПК-1,6; ПК-6,7,11,12), критерий 5 АИОР (п. 2.1, п. 2.3, п. 1.5), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
P9	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, активно владеть иностранным языком, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.	Требования ФГОС 3+ (ОК-2,9; ОПК-4; ПК-1), критерий 5 АИОР (п. 2.2), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
P10	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень. Проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности.	Требования ФГОС 3+ (ОК-1,6; ОПК-2; ПК-1,2), критерий 5 АИОР (п. 2.4, п. 2.5), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, способность к педагогической деятельности.	Требования ФГОС 3+ (ОК-3,4,7; ОПК-3; ПК-7), критерий 5 АИОР (п. 2.6), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.

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

Институт кибернетики
Направление подготовки (специальность) Информатика и вычислительная техника
Кафедра Информатики и проектирования систем

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ4Б	Горемыкиной Дарье Сергеевне

Тема работы:

Разработка программных средств для задачи распознавания изображений лиц на основе кластеризации меры их близости

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Исходными материалами являются коллекции изображений лиц. Объектом исследования и проектирования является разработка программных средств распознавания изображений лиц в коллекции по заданному образцу. Требования к разрабатываемому программному комплексу:

1. Возможность выбора изображения для кластеризации.
2. Возможность проведения кластеризации яркостей изображения.
3. Возможность получения распределения относительных мощностей кластеров яркости изображения.
4. Возможность выбора расстояния.

	<p>5. Возможность расчет расстояний между изображением-образцом и изображениями в коллекции.</p> <p>6. Возможность проведения кластеризации полученных расстояний.</p> <p>7. Возможность выводов результатов кластеризации в понятном виде.</p> <p>8. Способность эффективной работы без привлечения больших вычислительных мощностей.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</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>	<ul style="list-style-type: none"> • Обзор литературы • Объект и методы исследования; • Расчеты и аналитика; • Результаты проведенного исследования; • Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; • Социальная ответственность; • Заключение по работе.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Структура моделируемой нейронной сети • Пользовательский интерфейс
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение	Конотопский Владимир Юрьевич
Социальная ответственность	Акулов Павел Анатольевич
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Результаты проведенного исследования</p>	
<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ИПС	Немировский Виктор Борисович	к.ф.-м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ4Б	Горемыкина Дарья Сергеевна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ4Б	Горемыкиной Дарье Сергеевне

Институт	ИК	Кафедра	ИПС
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Информатика и вычислительная техника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	
2. Разработка устава научно-технического проекта	
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. «Портрет» потребителя результатов НТИ
2. Сегментирование рынка
3. Оценка конкурентоспособности технических решений
4. Диаграмма FAST
5. Матрица SWOT
6. График проведения и бюджет НТИ
7. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ
8. Потенциальные риски

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента ИСГТ	Конотопский Владимир Юрьевич	К.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ4Б	Горемыкина Дарья Сергеевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ4Б	Горемыкиной Дарье Сергеевне

Институт	ИК	Кафедра	ИПС
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Информатика и вычислительная техника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Комплекс программ для задачи распознавания изображений лиц на основе кластеризации меры их близости. Области применения: поиск изображений в Интернете, организация работы с архивами изображений.</i>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения</p> <p>1.3. Мероприятия по снижению воздействия вредных и опасных факторов</p>	<p><i>1.1. Вредные производственные факторы: микроклимат, освещение, шум, умственное напряжение, монотонность труда, длительное нахождение в одной позе.</i></p> <p><i>1.2. Опасные производственные факторы: электромагнитное излучение, электропоражение.</i></p> <p><i>1.3. Рекомендации по поддержанию микроклимата в помещении. Требования помещения по освещению. Меры по снижению шума. Меры по защите от психофизических факторов. Рекомендации по защите от электромагнитных излучений. Рекомендации по снижению возможности электропоражения.</i></p>
<p>2. Экологическая безопасность</p> <p>2.1. Анализ воздействия на окружающую среду</p> <p>2.2. Мероприятия по снижению воздействия на окружающую среду</p>	<p><i>2.1. Классификация отходов, несущих опасность для окружающей среды.</i></p> <p><i>2.2. Технические мероприятия. Мероприятия, обеспечивающие снижение отрицательного воздействия на окружающую среду.</i></p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</p> <p>3.1. Вероятные чрезвычайные ситуации</p> <p>3.2. Пути решения и минимизация последствий</p>	<p><i>3.1. Вероятные чрезвычайные ситуации: землетрясение, пожар.</i></p> <p><i>3.2. Мероприятия по снижению вероятности возникновения пожара. Действия при землетрясении.</i></p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</p> <p>4.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства</p> <p>4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</p>	<p><i>4.1. Обязательства работодателя в отношении работников, занятых на работах с ПЭВМ. Аттестация рабочих мест. Виды компенсаций за воздействия вредных факторов. Медико-профилактические мероприятия.</i></p> <p><i>4.2. Организация рабочего места.</i></p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ	Акулов Петр Анатолевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ4Б	Горемыкина Дарья Сергеевна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 101 с., 10 рис., 25 табл., 25 источников, 4 прил.

Ключевые слова: беспризнаковое сравнение, кластеризация, одномерное отображение, нейрон, расстояние Кульбака-Лейблера, изображение.

Объектом исследования является поиск изображений лиц в коллекции.

Цель работы - исследование возможности распознавания изображения лиц с помощью кластеризации мер их близости.

В процессе исследования проводились: изучение существующих методов распознавания изображений; разработка алгоритма распознавания изображений.

В результате исследования были разработаны программные средства для распознавания изображений лиц.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: программа разработана на языке программирования C# для платформы .NET Framework 2.0 и выше, имеет модульную структуру. Предназначена для работы под управлением ОС Windows 8, 10.

Степень внедрения: разработанное средство используется в качестве модуля в научных исследованиях кафедры ИПС, связанных с распознаванием изображений.

Область применения: поиск изображений в коллекции, компьютерное зрение.

Экономическая эффективность работы отсутствует.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Кластеризация: Автоматическое разбиение элементов некоторого множества на группы в зависимости от схожести.

Распознавание лиц: Практическое приложение теории распознавания образов, в задачу которого входит идентификация, то есть поиск похожих лиц в коллекции по предъявленному образцу.

Оглавление

Введение	13
1 Обзор литературы	15
2 Объект и методы исследования	18
2.1 Исходные материалы	18
2.2 Постановка задачи	18
2.3 Обоснование и выбор пакетов прикладных программ и средств программирования	19
3 Расчет и аналитика	
Ошибка! Закладка не определена.	
3.1 Описание алгоритма распознавания изображений лиц на основе кластеризации меры их близости	
Ошибка! Закладка не определена.	
3.2 Описание алгоритма кластеризации яркости пикселей изображений	
Ошибка! Закладка не определена.	
3.3 Мера близости	
Ошибка! Закладка не определена.	
3.4 Программная реализация алгоритма	
Ошибка! Закладка не определена.	
4 Результаты проведенного исследования	
Ошибка! Закладка не определена.	
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	22
5.1 Организация и планирование работ	22
5.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	28
5.3 Оценка экономической эффективности проекта	34
5.4 Оценка научно-технического уровня НИР	34
6 Социальная ответственность	
Ошибка! Закладка не определена.	
6.1 Производственная безопасность	
Ошибка! Закладка не определена.	
6.2 Экологическая безопасность	
Ошибка! Закладка не определена.	
6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	
Ошибка! Закладка не определена.	
6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	
Ошибка! Закладка не определена.	
Заключение	
Ошибка! Закладка не определена.	
Список публикаций	38

Список	используемых	источников
Ошибка! Закладка не определена.		
Приложение		А
Ошибка! Закладка не определена.		
Приложение		Б
Ошибка! Закладка не определена.		
Приложение		В
Ошибка! Закладка не определена.		
Приложение		Г
Ошибка! Закладка не определена.		

Введение

Распознавание лиц является актуальной задачей искусственного интеллекта и машинного зрения в таких областях применения, как системы видео наблюдения, автоматизированный поиск в цифровых архивах и др. Одной из важных задач распознавания является идентификация, то есть поиск похожих изображений в коллекции по предъявленному образцу.

На данный момент задаче идентификации лиц посвящено множество работ, однако в целом проблема ещё далека от разрешения. В большом разнообразии алгоритмов, созданных для этой задачи, можно выделить три группы. В первой группе распознавание осуществляется путём сравнения характерных признаков изображения лица. Вторая группа включает в себя алгоритмы, основанные на нейронных сетях. В третьей группе алгоритмов признаки не используются. Подход, основанный на таком принципе, называется беспризнаковым распознаванием. Данный подход опирается на гипотезу, суть которой в предположении, что объекты со схожими свойствами чаще всего попадают в один класс, чем в разные. В соответствии с этой постановкой предполагается, что каждый объект распознавания может быть представлен результатами попарных сравнений с базисным объектом. Для сравнения может быть использована произвольная действительная функция, называемая расстоянием. Решение о принадлежности сводится к тому, что в некотором множестве расстояний выделяется подмножество расстояний, соответствующих изображениям, наиболее схожих с образцом. Такая постановка распознавания равнозначна решению задачи кластеризации расстояний.

Таким образом, целью работы является исследование возможности применения кластеризации мер близости для задачи распознавания изображений лиц в коллекции. В данном исследовании объектом является поиск изображений лиц в коллекции, а предметом кластеризация мер близости.

Программное средство, разработанное в ходе исследования может быть использовано в поисковых системах Интернета, в техническом зрении, биометрической идентификации, цифровых библиотеках и архивах, базах данных в качестве модуля, который позволит находить похожие изображения в коллекции по заданному образцу.

Результаты исследования были представлены на XIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Технологии Microsoft в теории и практике программирования». В ходе исследования были разработаны программные средства, которые используются в научных исследованиях кафедры ИПС, связанных с поиском лиц в коллекции изображений.

1 Обзор литературы

Задача идентификации изображения является сложной задачей цифровой обработки изображений. В разнообразии алгоритмов, созданных для этой задачи, можно выделить следующие группы:

1. Сравнение характерных признаков изображения лица;
2. Нейросетевые алгоритмы;
3. Беспознаковое распознавание.

В первой группе распознавание осуществляется путём сравнения характерных признаков изображения лица [1]. Общая структура используемых для этого алгоритмов включает в себя два этапа. На первом этапе производится детектирование и локализация лица на изображении. На втором этапе – этапе распознавания – производится выравнивание изображения лица (геометрическое и яркостное), выделение признаков и непосредственно распознавание – сравнение вычисленных признаков с заложенными в базу данных эталонами. Задача выделения признаков трудоёмкая, и требует существенных затрат времени и вычислительных ресурсов. В метрических алгоритмах, используемых в этой группе для сравнения, изображения явно представляют в виде вектора признаков. Примером алгоритма из данной группы является метод гибкого сравнения на графах. В основе метода лежит эластичное сравнение графов, описывающих изображение лиц. Лица на изображении представлены в виде графов с взвешенными вершинами и ребрами. На этапе распознавания эталонный граф остается неизменным в то время как другой деформируется с целью подгонки к эталонному. Далее в вершинах графа вычисляются значения признаков. Обычно для этих целей используют фильтры Габора. Ребра графа взвешиваются расстояниями между смежными вершинами, после чего происходит деформация графа и выбор такой его позиции, при котором разница между значениями признаков в вершине эталонного графа будет минимальна. Данный метод предназначен для слежения за лицом в реальном времени. К минусам данного метода можно отнести линейную зависимость между

скоростью работы и размером базы данных лиц и низкую технологичность при запоминании новых эталонов [2].

Вторая группа включает в себя нейросетевые алгоритмы [3-5]. Нейронные сети обучаются на наборе учебных примеров. В процессе обучения нейронной сети происходит автоматическое извлечение ключевых признаков, определение их важности и построение взаимосвязей между ними. Наилучшие результаты в области распознавания лиц даёт свёрточная нейронная сеть [5]. Она обеспечивает частичную устойчивость к изменениям масштаба, смещениям, поворотам, смене ракурса и прочим искажениям. Идея сверточных нейронных сетей заключается в чередовании сверточных слоев (C-layers), субдискретизирующих слоев (S-layers) и наличия полносвязных (F-layers) слоев на выходе. Такая архитектура включает в себе 3 основных парадигмы:

1. Локальное восприятие;
2. Разделяемые веса;
3. Субдискретизация.

Локальное восприятие подразумевает, что на вход одного нейрона подается не все изображение (или выходы предыдущего слоя), а лишь некоторая его область. Такой подход позволил сохранять топологию изображения от слоя к слою.

Концепция разделяемых весов предполагает, что для большого количества связей используется очень небольшой набор весов.

Суть субдискретизации и S-слоев заключается в уменьшении пространственной размерности изображения. Т.е. входное изображение грубо (усреднением) уменьшается в заданное количество раз. Чаще всего в 2 раза, хотя может быть и неравномерное изменение, например, 2 по вертикали и 3 по горизонтали. Субдискретизация нужна для обеспечения инвариантности к масштабу.

Чередование слоев позволяет составлять карты признаков из карт признаков, что на практике означает способность распознавания сложных иерархий признаков. Обычно после прохождения нескольких слоев карта

признаков вырождается в вектор или даже скаляр, но таких карт признаков становится сотни. В таком виде они подаются на один-два слоя полносвязной сети. Выходной слой такой сети может иметь различные функции активации. В простейшем случае это может быть тангенциальная функция, также успешно используются радиальные базисные функции [6].

К недостаткам нейронных сетей можно отнести то, что добавление нового эталонного лица в базу данных требует полного переобучения сети на всем имеющемся наборе. Кроме этого, существуют проблемы, связанные с обучением: попадание в локальный оптимум, выбор оптимального шага оптимизации, переобучение. Есть также затруднения, связанные с выбором количества нейронов, слоёв и т.д.

В третьей группе алгоритмов признаки не используются, что значительно снижает трудоёмкость распознавания. Подход, основанный на таком принципе, называется беспризнаковым распознаванием. Общая постановка задачи беспризнакового сравнения сформулирована в [7-8]. Её решение опирается на гипотезу компактности, суть которой заключается в предположении, что объекты со схожими свойствами чаще всего лежат в одном классе, чем в разных [9].

В соответствии с этой постановкой предполагается, что каждый объект распознавания может быть представлен результатами попарных сравнений с базисными объектами. Для сравнения может быть использована произвольная действительная функция, называемая расстоянием. Жёсткого требования, чтобы эта функция была метрикой, не предъявляется. Далее в пространстве расстояний любая задача беспризнакового распознавания фактически сводится к задаче метрической классификации. Решение о принадлежности изображения к тому или иному классу в классической постановке обычно принимается на основе превышения порога, установленного выбранным решающим правилом.

2 Объект и методы исследования

2.1 Исходные материалы

Исходными материалами в данном исследовании является две выборки из нескольких изображений лиц. В первую из них входили наборы по девять изображений лиц пяти человек. В каждый набор входило оригинальное изображение лица, взятое из базы изображений, предоставленной компанией Яндекс, и различные искажения оригинального изображения, полученные в Adobe Photoshop. Вторая выборка включала в себя набор изображений из базы [10].

2.2 Постановка задачи

Задачей является разработка алгоритма для распознавания изображений на основе кластеризации меры их близости, и создание программных средств, реализующих данный алгоритм.

Разработанные программные средства должны удовлетворять ряду требований:

- Возможность выбора изображения для кластеризации;
- Возможность проведения кластеризации яркостей изображения;
- Возможность получения распределения относительных мощностей кластеров яркости изображения;
- Возможность выбора меры близости (расстояния);
- Возможность расчета расстояний между изображением-образцом и изображениями в коллекции;
- Возможность проведения кластеризации полученных расстояний;
- Возможность выводов результатов кластеризации в понятном виде;
- Способность эффективной работы без привлечения больших вычислительных мощностей.

2.3 Обоснование и выбор пакетов прикладных программ и средств программирования

Для разработки программного средства был выбран продукт компании Microsoft Visual Studio 2015. Microsoft Visual Studio - это разработка компании Майкрософт, позволяющая создавать приложения, работающие на платформе .Net. Особенность этой платформы заключается в широком наборе сервисов, которые доступны в различных языках программирования. Данный продукт позволяет разрабатывать как консольные приложения, так и приложения с графическим интерфейсом.

Основные достоинства: малая зависимость от собственной среды разработки, возможность как компиляции в машинный код, так и интерпретации во время отладки, большое количество библиотек

К недостаткам можно отнести платформенную зависимость конечного кода от компилятора.

Язык разработки – C#, относящийся к семейству языков с C-подобным синтаксисом. Данный язык включает очень многие достоинства языков-предшественников и исключает некоторые модели, зарекомендовавшие себя как проблематичные при разработке программных систем.

Характеристики Visual Studio 2015:

- Операционные системы:
 - Windows 10;
 - Windows 8.1;
 - Windows 8;
 - Windows 7 с пакетом обновления 1 (SP1);
 - Windows Server 2012 R2;
 - Windows Server 2012;
 - Windows Server 2008 R2 с пакетом обновления 1 (SP1).
- Поддерживаемые архитектуры:

- 32-разрядная (x86);
- 64-разрядная (x64).
- Требования к оборудованию:
 - Процессор с частотой 1,6 ГГц или более мощный;
 - ОЗУ объемом 1 ГБ (1,5 ГБ для работы на виртуальной машине);
 - 4 ГБ доступного пространства на жестком диске;
 - Жесткий диск с частотой вращения 5 400 об./мин;
 - Видеокарта с поддержкой DirectX 9 и разрешения дисплея 1024x768 или выше.

Изменения в изображения вносились с помощью графического редактора Adobe Photoshop. Adobe Photoshop был разработан для редактирования изображений для печати на бумаге (прежде всего, для полиграфии), в данное время она широко используется в веб-дизайне

Характеристики Adobe Photoshop:

- Операционные системы:
 - Windows 10;
 - Windows 8.1;
 - Windows 7 с пакетом обновления 1 (SP1);
 - Mac OS.
- Поддерживаемые архитектуры:
 - 32-разрядная (x86);
 - 64-разрядная (x64).
- Требования к оборудованию:
 - Процессор Intel® Core 2 или AMD Athlon® 64; 2 ГГц или более быстрый;
 - 2 ГБ ОЗУ (рекомендуется 8 ГБ);

- 2 ГБ свободного пространства на жестком диске для установки 32-разрядной версии; 2,1 ГБ свободного пространства на жестком диске для установки 64-разрядной версии; во время установки требуется дополнительное свободное пространство (не устанавливается на съемные устройства флэш-памяти);
- Монитор с разрешением 1024x768 (рекомендуется 1280x800), поддержкой 16-битного цвета, а также 512 МБ видеопамяти (рекомендуется 1 ГБ);
- Система с поддержкой OpenGL 2.0.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 Организация и планирование работ

Перечень этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

№ раб	Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
1	Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
2	Составление и утверждение технического задания	НР	НР – 100%
3	Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 40% И – 100%
4	Календарное планирование работ по теме	НР, И	НР – 100% И – 10%
5	Разработка алгоритма для решения задачи	НР, И	НР – 30% И – 100%
6	Проектирование общей структуры программы	НР, И	НР – 10% И – 100%
7	Кодирование	И	И – 100%
8	Отладка и тестирование программы	И	И – 100%
9	Оформление расчетно-пояснительной записки	И	И – 100%

5.1.1 Продолжительность этапов работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ используется следующая формула:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (1)$$

где t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн..

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (2)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности ($K_{ВН} = 1$).

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{Д} = 1,1$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}, \quad (3)$$

где $T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле

$$T_K = \frac{T_{\text{КАЛ}}}{T_{\text{КАЛ}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}}, \quad (4)$$

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

$T_{\text{ВД}}$ – выходные дни;

$T_{\text{ПД}}$ – праздничные дни.

$$T_K = \frac{366}{366 - 66} = 1,22$$

Таблица 2 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.-дн.			
					$T_{РД}$		$T_{КД}$	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	2	4	2,8	3,08	–	3,76	–
Составление и утверждение технического задания	НР	2	3	2,4	2,64	–	3,22	–
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	10	15	12	5,28	13,2	6,44	16,1
Календарное планирование работ по теме	НР, И	2	4	2,8	3,08	0,31	3,76	0,38
Разработка алгоритма для решения задачи	НР, И	12	15	13,2	4,36	14,52	5,32	17,71
Проектирование общей структуры программы	НР, И	5	10	7	0,77	7,7	0,94	9,39
Кодирование	И	15	25	19	–	20,9	–	25,5
Отладка и тестирование программы	И	5	7	5,8	–	6,38	–	7,78
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	6	9	7,2	–	7,92	–	9,66
Итого:				72,2	19,21	70,93		

Таблица 3 – Линейный график работ

Этап	НР	И	Март			Апрель			Май			Июнь	
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
1	3,76	–	■										
2	3,22	–	■										
3	6,44	16,1		■	■								
4	3,76	0,38			■								
5	5,32	17,71				■	■						
6	0,94	9,39						■	■				
7	–	25,5							■	■			
8	–	7,78									■	■	
9	–	9,66										■	■

НР – ■ И – ■

5.1.2 Расчет накопления готовности проекта

Цель данного пункта – оценка текущих состояний (результатов) работы над проектом. Величина накопления готовности работы показывает, на сколько процентов по окончании текущего (i-го) этапа выполнен общий объем работ по проекту в целом.

Введем обозначения:

- $TP_{\text{общ}}$ – общая трудоемкость проекта;
- TP_i (TP_k) – трудоемкость i-го (k-го) этапа проекта, $i = \overline{1, I}$;
- TP_i^H – накопленная трудоемкость i-го этапа проекта по его завершении;
- TP_{ij} (TP_{kj}) – трудоемкость работ, выполняемых j-м участником на i-м этапе, здесь $j = \overline{1, m}$ – индекс исполнителя, в нашем примере $m = 2$.

Степень готовности определяется формулой:

$$CG_i = \frac{TP_i^H}{TP_{\text{общ}}} = \frac{\sum_{k=1}^i TP_k}{TP_{\text{общ}}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m TP_{km}}{\sum_{k=1}^I \sum_{j=1}^m TP_{km}} \quad (5)$$

Применительно к таблице 10 величины TP_{ij} (TP_{kj}) находятся в столбцах (6, $j = 1$) и (7, $j = 2$). $TP_{\text{общ}}$ равна сумме чисел из итоговых клеток этих столбцов.

Таблица 4 – Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа

Этап	TP_i , %	CG_i , %
Постановка задачи	3,416907	3,416907
Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	2,928777	6,345684
Подбор и изучение материалов по тематике	20,50144	26,84713
Разработка календарного плана	3,760817	30,60794
Обсуждение литературы	20,9452	51,55314
Выбор структурной схемы устройства	9,396494	60,94963

Продолжение таблицы 12

Выбор принципиальной схемы устройства	23,18615	84,13579
Расчет принципиальной схемы устройства	7,077879	91,21367
Оформление расчетно-пояснительной записки	8,786332	100

5.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

5.2.1 Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам или договорам поставки. Кроме того, статья включает так называемые

транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю. Сюда же включаются расходы на совершение сделки купли-продажи (т.н. транзакции). Приблизительно они оцениваются в процентах к отпускной цене закупаемых материалов, как правило, это 5 ÷ 20 %. Результаты представлены в таблице 13.

Таблица 5 – Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Лицензия Microsoft Visual Studio 2015	26 394	1 экз.	26 394
Бумага для принтера формата А4	250	1 уп.	250
Картридж для принтера	1550	1 шт.	1550
Итого:			28194

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $C_{\text{мат}} = 28194 * 1,05 = 29603,7$ руб.

5.2.2 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = MO/25 \quad (6)$$

Расчеты затрат на полную заработную плату приведены в таблице 14.

Таблица 6 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	23 264,86	930,59	20	1,699	31624,45
И	14 874,45	594,98	71	1,62	68434,6
Итого:					100059,05

Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 10. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{ПР} = 1,1$; $K_{доп.зп} = 1,188$; $K_p = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{и} = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,699$.

5.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{соц.} = C_{зп} * 0,3$. Итак, в нашем случае $C_{соц.} = 100059,05 * 0,3 = 30017,71$ руб.

5.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{эл.об.} = P_{об} \cdot t_{об} \cdot Ц_{э}, \quad (7)$$

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

$Ц_{э}$ – тариф на 1 кВт·час;

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

Для ТПУ $Ц_{э} = 5,257$ руб./кВт·час (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 2 для инженера (ТРД) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{об} = T_{РД} * K_t, \quad (8)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{РД}$, определяется исполнителем самостоятельно. В ряде случаев возможно определение $t_{об}$ путем прямого учета, особенно при ограниченном использовании соответствующего оборудования ($K_t = 0,7$).

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{об} = P_{ном.} * K_C, \quad (9)$$

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

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Расчет затрат на электроэнергию для технологических целей приведен в таблице 15.

Таблица 7 – Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты $\text{Э}_{об}$, руб.
Персональный компьютер	567,44*0,7	0,4	835,25
Струйный принтер	30	0,1	15,77
Итого:			851,02

5.2.5 Расчет амортизационных расходов

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

Используется формула:

$$C_{AM} = \frac{N_A * Ц_{OB} * t_{рф} * n}{F_D}, \quad (10)$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$Ц_{OB}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

F_D – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Для ПК в 2016 г. (300 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе) можно принять $F_D = 300 * 8 = 2400$ часа;

Стоимость ПК 41320 руб., время использования 567 часов, тогда $C_{AM}(ПК) = ((1/2,5) * 41320 * 567 * 1) / 2400 = 3904,74$ руб. Стоимость принтера 12000 руб., его $F_D = 500$ час.; $N_A = 0,5$; тогда его $C_{AM}(Пр) = (0,5 * 12000 * 30 * 1) / 500 = 360$ руб.. Итого начислено амортизации 4264,74 руб.

5.2.6 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{проч.} = (C_{мат} + C_{зп} + C_{соц} + C_{эл.об.} + C_{ам} + C_{нп}) * 0,1 \quad (11)$$

$$C_{проч.} = (29603,7 + 100059,05 + 30017,71 + 851,02 + 4264,74) * 0,1 = 16479,62 \text{ руб.}$$

5.2.7 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта «Разработка программных средств для задачи распознавания изображений лиц на основе кластеризации меры их близости». Общая себестоимость проекта представлена в таблице 16.

Таблица 8 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	29603,7
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	100059,05
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	30017,71
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	851,02
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	4264,74
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	16479,62
Итого:		181275,84

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 181275,84$ руб.

5.2.8 Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. В данном случае она составляет 36255,17 руб. (20 %) от расходов на разработку проекта.

5.2.9 Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае это $(181275,84 + 36255,17) * 0,18 = 39155,58$ руб.

5.2.10 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае $C_{\text{НИР(КР)}} = 181275,84 + 36255,17 + 39155,58 = 256686,59$ руб..

5.3 Оценка экономической эффективности проекта

Оценка экономической эффективности данного проекта невозможна, так как разработка ведётся в научно-исследовательских целях.

5.4 Оценка научно-технического уровня НИР

Научно-технический уровень характеризует влияние проекта на уровень и динамику обеспечения научно-технического прогресса в данной области. Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности, планируемых и выполняемых НИР, используется метод балльных оценок. Балльная оценка заключается в том, что каждому фактору по принятой шкале присваивается определенное количество баллов. Обобщенную оценку проводят по сумме баллов по всем показателям. На ее основе делается вывод о целесообразности НИР.

Сущность метода заключается в том, что на основе оценок признаков работы определяется интегральный показатель (индекс) ее научно-технического уровня по формуле:

$$K_{\text{НТУ}} = \sum_{i=1}^3 R_i \cdot n_i, \quad (12)$$

где $I_{\text{НТУ}}$ – интегральный индекс научно-технического уровня;

R_i – весовой коэффициент i -го признака научно-технического эффекта;

n_i – количественная оценка i -го признака научно-технического эффекта, в баллах.

Таблица 9 – Весовые коэффициенты признаков НТУ

Признаки научно-технического эффекта НИР	Характеристика признака НИР	Ri
Уровень новизны	Систематизируются и обобщаются сведения, определяются пути дальнейших исследований	00,4
Теоретический уровень	Разработка способа (алгоритм, программа мероприятий, устройство, вещество и т.п.)	00,1
Возможность реализации	Время реализации в течение первых лет	00,5

Таблица 10 – Баллы для оценки уровня новизны

Уровень новизны	Характеристика уровня новизны – n_1	Баллы
Принципиально новая	Новое направление в науке и технике, новые факты и закономерности, новая теория, вещество, способ	8 – 10
Новая	По-новому объясняются те же факты, закономерности, новые понятия дополняют ранее полученные результаты	5 – 7
Относительно новая	Систематизируются, обобщаются имеющиеся сведения, новые связи между известными факторами	2 – 4
Не обладает новизной	Результат, который ранее был известен	0

Таблица 11 – Баллы значимости теоретических уровней

Теоретический уровень полученных результатов – n_2	Баллы
Установка закона, разработка новой теории	10

Продолжение таблицы 19

Глубокая разработка проблемы, многоспектральный анализ взаимодействия между факторами с наличием объяснений	8
Разработка способа (алгоритм, программа и т. д.)	6
Элементарный анализ связей между фактами (наличие гипотезы, объяснения версии, практических рекомендаций)	2
Описание отдельных элементарных факторов, изложение наблюдений, опыта, результатов измерений	0,5

Таблица 12 – Возможность реализации результатов по времени

Время реализации – n_3	Баллы
В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Свыше 10 лет	2

Так как все частные признаки научно-технического уровня оцениваются по 10-балльной шкале, а сумма весов R_i равна единице, то величина интегрального показателя также принадлежит интервалу $[0, 10]$. В таблице 21 указано соответствие качественных уровней НИР значениям показателя.

Таблица 13 – Соответствие качественных уровней НИР значениям показателя

Уровень НТЭ	Показатель НТЭ
Низкий	1-4
Средний	4-7
Высокий	8-10

Частные оценки уровня n_i и их краткое обоснование даны в таблице 22.

Таблица 14 – Оценки научно-технического уровня НИР

Значимость	Фактор НТУ	Уровень фактора	Выбранный балл	Обоснование выбранного балла

Продолжение таблицы 22

0,4	Уровень новизны	Относительно новая	4	Облегчит поиск изображений в цифровой библиотеке
0,1	Теоретический уровень	Разработка способа	6	Описание алгоритма поиска по изображению-образцу
0,5	Возможность реализации	В течение первых лет	10	Быстрое внедрение

Отсюда интегральный показатель научно-технического уровня для нашего проекта составляет:

$$I_{\text{нту}} = 0,4*4 + 0,1*6 + 0,5*10 = 1,6 + 0,6 + 5 = 7,2$$

Таким образом, исходя из данных таблицы 15, данный проект имеет средний уровень научно-технического эффекта.

Список публикаций

1. V.B. Nemirovskiy, A.K. Stoyanov, D.S. Goremykina // Face recognition based on clustering of their proximity // Computer Optics 2016 (в печати).
2. Горемыкина Д.С. Распознавание изображений лиц на основе кластеризации // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: сборник трудов XIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых.