

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки: 09.03.04 «Программная инженерия»
 Отделение информационных технологий

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРЕПРОЦЕССИНГА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ СНИМКОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

УДК 004.4.021:004.632.2:616-073.755

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8K51	Абрамов Александр Валерьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР ТПУ	Аксёнов Сергей Владимирович	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСТН ШБИП ТПУ	Подопригора Игнат Валерьевич	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП ТПУ	Винокурова Галина Федоровна	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР ТПУ	Чердынцев Евгений Сергеевич	К.Т.Н.		

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критерии АИОР
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания в области информатики и вычислительной техники, достаточные для комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1, 10, ПК-4, 5, 6), критерий 5 АИОР (п. 1.1)
P2	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения инженерных задач.	Требования ФГОС (ОК-11, 12, 13, ПК-1, 2, 11), критерий 5 АИОР (п.1.1, 1.2)
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с созданием аппаратно-программных средств информационных и автоматизированных систем, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей.	Требования ФГОС (ОК-1, 8, ПК-2, 4, 6), критерий 5 АИОР (п. 1.2)
P4	Разрабатывать программные и аппаратные средства (системы, устройства, блоки, программы, базы данных и т. п.) в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.	Требования ФГОС (ОК-2, 3, ПК-3, 4, 5), критерий 5 АИОР (п. 1.3)
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 аппаратных и программных средств информационных и автоматизированных систем.	Требования ФГОС (ОК-6, ПК-6, 7), критерий 5 АИОР (п.1.4)
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные программно-аппаратные комплексы, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасность труда, выполнять требования по защите окружающей среды.	Требования ФГОС (ОК-4, 15, 16, ПК-9, 10, 11), критерий 5 АИОР (п. 1.5)
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1, 4, ПК-1, 6, 7), критерий 5 АИОР (п. 2.1)
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-14, ПК-7), критерий 5 АИОР (п. 2.2)
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.	Требования ФГОС (ОК-2, 3, 4), критерий 5 АИОР (п. 2.3, 2.4)
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1, 5, 9), критерий 5 АИОР (п. 2.5)
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.	Требования ФГОС (ОК-6, 7), критерий 5 АИОР (п. 2.6)

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки: 09.03.04 «Программная инженерия»
Отделение информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Е. С. Чердынцев
(Подпись) (Дата)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
8K51	Абрамову Александру Валерьевичу

Тема работы:

Алгоритмическое и программное обеспечение препроцессинга последовательностей снимков компьютерной томографии

Утверждена приказом директора (дата, номер)

г. №1513/с от 26.02.2019

Срок сдачи студентом выполненной работы:

19.06.2019

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования – процесс сопоставления массивов снимков компьютерной томографии одного пациента, сделанных в различное время. Предметом исследования является разрабатываемая система для автоматизирования и снижения времени выполнения данного процесса. Работа направлена на подготовку массивов снимков к дальнейшей обработке, путём удаления бесполезных данных и структурирования данных, необходимых для дальнейшей обработки.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	- Обзор предметной области; - Описание разрабатываемых алгоритмов; - Описание используемых технологий; - Проектирование алгоритмической основы; - Разработка программного продукта;
Перечень графического материала	Диаграмма Fishbone; Диаграммы нотации DFD; Диаграммы нотации EPC; Расчетные таблицы; Рисунки, скриншоты.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Подопригора Игнат Валерьевич
Социальная ответственность	Винокурова Галина Федоровна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Все разделы на русском языке	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР ТПУ	Аксёнов Сергей Владимирович	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8K51	Абрамов Александр Валерьевич		

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки: 09.03.04 «Программная инженерия»
 Отделение информационных технологий
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2018/2019 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:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
06.05.2019	Глава 1. Обзор предметной области	20
13.05.2019	Глава 2. Проектирование алгоритма	20
20.05.2019	Глава 3. Программная реализация	20
25.05.2019	Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
30.05.2019	Глава 5. Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР ТПУ	Аксёнов Сергей Владимирович	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР ТПУ	Чердынцев Евгений Сергеевич	К.Т.Н.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8K51	Абрамову Александру Валерьевичу

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	09.03.04 Программная инженерия

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Амортизационные затраты на спецоборудование – 1925 рублей/мес; Затраты на основную и дополнительную з/п – 125913+18 886,95рублей;
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Затраты на отчисление во внебюджетные фонды – 40543 рубля; Накладные расходы – 30 417,9рубля.
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	Описание потенциальных потребителей; Технология QuaD; SWOT-анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Структура работ в рамках научного исследования Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования Бюджет проекта
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определение интегрального финансового показателя разработки Определение интегрального показателя ресурсоэффективности разработки Определение интегрального показателя эффективности
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения и бюджет НИ 4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ	
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСТН ШБИП ТПУ	Подопригора Валерьевич	Кандидат экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8K51	Абрамов Александр Валерьевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8K51	Абрамову Александру Валерьевичу

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	09.03.04 Программная инженерия

Тема ВКР:

Алгоритмическое и программное обеспечение препроцессинга последовательностей снимков компьютерной томографии

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Объект исследования – система обработки и препроцессинга массивов снимков компьютерной томографии. Рабочее место – рабочий стол с персональным компьютером в серверной.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	- Организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся за персональным компьютером; - Влияние разработанной системы для автоматизации препроцессинга;
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	-Отклонение показателей микроклимата рабочего помещения -Повышенный уровень электромагнитных излучений -Недостаточная освещенность рабочей зоны -Повышенный шумовой фон -Монотонность труда -Опасность поражения электрическим током
3. Экологическая безопасность:	Вредные отходы, связанные с утилизацией люминесцентных ламп, серверного оборудования и т.д.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	- Возможная ЧС: пожар; - Список мероприятий по профилактике и предотвращению ЧС; - Монотонность труда - Опасность поражения электрическим током
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП ТПУ	Винокурова Галина Федоровна	Кандидат технических наук, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8K51	Абрамов Александр Валерьевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 78 с., 19 рис., 24 табл., 21 источник, 1 приложение.

Ключевые слова: алгоритм, препроцессинг, обработка данных, С#, медицина, компьютерная томография, программа, диагностика. Объект исследования – процесс сопоставления массивов снимков компьютерной томографии одного пациента, сделанных в различное время. Предметом исследования является разрабатываемая система для автоматизирования и снижения времени выполнения данного процесса.

Цель работы – разработка и реализация алгоритма, предназначенного для определения соответствия между последовательностями снимков компьютерной томографии одного человека.

В процессе исследования проводился сбор информации о работе томографов и о получаемых при обследовании данных, обзор процесса обследования, проектирование и разработка алгоритмической основы, разработка программного продукта.

В результате была спроектирована и разработана система препроцессинга массивов снимков компьютерной томографии.

Степень внедрения: система готова к внедрению.

Область применения: работа частных и государственных медицинских учреждений.

Экономическая эффективность/значимость работы: была рассчитана стоимость ресурсов проведения исследования, описаны затраты на заработные платы, отчисления, а также накладные расходы. Определена ресурсосберегающая, бюджетная, финансовая, экономическая и социальная эффективности проекта.

В будущем планируется улучшение работы программы, расширение функционала, доработка и внедрение новых алгоритмов.

Список терминов, условных обозначений и сокращений

КТ (Компьютерная томография) – метод неразрушающего послойного исследования внутреннего строения предмета. Метод основан на измерении и сложной компьютерной обработке разности ослабления рентгеновского излучения различными по плотности тканями. В настоящее время рентгеновская компьютерная томография является основным томографическим методом исследования внутренних органов человека с использованием рентгеновского излучения.

Хэш – информация, преобразованная в строку определённой длины, пригодную для сравнения.

Пиксель – наименьший неделимый элемент графического изображения в растровой графике.

UI (user interface) – одна из разновидностей интерфейсов, который является совокупностью средств и методов взаимодействия пользователя с вычислительными устройствами, или программами, выполняемыми на них.

Препроцессинг – предварительная обработка исходной информации для подготовки её использования в дальнейшей работе программы или облегчению её восприятия и обработки со стороны человека.

DFD (data flow diagrams) – методология графического структурного анализа, описывающая внешние по отношению к системе источники и адресаты данных, логические функции, потоки данных и хранилища данных, к которым осуществляется доступ.

Fishbone («рыба», диаграмма Каору Исикавы, диаграмма «рыбьей кости») – причинно-следственная графическая модель, предназначенная для постановки характеристик и выявления решения одновременно целого ряда проблем.

Оглавление

Список терминов, условных обозначений и сокращений.....	9
Введение.....	11
Глава 1. Обзор предметной области	14
1.1 Детальный анализ обозначенной проблемы	14
1.2. Обзор и сравнение существующих решений	16
1.3 Выявление требований к разрабатываемой системе	18
1.3.1 Нефункциональные требования	18
1.3.2 Функциональные требования.....	19
Глава 2. Проектирование алгоритма.	19
2.1 Определение внутренних и внешних взаимодействий программы	19
2.2 Выбор возможного алгоритма обработки	22
2.2.1 Сравнение изображений через хэш	22
2.2.2 Разработка собственного алгоритма	27
Глава 3. Программная реализация.....	31
3.1 Выбор средств разработки.....	31
3.2 Программная реализация алгоритма.....	33
3.3 Тестирование.....	38
Глава 4. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	40
4.3 Технология QuaD.....	42
4.4 SWOT-анализ	43
4.5 Планирование научно-исследовательских работ.....	45
4.5.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	45
4.5.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	46
4.5.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	48
4.5.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	49
4.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	52
Заключение по разделу	55
Глава 5. Социальная ответственность.....	56
4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	56
4.2. Производственная безопасность	57
4.3 Анализ вредных и опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по снижению их воздействия	59
4.4 Экологическая безопасность	64
4.5. Безопасность при чрезвычайных ситуациях.....	65
Выводы по разделу.....	67
Заклучение.....	68
Список использованной литературы	69
Приложение 1. Пример результата единичной процедуры компьютерной томографии	72

Введение

Здравоохранение – древнейший институт, появившийся, по сути, вместе с появлением общества, Всегда являлся одним из важнейших институтов современного общества. Важность качественной врачебной работы как для государства, так и для отдельных компаний, сложно переоценить. Более здоровый человек может дольше, больше и эффективнее работать. Следовательно, от того насколько здорово население в целом зависит множество экономических показателей как целой страны(ВВП), так и отдельно взятых фирм и предприятий, ведь чем дольше работник находится на больничном, тем серьёзнее финансовый ущерб его работодателя. Но так как блага от увеличения общего уровня здоровья населения в стране очень сложно посчитать, подойдём к вопросу более локально.

В современном мире время и деньги – неразрывные понятия. Чем больше времени человек тратит на лечение, тем больше времени он проводит, выполняя свои трудовые обязанности, следовательно, тем меньше пользы он приносит в качестве трудовой единицы. В связи с этим предприятие-наниматель несёт убытки. Соответственно, чтобы уменьшить убытки, связанные с отсутствием человека на его рабочем месте, необходимо ускорить процесс его лечения.

Главным образом, на выздоровление каждого отдельно взятого человека влияет ряд факторов:

1. Доступность и эффективность лекарственных средств;
2. Общая занятость персонала больницы;
3. Скорость обследования и принятия решений непосредственно лечащим врачом;

Чтобы повлиять на первый фактор необходимо обширное финансирование фундаментальных исследований, для разработки новых

или доработки существующих лекарственных средств, что, к тому же, займёт немалое количество времени. Поэтому для влияния на выздоровление людей в кратчайшие сроки, следует обратить внимание на последующие пункты.

Биологические процессы выздоровления человека ускорить крайне проблематично, поэтому стоит обратить внимание на снижение времени, необходимого на постановку диагноза и назначения лечения врача. Из этого можно сделать вывод, что стоит поподробнее остановиться на проблеме: Медленного процесса работы врача.

Для этого проанализируем, какие факторы могут повлиять негативно на скорость и, соответственно, качество приёма пациента его лечащим врачом.

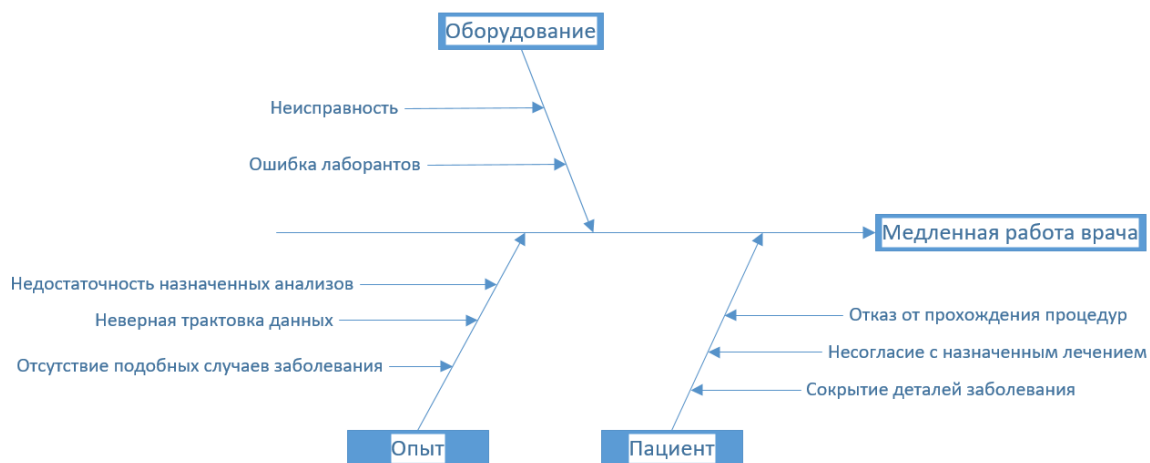


Рисунок 1. Диаграмма Fishbone

Проблемы, исходящие от пациентов, решить практически, невозможно в рамках наших возможностей. Они должны решаться при помощи психологии, например: агитации пациентов или более доступное освещение подробностей лечения и понятия врачебной тайны.

Вторым наиболее крупным и значимым источником проблем является – опытность лечащих врачей в медицинском учреждении.

Ускорить и облегчить врачебную работу можно огромным количеством разных способов, следовательно, необходимо выбрать любой неавтоматизированный этап врачебной работы и упростить его при помощи программного решения. Для данной работы было решено остановить выбор на создании программного продукта, реализующего сопоставление данных компьютерной томографии, для автоматизации процесса определения врачом соответствующих друг другу снимков, сделанных пациенту в разные временные промежутки.

Помимо этого, разработка имеет не менее важное значение для подготовки данных к дальнейшей обработки другими алгоритмами, например системами помощи принятия врачебных решений, которые используются для автоматизации диагностики некоторых заболеваний и наглядном отображении областей тканей пациента, поражённых данным заболеванием.

Глава 1. Обзор предметной области

1.1 Детальный анализ обозначенной проблемы

Определить соответствие между снимками бывает не так легко даже для опытного врача. Последовательности могут состоять более чем из сотни снимков каждая, среди которых необходимо выбрать соответствующие друг другу снимки для установления прогресса лечения.[1] Дополнительные сложности вызывает тот факт, что снимки одних и тех же плоскостей лёгких могут довольно сильно отличаться по целому множеству причин. Вот основные из них:

1. Прогресс или регресс лечения. Успешное лечение пациента приведёт к уменьшению поражённых болезнью участков ткани, что повлияет на внешний вид легкого на очередном снимке. Неправильное же лечение или несоблюдение условий лечения пациентом, соответственно приведёт к обратному результату, от чего вид снимка, так же изменится.

2. Положение пациента на платформе томографа. При повторном прохождении процедуры КТ пациент может лечь на платформу томографа немного иначе, в связи с чем последовательность снимков может начинаться/заканчиваться совершенно другими участками тела, нежели при первичном прохождении данной процедуры.

3. Объём лёгких пациента. Пациент может набрать различное количество воздуха в лёгкие при различных прохождении процедуры КТ, в связи, с чем может поменяться как размер и объём лёгких пациента на снимке, так и незначительно поменяться форма лёгких.

4. Различные настройки оборудования. При прохождении КТ есть свой стандарт настроек, тем не менее при прохождении процедуры в различных больницах, на различных томографах или же на одном и том же томографе, но с изменёнными, по каким-либо причинам настройками (например для более детального изучения поражённой области), Все

параметры снимков могут отличаться, от их количества, до разрешения.



Рисунок 2. Пример соответствующих снимков КТ

На данном рисунке представлены снимки одной и той же части лёгких. Как видно из изображений, номера и количество снимков отличаются. Так же, при втором обследовании пациент, вероятно, набрал заметно меньше воздуха в лёгкие.

Исходя из всего вышеперечисленного, цель работы можно сформулировать так: разработка и реализация алгоритма, предназначенного для определения соответствия между последовательностями снимков компьютерной томографии одного человека.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучение особенностей снимков компьютерной томографии
2. Разработка подходящего алгоритма
3. Реализация программного продукта

1.2. Обзор и сравнение существующих решений

Данная проблема для нашей страны нова, тем не менее, готовых и находящихся в эксплуатации решений практически нет. Самые приближённые и наиболее готовые разработки в данной области относятся к так называемым СППВР (системы поддержки принятия врачебных решений), в том числе с применением методов искусственного интеллекта.[2] Вероятно, данные разработки станут наравне с телемедициной и переходом на электронные медицинские карты одним из перспективнейших основных векторов развития цифрового здравоохранения.

СППВР – более продвинутая технология, тем не менее разработанный алгоритм препроцессинга последовательностей снимков компьютерной томографии может помочь и ускорить дальнейшую разработку подобных решений. Уже сейчас тема СППВР и ИИ является одной из популярных в СМИ и социальных сетях по направлению медицины.[3] Постоянно появляются новости о разработке различными компаниями, стартапами и научно-исследовательскими объединениями новых решений в области искусственного интеллекта и поддержки принятия врачебных решений.

Не смотря на то, что готовых программных решений в данной области ещё нет, уже насчитываются несколько разрабатываемых. Для наиболее перспективных и известных из них следует произвести сравнительный анализ.

Таблица 1. Сравнительный анализ продуктов

Название	«Botkin.ai»	«Третье мнение».	«CoBrain-Аналитика»
Описание	Система, предназначенная для автоматического выявления патологических проявлений в рентгенологических исследованиях, КТ и МРТ	Интерфейс по распознаванию типов клеток крови, а также софт для анализа медицинских изображений рентгенографии легких, маммографии, компьютерной томографии и УЗИ	Платформа для сбора, хранения, анализа и обработки больших медицинских данных о головном мозге человека в разных состояниях. Помогает ставить диагнозы, формировать персональную терапию для пациентов с заболеваниями мозга, выявить патологию, которая физически еще не проявилась
Процесс разработки	Активная разработка	Начальная стадия	Доработка, подготовка к внедрению
Примерная стоимость разработки	Десятки миллионов рублей	Около сотни миллионов рублей	~20-25млн рублей
Точность анализа	Высокая	Крайне высокая	Средняя
Наличие документации	нет	нет	да
Специализация	Явные патологии лёгких и мозга	Патологии крови	Патологии мозга

Из приведённых в таблице данных можно увидеть, что почти все из известных информационных систем в данной предметной области всё, на настоящий момент времени, находятся в разработке и имеют внушительную стоимость. Следовательно, выбранная ранее разработка имеет перспективность, как наиболее дешёвая и быстрая в разработке основа для создания систем автоматической диагностики.

1.3 Выявление требований к разрабатываемой системе

В начале проектирования любого программного продукта необходимо определить ключевые моменты разрабатываемого ПО. Без понимания чего ждут и какими функциями должен обладать продукт, его качественное исполнение не представляется возможным.

Следует прояснить, что изначально выбор языка программирования для данного продукта ничем не ограничен, но было принято решение использовать для написания библиотеку OpenCV для обработки изображений. Данное решение обусловлено широким функционалом библиотеки для возможности дальнейшего улучшения программного кода, благодаря чему появляется возможность доработать программу до полноценной системы автоматической диагностики. Сама же библиотека OpenCV доступна на нескольких языках, например: C/C++, C#, Python, Java, Ruby, Matlab, Lua и др. Из данного перечня был выбран C# в связи с простотой и высокой скоростью разработки.

Далее следует обозначить более конкретные требования разработки.

1.3.1 Нефункциональные требования

Нефункциональные требования описывают свойства, которыми система должна обладать, или ограничения, которые она должна соблюдать, не относящиеся к поведению системы. Например, производительность, удобство сопровождения, расширяемость, надежность, факторы эксплуатации.

Первым шагом в выполнении данной задачи должны быть обозначены нефункциональные требования к разрабатываемому программному обеспечению:

- время обработки данных не должно занимать более 30 секунд;
- Импорт и экспорт файлов в формате .bmp и .dicom

- использование библиотеки OpenCV для возможности дальнейшего развития программы;
- код программного продукта написан на C#.

1.3.2 Функциональные требования

В отличие от нефункциональных требований, функциональные не описывают то, как именно должна работать система и какие характеристики должен иметь программный продукт, а характеризует сам процесс взаимодействия системы и пользователя. Данный процесс необходимо реализовать при разработке программного продукта для того, чтобы он выполнял поставленную перед ним задачу. Требования составляются на основе описанных в предыдущем пункте типов пользователей и их вариантам использования системы.

Рассматриваемый тип требований описывает условия эксплуатации программного продукта, ограничения, которые определяются со стороны заказчика (то есть, определяющиеся целью, выдвинутой к разрабатываемой системе). 1

Таким образом, была выявлена следующая перечень функциональных требований к программному продукту:

- соблюдение анонимности пациентов;
- простой и понятный пользовательский интерфейс;

Глава 2. Проектирование алгоритма.

Следующим этапом, после составления основных требований к продукту – непосредственное проектирование алгоритма работы.

2.1 Определение внутренних и внешних взаимодействий программы

Для понимания общей картины необходимо составить Диаграмму потоков данных (DFD). Диаграммы потоков данных обеспечивают удобный способ описания передаваемой информации как между отдельными компонентами системы, так и между системой и внешними объектами. Процессы полезно представить с помощью DFD

диаграмм.[4]

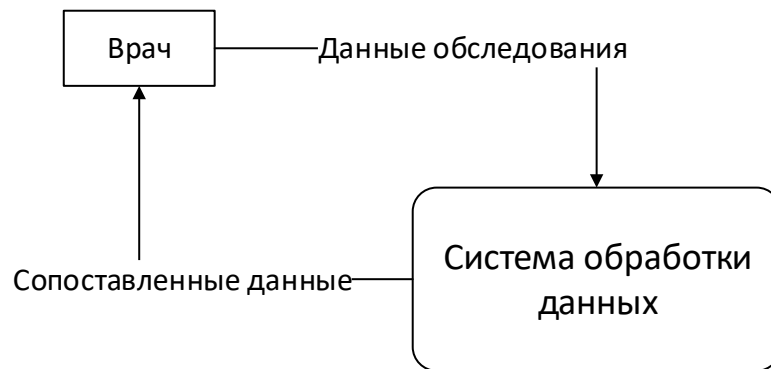


Рисунок 3. Контекстная диаграмма DFD

На приведенной диаграмме можно увидеть, что работа с информационной системой заключается в обращении врача (пользователя) с системой обработки данных.

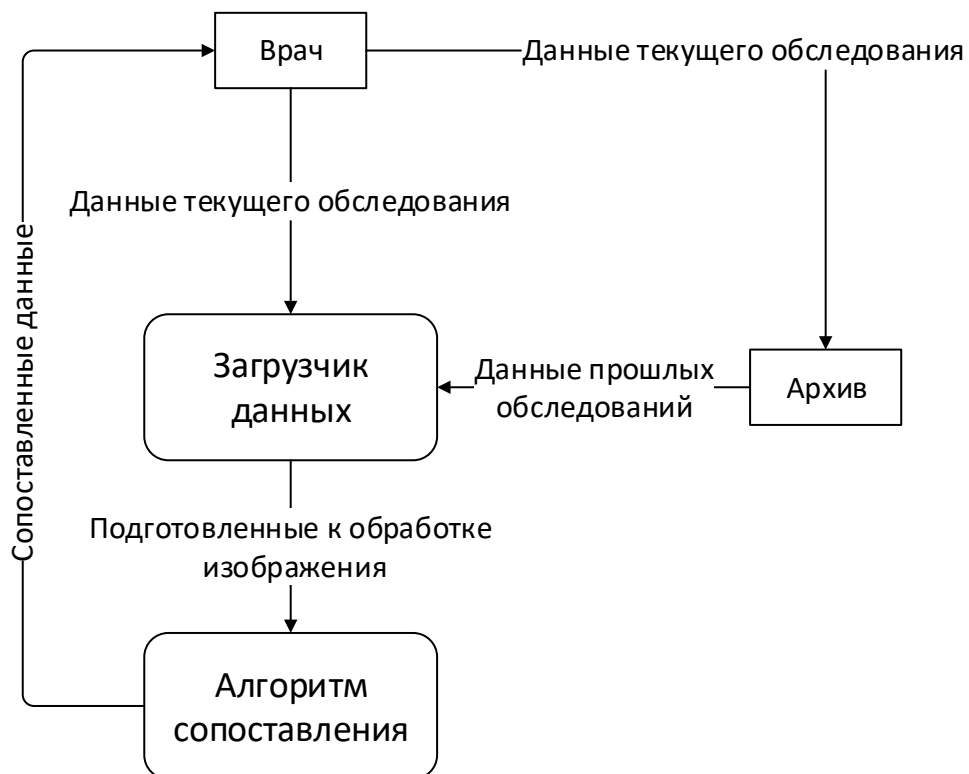


Рисунок 4. Диаграмма DFD (первый уровень декомпозиции)

Из диаграммы видно, что всё взаимодействие со внешними источниками сводится к загрузке исходных данных врачом в программу и, если это необходимо, загрузка информации из архива предыдущих обследований пациентов напрямую или через посредников. В связи с минимальным взаимодействием с пользователем, составлять диаграмму

вариантов использования не имеет особого смысла.

2.2 Выбор возможного алгоритма обработки

Следующим шагом проектирования необходимо определить основной алгоритм выполнения программы.

Как следует из задачи, необходимо сравнить между собой схожие изображения, сделанные в разный момент времени. Попиксельное сравнение, в данном случае не представляется возможным, следовательно необходим более “общий” вариант для сравнения изображений на схожесть. Одним из таких вариантов может стать сравнение через хэш.

2.2.1 Сравнение изображений через хэш

Перцептивные хэш-алгоритмы описывают класс функций для генерации сравнимых хэшей. Характеристики изображения используются для генерации индивидуального (но не уникального) хэш-кода, и эти коды можно сравнивать между собой.

Перцептивные хэши — это другая концепция по сравнению с криптографическими хэш-функциями. В криптографии каждый хэш является случайным и генерируется изначально заданной. Данные, которые используются для генерации хэша, выполняют роль источника случайных чисел, так что одинаковые данные дадут одинаковый результат, а разные данные — разный результат. Из сравнения двух криптографических хэшей можно сделать только два вывода. Если хэши отличаются, значит, данные разные. Если хэши совпадают, то и данные, вероятнее всего, одинаковы (поскольку существует вероятность коллизий, то одинаковые хэши не гарантируют одинаковых исходных данных). В отличие от них, перцептивные хэши можно сравнивать между собой и делать вывод о степени различия двух наборов данных.[5]

Реализация алгоритма сравнения изображений через их хэш, по сути, сводится к выполнению нескольких шагов:

1. Уменьшение размера изображения. При выполнении данного

пункта важно понимать, что, как недостаточное, так и чрезмерное уменьшение размера может привести к некорректному результату сравнения изображений. (Так при сильном уменьшении алгоритм может посчитать совершенно различные изображения похожими, при слишком слабом же – наоборот, будет мало отличаться от попиксельного сравнения)

2. Избавление от цвета. В случае данной задачи этот пункт не имеет смысла так как все снимки КТ, поступающие в программу на вход, и так находятся в чёрно-белой гамме.

3. Нахождение средней тональности изображения. Вычисляются среднее значение тональности среди всех пикселей.

3. Составление последовательности битов. Для каждого пикселя получается 1 или 0 в зависимости от того, он больше или меньше среднего значения тональности.

5. Построение хэша. Перевод отдельных битов пикселей изображения в одно значение. Порядок не имеет значения, если он сохраняется постоянным (например: слева направо, сверху вниз).

Итоговый хэш не изменится, если картинку масштабировать, сжать или растянуть. Изменение яркости или контраста, или даже манипуляции с цветами тоже сильно не повлияет на результат. И что не менее важно: данный алгоритм очень быстро работает.

Итак, для сравнения двух изображений, строится хэш для каждой из них и подсчитывается количество разных битов (расстояние Хэмминга). Для 64 битного хэша: нулевое расстояние означает, что это, скорее всего, одинаковые картинки (или вариации одного изображения). Дистанция 5 означает, что картинки в чём-то отличаются, но в целом всё равно довольно близки друг к другу. Если дистанция 10 или больше, то это, вероятно, совершенно разные изображения. При увеличении количества бит в хэше, параметры дистанции Хэмминга увеличиваются пропорционально.

Следующим шагом необходимо провести небольшую модернизацию алгоритма, на основе задания.

Все изображения, поступающие на вход программы, так или иначе, довольно сильно похожи друг на друга. Учитывая этот факт, имеет смысл не уменьшать размер слишком сильно (в изначальном алгоритме рекомендуется уменьшение размера до 64 бит, 8x8 пикселей) уменьшать размер, например до 32x32.

Кроме этого, не имеет большого смысла бинаризация пикселей изображения. Это ключевая часть для составления хэша, но при бинаризации теряется практически вся уникальность фото и для определения однозначного соответствия снимков, лучше использовать сравнения интенсивности цвета для каждого пикселя.

В итоге, на примере одного изображения, полученный алгоритм работает следующим образом:

1. Получение входного изображения.



Рисунок 5. – Пример входного изображения алгоритма

2. Уменьшение размера до 32x32.



Рисунок 6. – Сжатое входное изображение

После сжатия изображения на нём становятся отчётливо видны лишь ключевые элементы (отдельные кровеносные сосуды, форма и рампер лёгких и т. д.), по которым и будет проводиться сравнение.

3. Формирование данных для сравнения.

```
for( int y=0; y<resImg.Height(); y++ ) {
    uchar* ptr = (uchar*) (resImg.ImageData() + y *
resImg.widthStep);
    for( int x=0; x<resImg.Width(); x++ ) {
        if(ptr[x]){
            Hash.Add(GetIntence(resImg.GetPixel(point.x,
point.y)));
        }
        i++;
    }
}
```

Где resImg – изображение, полученное в прошлом шаге, а Hash – лист, хранящий интенсивность пикселей изображения.

4. Непосредственное сравнение с другим полученным хэшем.

В данном шаге проводится сравнение соответствующих интенсивностей пикселей двух преобразованных описанным выше

образом изображений, для вычисления разницы в их интенсивностях.

```
public int64 calcDistance( List<int64> Hash1, List<int64> Hash2)
{
    int64 dist = 0, i = 0;

    // Count the number of set bits
    while(Hash1.Count())
    {
        dist+=Math.Abs(Hash1[i] – Hash2[i]);
        Hash1.Remove[i];
        i++;
    }
    return dist;
}
```

Из полученных разностей (dist) становится понятно, насколько сильно изображения отличаются друг от друга.

В результате работы алгоритма получается массив $M \times N$ элементов, где M – число снимков первого массива, N – число снимков второго, где в каждой ячейке записано значение dist для сравнения соответствующих изображений. Соответственно, чтобы сопоставить изображения достаточно найти и сопоставить наиболее похожие пары изображений.

Тем не менее, на практике, в результате многочисленных тестов было выявлено, что в случае, если время между обследованиями или прогресс лечения были слишком высокими, в случае конкретного пациента, то данный алгоритм начинает некорректно сопоставлять снимки в связи с серьёзными изменениями, которыми могли подвергнуться лёгкие пациента (уменьшение/увеличение опухолей, отёков, образований сильно сказываются на интенсивности изображения). Исходя из всего этого было решено использовать

собственный алгоритм, избегающий непосредственного сравнения снимков.

2.2.2 Разработка собственного алгоритма

В связи с, выявленной экспериментально, несостоятельностью прошлого алгоритма, было принято решение о разработке собственного, чья основная суть заключается в выявлении размера лёгких пациента на каждом из снимков, затем нахождением середины лёгких пациента (снимки с самой большой площадью лёгкого).

Для лучшего понимания работы алгоритма, в качестве примера возьмём то же изображение на вход, что и в предыдущем примере. Итак, обозначим основные шаги алгоритма:

1. Получение изначального изображения.



Рисунок 7. –Входное изображение.

Для лучшего понимания работы алгоритма, в качестве примера возьмём то же изображение на вход, что и в предыдущем примере.

2. Закраска ненужных для обработки зон изображения.



Рисунок 8. – Необходимая для дальнейшей обработки часть изображения.

Все фрагменты изображения, расположенные вне лёгких закрашиваются белым цветом, так же как и твёрдые ткани человеческого тела на снимке. После такой обработки – белым цветом выделены все не требующие дальнейших преобразований пиксели.[6]

3. Выделение области внутри лёгких

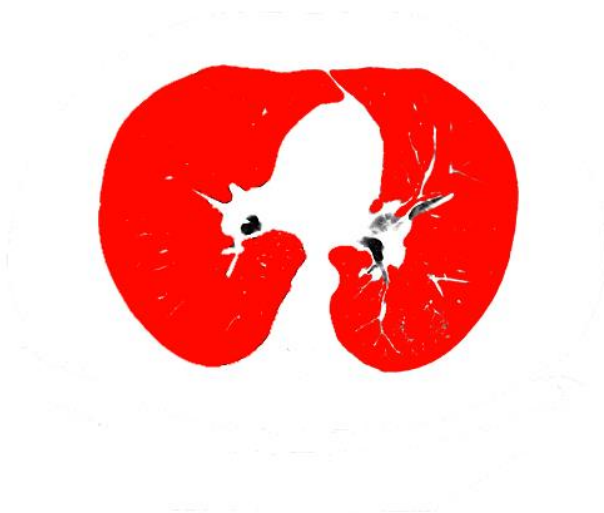


Рисунок 9. – Выделенная область лёгких.

Физически внутри программы данного закрашивания не

происходит. Все выделенные для наглядности красным пиксели, просто, подсчитываются для каждого отдельного снимка, а их количество заносится в массив.

4. Нахождение среднего снимка.

После выполнения предыдущего шага алгоритма имеется, примерно, следующая картина:

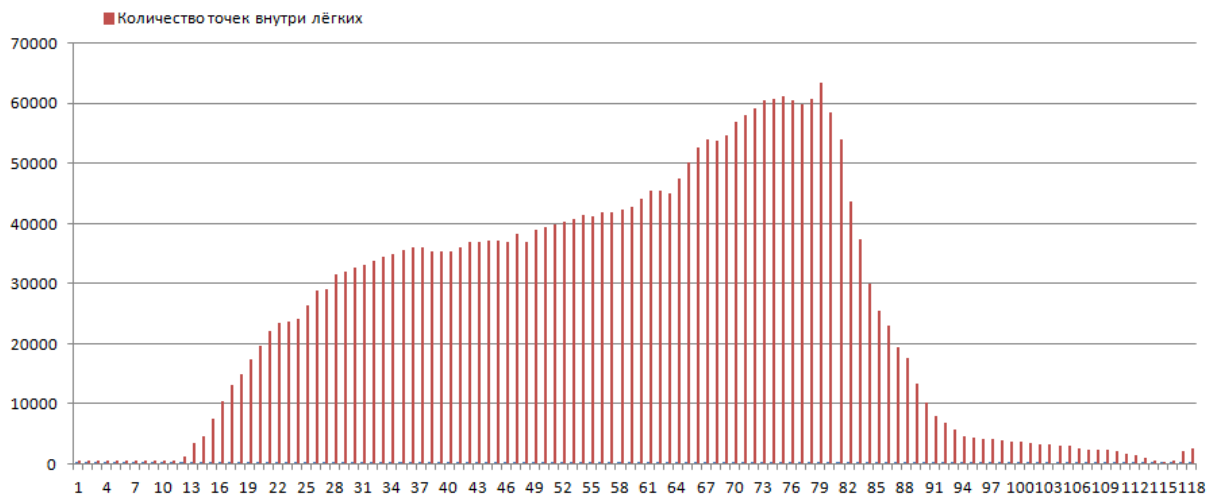


Рисунок 10. – Графическое представление количества пикселей внутри лёгких для одного массива снимков томографии.

Не сложно заметить, что на снимках под номерами 1-12 и 95-118 площадь лёгких имеет крайне маленькое значение. Вероятнее всего, данные снимки не относятся именно к лёгким, а на снимках может быть выделен, например, пищевод, от данных снимков можно избавиться и не учитывать их, так как и для врача, и для возможной дальнейшей обработки данные снимки ценности не имеют.

Как говорилось ранее, за средний снимок алгоритма принимается снимок, на котором лёгкие имеют максимальную площадь. Чем больше пикселей внутри лёгкого, тем, соответственно и площадь больше. Но, для более точных результатов, имеет смысл несколько иное определение среднего.

В лёгких пациента может находиться образование или жидкость,

которые по плотности сопоставимы с более плотными тканями человеческого тела, а следовательно на снимке КТ тоже будут белого цвета.



Рисунок 11. – Пример снимка КТ с жидкостью внутри лёгкого.

Для устранения погрешностей алгоритма в данном случае необходимо найти 2 снимка КТ в массиве с наибольшей площадью лёгких, а за средний принять снимок имеющий номер среднеарифметического номеров этих двух снимков.

Например, в случае, изображённом на рисунке 10 Снимки с наибольшей площадью имеют номера 75 и 79, следовательно за средний будет принят снимок под номером 77.

5. Сопоставление по среднему (центральному) снимку.

Финальным этапом работы алгоритма является простое сопоставление. Центральные для обоих массивов ставятся в соответствие друг другу.

	73	66
	74	67
	75	68
	76	69
Центральный	<u>77</u>	<u>70</u>
	78	71
	79	72
	80	73
	81	74

Рисунок 12. – Пример сопоставленных номеров снимков КТ.

Минусом данного алгоритма является невозможность применения при кардинальных изменениях настройки аппарата КТ при повторном прохождении томографии. Например, при увеличении промежутков между снимками в 2 раза, количество снимков уменьшится в 2 раза, соответственно. При настолько большой разнице в количестве сделанных снимков при первичном и вторичном прохождении процедуры, результаты работы данного алгоритма будут не корректны.

Тем не менее, подобные случаи радикального изменения настроек для обследования одного и того же пациента с тем же диагнозом скорее исключение из правил, чем норма.

Глава 3. Программная реализация.

3.1 Выбор средств разработки

Основным условием, при начале разработки данного программного продукта было использование библиотеки OpenCV. Это обусловлено необходимостью дальнейшего развития программного продукта для воздания полноценной системы помощи диагностики заболевания лёгких по данным КТ.

Библиотека OpenCV доступна на нескольких языках, например: C/C++, C#, Python, Java, Ruby, Matlab, Lua и др. Следовательно, имеет смысл сравнить наиболее распространенные из языков на наиболее

необходимые при разработке параметры. Языки Matlab, Lua не слишком широко используются для обработки изображений, следовательно учитывать их при выборе языка нет большого смысла.

Для сравнения подберём только основные параметры, которые примерное равнозначны между собой.

Таблица 2 – Сравнительный анализ средств разработки

Наименование	C++	Python	Java	C#
Скорость работы	5	4	5	2
Простота разработки	2	3	3	5
Скорость разработки	2	2	2	5
Распространенность	5	4	3	4
Простота групповой разработки	4	5	4	4
Итого	18	18	17	20

По итогу сравнения значимых для данной разработки параметров выбор пал на язык программирования C#. Библиотека OpenCV имеет для него несколько равнозначных интерпретаторов: EmguCV, OpenCvDotNet, OpenCvSharp. Данные библиотеки между собой различаются крайне слабо. В связи с этим для дальнейшей разработки была выбрана EmguCV в связи с наличием более продвинутой документацией по ней.

Далее необходимо определить средства разработки. Данный вопрос не слишком принципиален, поэтому были выбраны лично наиболее удобные для разработчика программные средства. Для создания файлов проектов:

Для написания кода и прочих файлов:

Visual Studio 2017 – IDE, обладающая наиболее широким инструментарием, например, интеллектуальным автодополнением, удобным отладчиком и поддержкой множества форматов файлов. Недостатком данной среды является лишь немалая цена лицензии продукта.

CMake – кроссплатформенная система, позволяющая автоматизировать создание файлов для различных IDE и сборку программного обеспечения из исходного кода. CMake не занимается непосредственно сборкой, а лишь генерирует файлы управления сборкой из специальных файлов. Данный инструмент необходим для возможности быстрого переноса проекта с компьютера на компьютер независимо от операционной системы, IDE и прочих факторов. Также в CMake встроена утилита CTest, позволяющая проводить автоматическое тестирование.

3.2 Программная реализация алгоритма

Для наглядного представления реализации проекта, рассмотрим тот же алгоритм выполнения действий, что и в пункте 2.2.2 пояснительной записки.

При запуске программы пользователь сталкивается с простейшим UI, в котором ему необходимо выбрать папки, в которых находятся массивы снимков КТ для дальнейшей обработки. После этого, нажав на кнопку «Start», пользователь запустит работу алгоритма.

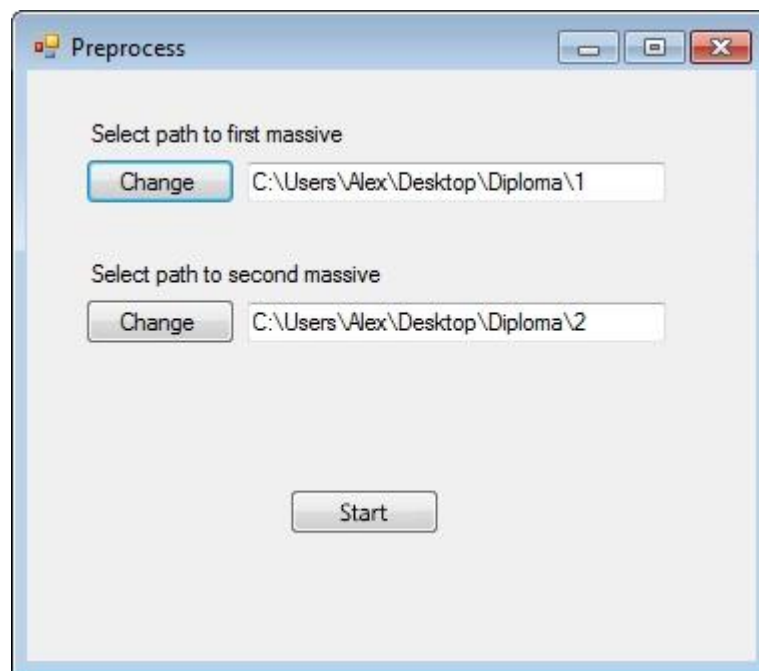


Рисунок 13. – Пользовательский интерфейс программы.

Пользователь может как вручную выбрать путь к папкам с

хранящимися снимками, так и нажав на кнопку «Change». При нажатии на данную кнопку открывается диалоговое окно, в котором так же, можно выбрать необходимую папку.

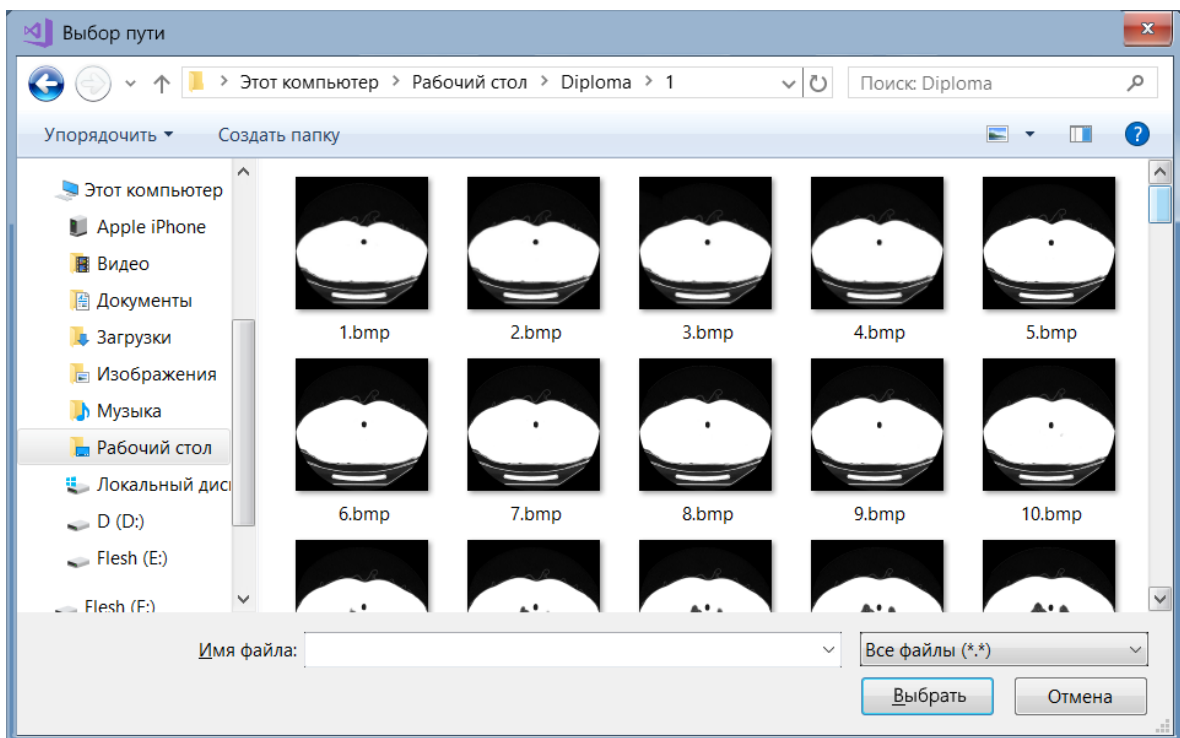


Рисунок 14. – Диалоговое окно выбора пути к файлам.

При выборе некорректной папки (пустой или в которой не будет обнаружено хотя бы одного файла .bmp или .dicom) или же написании несуществующего пути вручную программа создаст исключение и выдаст пользователю ошибку:

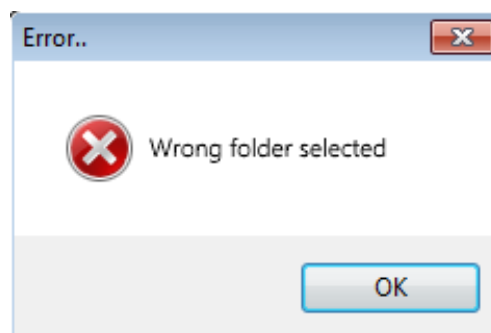


Рисунок 15. – Диалоговое окно выбора пути к файлам.

После корректного выбора папок с исходными данными файлы загружаются в программу с помощью объекта класса `System.IO.Stream`.

Далее происходит обработка каждого изображения по отдельности. Покраска пикселей в шагах №2 и №3 пункта 2.2.2 пояснительной записки происходят схожим образом, только в первом случае пиксели окрашиваются в белый цвет, во втором же, просто, считаются. В связи с этим, достаточно разобрать один из примеров.[7]

```
public int[,] fill(int[,] massive, int x, int y, int black, int
white)
{
    if (massive[x, y] == black)
    {
        massive[x, y] = white;

        if (x < massive.GetLength(0) - 1)
            massive = fill(massive, (x + 1), y, black, white);
        if (x > 0)
            massive = fill(massive, (x - 1), y, black, white);

        if (y < massive.GetLength(1) - 1)
            massive = fill(massive, x, (y + 1), black, white);
        if (y > 0)
            massive = fill(massive, x, (y - 1), black, white);
    }

    return massive;
}
```

Простой рекурсивный метод заливки изображения изменяет значения интенсивности пикселей ненужных для анализа с чёрного на белый.

После данного шага, так же, из обработанных массивов удаляются снимки, на которых внутренняя часть лёгких занимает менее 2000 пикселей (значение вычислено экспериментально, на основе обработанных данных о 13 пациентах), так как на них не находится никакой необходимой врачу информации.

Определение среднего элемента в обработанном массиве происходит в функции FindCenter().

```

public int FindCenter(List<int> Mass)
{
    int max1 = 0, max2 = 0;
    int numMax1 = 0, numMax2 = 0;
    for (int i = 0; i < Mass.Count; i++)
    {
        if (Mass[i] > max1)
        {
            max2 = max1;
            numMax2 = numMax1;
            max1 = Mass[i];
            numMax1 = i;
        }
        else if (Mass[i] > max2)
        {
            max2 = Mass[i];
            numMax2 = i;
        }
    }
    return (numMax1 + numMax2) % 2;
}

```

В случае, если вычисление среднеарифметического значения номеров даст нецелое число – не принципиально в какую сторону проводить округление, так как физическое расстояние между снимками компьютерной томографии, обычно, не превышает 2-3мм, поэтому на двух соседних снимках располагается практически одна и та же часть лёгких.

После незамысловатой процедуры сопоставления (соответствующим друг другу снимкам присваиваются одинаковые номера и позиции в массивах, не нарушая порядок) обработанные

данные сохраняются в отдельной папке, которая создаётся на один уровень выше первой выбранной для обработки папки.

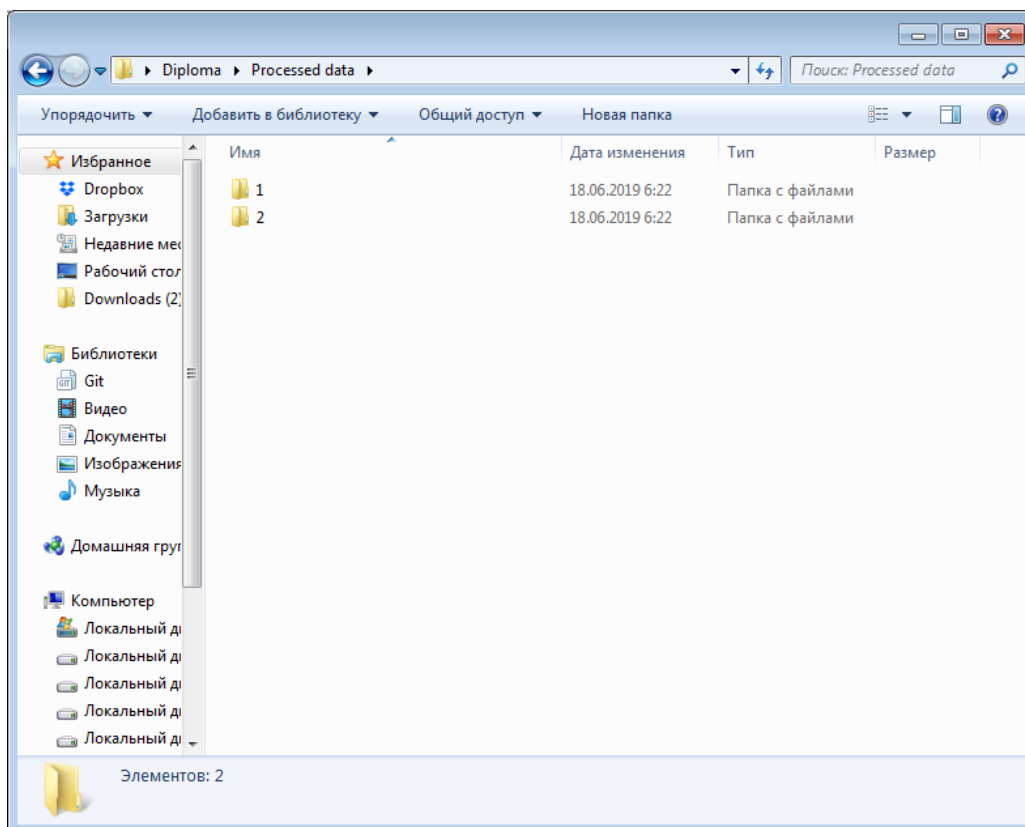


Рисунок 16. – Содержимое созданной папки с обработанными данными.

Внутри каждой папки находятся обработанные алгоритмом изображения пронумерованные таким образом, что соответствующие друг другу снимки имеют одинаковый номер.

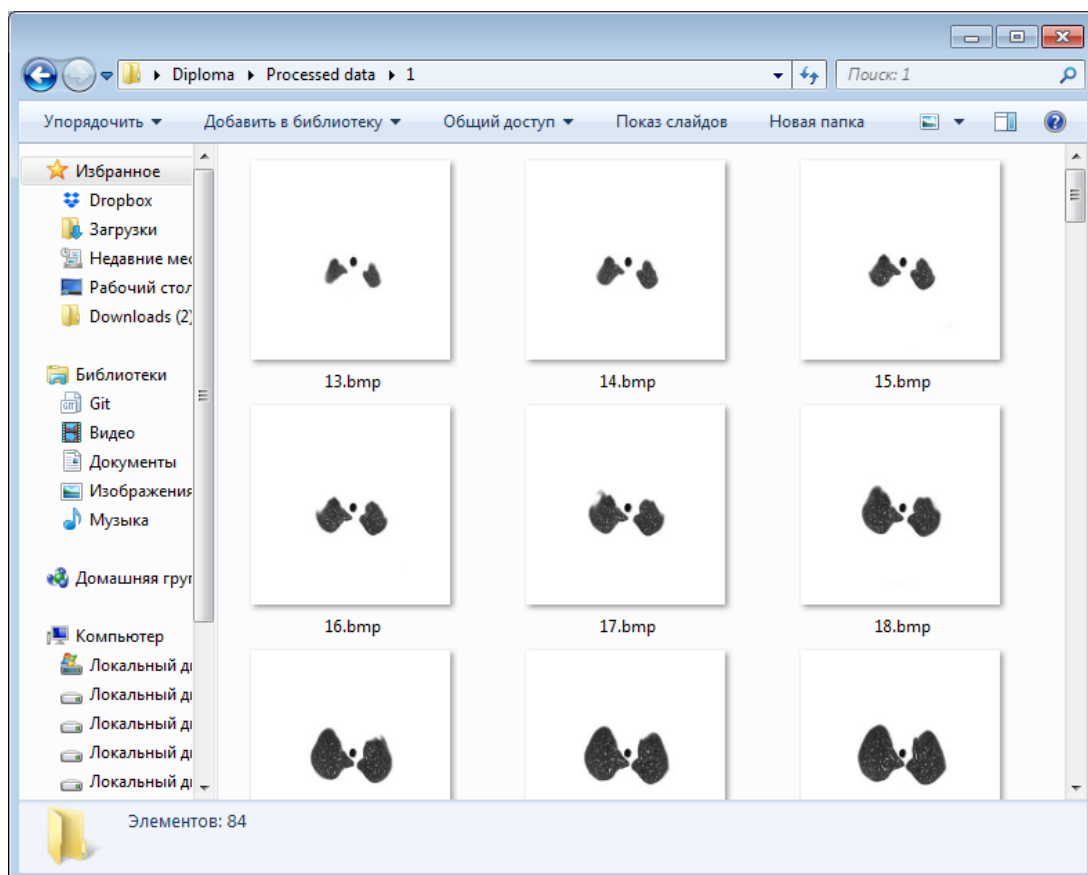


Рисунок 17. –Пример части содержимого одной из папок.

Следующим шагом необходимо убедиться, что программа работает достаточно быстро.

3.3 Тестирование

Разработанная программа имеет крайне узкое назначение и, по сути, предназначена для использования на компьютерах врачей. В случае очевидно неправильного выбора пути к необработанным файлам, программа выдаст ошибку, как показано на рисунке 15 и в описании к нему. Так как на этом взаимодействие пользователя с программой заканчивается, имеет смысл перейти к программному тестированию.

С точки зрения работы алгоритма присутствуют два основных критерия выполнения программы: точность выбора среднего элемента и время выполнения.[8]

Для проверки точности работы алгоритма была проведена консультация с врачом-терапевтом Томской городской больницы №4.

После ручной проверки данных работы программы для 5 различных пациентов были получены следующие результаты:

Таблица 3 – Погрешность работы алгоритма.

Номер пациента	Отклонение от правильного результата, штук снимков	Количество обработанных снимков первого обследования	Количество обработанных снимков второго обследования
1	0	98	106
2	2	127	116
3	0	141	125
4	1	108	114
5	1	120	127

Как видно из таблицы, погрешность сопоставления снимков не превышает 2 снимков томографии, что в переводе в реальные величины составляет примерно 4-6мм. Данная погрешность является вполне допустимой.

Следующим этапом тестирования было определение примерного времени работы программы от нажатия пользователем кнопки старт, до вывода обработанных данных.

После нескольких пробных запусков программы с обработкой пар массивов, суммарно содержащих 200-300 снимков томографии, было определено примерное время работы, которое составило от 2,9 до 3,7 секунд выполнения.

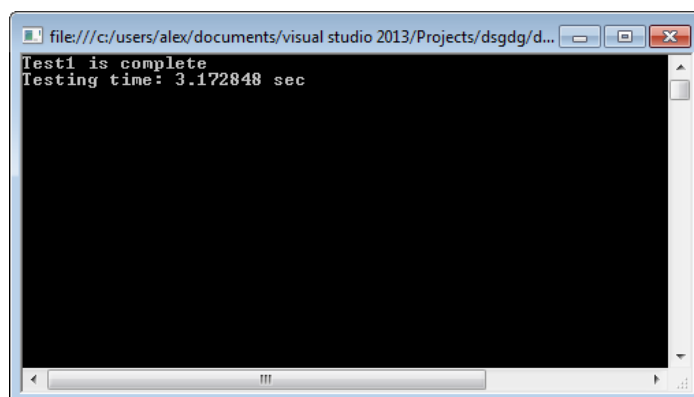


Рисунок 18 – Пример времени работы программы.

Глава 4. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Осуществляя любую научно-исследовательскую работу, необходимо провести ее экономическое обоснование. Экономическое обоснование включает в себя: определение потенциальных потребителей и сегмента рынка, сравнительный анализ с конкурентами, оценка себестоимости и определение трудоемкости выполнения работ. Это необходимо при поиске источников финансирования и оценке коммерческой ценности проекта.

Данный раздел помогает понять, будет ли продукт востребованным на рынке, сколько он будет стоить, какой срок понадобится для его реализации и так далее. Цель раздела: спроектировать и создать конкурентоспособные технологии, отвечающие современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

4.1 Потенциальные потребители программного продукта

Разрабатываемый программный продукт, в первую очередь, предназначен для использования частными медицинскими клиниками и, возможно, государственными поликлиниками и городскими больницами для повышения качества и скорости обслуживания пациентов. Коммерческое использование данной системы предполагается только в случае использования частными клиниками, следовательно, для дальнейшего анализа экономической эффективности будет рассмотрено именно распространение продукта среди частных клиник.

4.2 Анализ конкурентных технических решений

Данная разработка, относительно, нова для нашей страны и ближайшие аналоги, пока не имеют готового технического решения,

распространяемого на рынке. В связи с этим имеется отсутствие прямых конкурентов при выходе на рынок в данный момент времени.

Тем не менее, аналогичные разработки в данной области уже ведутся и для детального анализа будущих конкурентных преимуществ перед ними, необходимо использовать все имеющиеся данные.

Компании, ведущие схожие разработки представлены в таблице 1.

Таблица 4 – Возможные конкуренты

Название	«Botkin.ai»	«Третье мнение».	«CoBrain-Аналитика»
Описание	Система, предназначенная для автоматического выявления патологических проявлений в рентгенологических исследованиях, КТ и МРТ	Интерфейс по распознаванию типов клеток крови, а также софт для анализа медицинских изображений рентгенографии легких, маммографии, компьютерной томографии и УЗИ	Платформа для сбора, хранения, анализа и обработки больших медицинских данных о головном мозге человека в разных состояниях. Помогает ставить диагнозы, формировать персональную терапию для пациентов с заболеваниями мозга, выявить патологию, которая физически еще не проявилась
Процесс разработк и	Активная разработка	Начальная стадия	Доработка, подготовка к внедрению
Специализация	Явные патологии лёгких и мозга	Патологии крови	Патологии мозга
Сайт	http://botkin.ai/	https://thirdopinion.ai/	https://cobrain.io/

В данной таблице представлены только самые крупные из возможных конкурентов, получившие достаточное финансирование, чья разработка практически гарантированно будет завершена.

Более детальный анализ целесообразно проводить с помощью оценочной карты, которая представлена в таблице 2. Важно правильно оценить все слабые и сильные стороны вероятных конкурентов.

Таблица 5 – Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	Б _{к3}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}	К _{к3}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Технические критерии оценки ресурсоэффективности									
Возможность работы с данными в разном формате	0,05	3	4	3	2	0,15	0,2	0,3	0,2
Сопроводительная документация	0,1	4	3	5	5	0,4	0,3	0,5	0,5
Простота ввода в эксплуатацию	0,1	5	5	3	1	0,5	0,5	0,3	0,1
Рациональные методы обработки данных	0,1	3	4	5	5	0,3	0,4	0,5	0,5
Корректная визуализация результатов	0,1	4	5	3	5	0,4	0,5	0,3	0,5
Язык написания программы	0,1	4	4	2	5	0,4	0,4	0,2	0,5
Экономические критерии оценки эффективности									
Цена	0,25	5	2	4	1	1,25	0,5	1	0,25
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	3	5	4	5	0,3	0,5	0,4	0,5
Конкурентоспособность продукта	0,1	4	5	5	5	0,4	0,5	0,5	0,5
Итого	1					4,1	3,9	4	3,55

Вывод: анализ конкурентоспособности показал, что технические и экономические показатели опережают показатели конкурентов. Самыми весомыми преимуществами перед конкурентами для данного продукта являются цена и простота ввода в эксплуатацию.

4.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в НИР.[9]

Таблица 6 – Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы	Макс. балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5*2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
Возможность работы с данными в разном формате	0,1	70	100	0,7	0,08
Сопроводительная документация	0,1	80	100	0,8	0,009
Простота ввода в эксплуатацию	0,1	100	100	1	0,06
Рациональные методы обработки данных	0,1	60	100	0,6	0,085
Корректная визуализация результатов	0,1	70	100	0,7	0,09
Язык написания программы	0,1	80	100	0,8	0,06
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
Цена	0,24	95	100	0,95	0,168
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	60	100	0,6	0,08
Конкурентоспособность продукта	0,1	70	100	0,7	0,09
Итого	1			68,5	0,747

Средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки составляет 68,5, что говорит о том, что перспективность выше среднего.

4.4 SWOT-анализ

SWOT анализ – инструмент стратегического менеджмента, представляющий собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.[10]

Таблица 7 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии. С2. Экологичность технологии С3. Заметно более низкая стоимость по сравнению с аналогами С4. Простота использования С5. Быстрая обработка данных	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Необходимость постоянной поддержки и обновления ПО после внедрения Сл2. Слабый функционал Сл3. Отсутствие рекламной кампании
Возможности: В1. Возможность расширения функционала В2. Расширение области применения технологии В3. Дальнейшее использование полученных обработанных данных для диагностики В4. Повышение стоимости конкурентных разработок В5. Отсутствие внедрённых конкурирующих разработок В6. Рост интереса к данной перспективной технологии	Благодаря удобному интерфейсу, быстрой обработке данных и низкой стоимости, данной разработкой могут заинтересоваться не только частные медицинские компании, но и государственные бюджетные учреждения.	В связи с низкой стоимостью разработки, поддержка проекта в текущем состоянии будет несложной и дешёвой. Решением остальных проблем может стать расширение текущего функционала разработки, но при этом проблема Сл1 будет обостряться.
Угрозы: У1. Возможное нормативное и правовое регулирование данной области (например: запрет на машинную обработку данных пациентов и т. д.) У2. Выход на рынок превосходящих конкурентов	Сильные стороны научной разработки, частично, решают вторую угрозу, но на У2 повлиять, увы, невозможно.	Основной угрозой является возможная конкуренция. Высока вероятность, что заказчики могут предпочесть встроенные инструменты обработки данных, если такие появятся, вместо использования каких-либо сторонних приложений.

По результатам SWOT-анализа были выявлены сильные и слабые стороны научной разработки, а также ее угрозы и возможности. Некоторые слабые стороны можно компенсировать возможностями, а угрозы – сильными сторонами.

4.5 Планирование научно-исследовательских работ

4.5.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для планирования комплекса предполагаемых работ необходимо выполнить следующие задачи:

1. Определить структуры работ в рамках научного исследования
2. Определить участников каждой работы
3. Установить продолжительность работ
4. Построить график проведения научных исследований

Таблица 8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта
Проектирование разработки	2	Определение целей исследования	Руководитель проекта
	3	Составление календарного плана	Лаборант
	4	Составление диаграмм	Лаборант
Разработка приложения	5	Определение средств разработки	Лаборант
	6	Анализ подходящих алгоритмов для обработки результатов	Лаборант
	7	Разработка макетов приложения	Лаборант
	8	Программирование, отладка приложения	Лаборант
	9	Тестирование	Лаборант
Внедрение приложения	10	Развертывание ИС в сети	Лаборант, Руководитель
	11	Оформление и утверждение акта сдачи-приёмки системы	Руководитель
Оформление отчета по ВКР	12	Составление пояснительной записки	Лаборант

4.5.2 Определение трудоемкости выполнения 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 ожидаемого значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5},$$

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

$t_{min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{max\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы

Исходя из этого, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн;

$t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Таблица 9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость									Длительность работ в рабочих днях T _{pi}			Длительность работ в календарных днях T _{ki}		
	t _{min}			t _{max}			t _{ожид}								
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1. Составление и утверждение технического задания (Руководитель)	3	2	4	6	7	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5
2. Определение целей исследования (Руководитель)	2	3	2	5	5	4	3	4	3	3	4	3	4	5	4
3.Составление календарного плана (Лаборант)	1	2	1	4	5	3	2	3	2	2	3	2	2	4	2
4.Составление диаграмм (Лаборант)	5	6	4	7	8	10	6	7	6	6	7	6	7	9	7
5.Определение средств разработки (Лаборант)	1	2	1	3	5	4	2	3	2	2	3	2	2	4	2
6.Анализ подходящих алгоритмов для обработки результатов (Лаборант)	3	2	4	5	4	6	4	3	5	4	3	5	5	4	6
7.Разработка макетов приложения (Лаборант)	5	4	6	8	7	7	6	5	6	6	5	6	7	6	7
8.Программирование, отладка приложения (Лаборант)	14	10	11	17	15	16	15	12	13	15	12	13	18	15	16
9.Тестирование (Лаборант)	5	4	6	7	8	7	6	6	6	6	6	6	7	7	7

Таблица 10 – Временные показатели проведения научного исследования
(продолжение)

10.Развертывание ИС в сети (Руководитель, Лаборант)	5	7	6	3	4	4	4	6	5	2	3	3	2	4	3
11.Оформление и утверждение акта сдачи-приемки системы (Руководитель)	1	2	2	4	4	5	2	3	3	3	3	3	2	4	4
12.Составление пояснительной записки (Лаборант)	2	1	2	4	4	5	3	2	3	3	2	3	4	2	4

Таблица 11 – Продолжительности работ для исполнителей

	Длительность работ в рабочих днях		Длительность работ в календарных днях	
	Руководитель	Лаборант	Руководитель	Лаборант
Исполнитель 1	11	46	13	54
Исполнитель 2	14	44	18	55
Исполнитель 3	13	46	16	54

4.5.3 Разработка графика проведения научного исследования

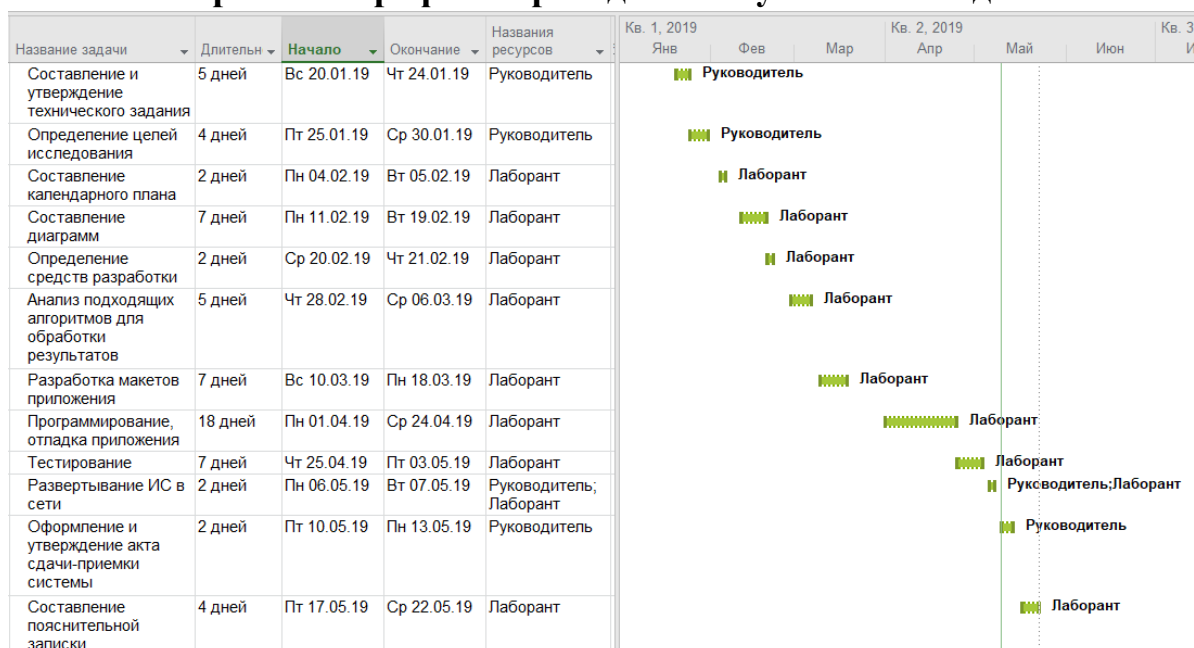


Рисунок 19 – Диаграмма Ганта

4.5.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В процессе работы над проектом планируется использование ноутбука, купленного заранее, поэтому следует рассчитать его амортизацию. Срок полезного использования составляет 3 года. Время написания ВКР – 5 месяцев. [11] Тогда норма амортизации:

$$A_n = \frac{1}{n} * 100\% = \frac{1}{3} * 100\% = 33,33\%$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$A_r = 70000 * 0,33 = 23100 \text{ рублей}$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_m = \frac{A_r}{12} = \frac{23100}{12} = 1925 \text{ рублей}$$

Таблица 12 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№	Наименование	Кол-во единиц	Цена единицы, руб.	Общая стоимость, тыс. руб.	Амортизационные отчисления
1	Ноутбук Acer A7	1	70 000	70 000	1925
2	Visual Studio 2019 Professional (6 мес лицензии)	1	12 000	12 000	1000
Итого:				82 000	2925

Основная заработная плата исполнителей

Таблица 13 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Студент	Руководитель
Календарные дни	365	
Нерабочие дни (праздники/выходные)	66	
Потери рабочего времени		
-отпуск	56	56
-невыходы по болезни	4	2
Действительный годовой фонд рабочего времени	239	241

Затраты на заработную плату рассчитываются по следующей формуле:

$$Зп = Зосн + Здоп, \text{ где}$$

Здоп – дополнительная заработная плата, руб;

Зосн – основная заработная плата, руб.

$$Зосн = Здн * Тр * (1 + Кпр + Кд) * Кр, \text{ где}$$

Здн – среднедневная заработная плата, руб.;

Кпр – премиальный коэффициент (0,3);

Кд – коэффициент доплат и надбавок (0,3-0,5);

Кр – районный коэффициент (для Томска 1,3)

Тр – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дни

Среднедневная заработная плата:

$$Здн = \frac{Зм * М}{Fд}$$

Зм – месячный оклад работника, руб;

М – количество месяцев работы без отпуска в течение года (для 6-дневной рабочей недели М=10,4);

Fд – действительный годовой фонд рабочего времени персонала, раб.дн.

Таблица 14 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Здн, руб	Кпр	Кд	Кр	Тр	Зосн
Студент	946,8	0,3	0,3	1,3	46	90 597
Научный руководитель	1452,7	0,3	0,4	1,3	11	35 315
Итого:						125 913

Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Таблица 15 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Коэффициент дополнительной заработной платы	Дополнительная заработная плата, руб
Студент	90 597	0,15	13 589,6
Руководитель	35 315		5 297,3
Итого:			18 886,95

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Таблица 16 – Расчет отчислений во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата + дополнительная, руб.	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	Сумма отчислений
Студент	104 187	0,28	29 172
Руководитель	40 612,98		11 371
Итого:			40 543

Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопия материалов, оплата услуг связи, электроэнергии и т.д.

$\text{Знакл} = (\text{сумма статей 1-4}) * \text{Кнр}$, где

Кнр – коэффициент, учитывающий накладные расходы (16%)

Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 17 – Бюджет затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб	Примечание
Амортизационные затраты на спецоборудование	4 769	Таблица 8
Затраты на основную заработную плату	125 913	Таблица 10
Затраты на дополнительную заработную плату	18 886,95	Таблица 11
Затраты на отчисление во внебюджетные фонды	40 543	Таблица 12
Накладные расходы	30 417,9	16% от суммы статей 1-4
Бюджет затрат НТИ	220 529,86	Сумма статей 1-5

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

Определение эффективности проекта происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Основные показатели следующие:

Интегральный показатель финансовой эффективности получают в ходе оценки бюджета затрат нескольких вариантов выполнения исследования. [12]

Интегральный финансовый показатель определяется так:

$$I_{\text{фин } p}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

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

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

$\Phi_{\max}$ – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Интегральный показатель ресурсоэффективности определяется следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i * b_i$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Таблица 18 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Способствует росту производительности труда пользователя	0,2	5	3	4
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,3	4	3	3
Помехоустойчивость	0,1	4	5	2
Энергосбережение	0,1	4	5	3
Надежность	0,2	3	5	5
Материалоемкость	0,1	4	4	5
Итого:	1			

$$I_{p-ucn1} = 5 * 0,2 + 4 * 0,3 + 4 * 0,1 + 4 * 0,1 + 3 * 0,2 + 4 * 0,1 = 4$$

$$I_{p-ucn2} = 3 * 0,2 + 3 * 0,3 + 5 * 0,1 + 5 * 0,1 + 5 * 0,2 + 4 * 0,1 = 3,9$$

$$I_{p-ucn3} = 4 * 0,2 + 3 * 0,3 + 2 * 0,1 + 3 * 0,1 + 5 * 0,2 + 5 * 0,1 = 3,7$$

Интегральный показатель эффективности вариантом использования определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп}i} = \frac{I_{\text{р-исп}i}}{I_{\text{исп.}i}^{\text{финр}}}$$

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп}1}}{I_{\text{исп}2}}$$

Таблица 19 - Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,95	0,9
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4	3,9	3,7
3	Интегральный показатель эффективности	4	4,1	4,11
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,97	0,99	1

Заключение по разделу

В данном разделе были определены финансовый показатель разработки, показатель ресурсоэффективности, интегральный показатель эффективности и, на основании сравнительной эффективности вариантов исполнения, оптимальным был выбран 3 вариант исполнения.

Глава 5. Социальная ответственность

В приведенной главе описаны вопросы санитарных норм и правил процесса эксплуатации разрабатываемой информационной 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. При написании главы было необходимо изучить возможные чрезвычайные ситуации и действия, которые сотрудник должен выполнить в случае возникновения ЧС.

Проектируемая система должна работать автономно, тем не менее, для проверки и поддержания корректного рабочего состояния необходим системный администратор, присутствующий в серверной или офисе. При этом рассматривается рабочая зона сотрудника, включающая компьютерный стол, стул, персональный компьютер, монитор, клавиатуру, компьютерную мышь.

Вредными факторами были определены: неоптимальный микроклимат, неправильное освещение, высокий уровень электромагнитного излучения, повышенный уровень шума, а также длительный монотонный труд. 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, статическое электричество.

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

4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Организация рабочего места с Персональным Компьютером обязательно должна учитывать требования безопасности, эргономики, технической эстетики и промышленных санитарных норм.

Рабочее место организуется с учетом требований ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». Используемая рабочая мебель должна обеспечивать своей конструкцией индивидуальную регулировку в соответствии с ростом пользователя и должна обеспечивать удобную позу для работы. ПК должен быть окружен свободным пространством не менее 60-120см;

В соответствии с Трудовым кодексом РФ 197-ФЗ предусмотрена рациональная организация труда в течение смены, согласно которой:

- Длительность рабочей смены не должна превышать 8 часов;
- Установка двух регламентируемых перерывов – не менее 20 минут после 1-2 часов работы, а также не менее 30 минут после более, чем 2-х часов работы;
- Обеденный перерыв длится не менее 40 минут, может быть установлен в любое удобное сотруднику время рабочей смены.

Каждому сотруднику, поступающему на рабочее место, необходимо провести первичный и вводный инструктажи по технике безопасности, кроме того, в дальнейшем сотрудником должен быть пройден инструктаж по электробезопасности и охране труда.

При выполнении Выпускной Квалификационной Работы на представленном рабочем месте разрабатываемой системы нарушения правовых и организационных норм выявлено не было.

4.2. Производственная безопасность

Во время разработки информационной системы и ее эксплуатации могут возникать вредные и опасные факторы. Для выполнения данной части исследования необходимо руководствоваться ГОСТами и санитарными правилами, и нормами работы на производстве. В таблице

4.1 приведен перечень вредных и опасных для здоровья человека факторов в соответствии с этапами выполнения научно-исследовательской работы.

Стоит отметить то, что химические факторы и шумы не оказывают существенного влияния на здоровье работника, поэтому данные пункты было принято не рассматривать.

Таблица 20. Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Проекти рование	Программ ирование	Эксплу атация	
Отклонение показателей микроклимата рабочего помещения	+	+	+	СанПиН 2.2.2.548-96
Повышенный уровень электромагнитных излучений	+	+	+	СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96
Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03
Монотонность труда	+	+	+	СП 52.13330.2011
Опасность поражения электрическим током	+	+	+	ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ
Повышенный уровень шума на рабочем месте	-	-	+	СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96

При описании опасных и вредоносных производственных факторов важно провести их анализ и выявить степень их воздействия на человека, а также минимально-допустимые нормы.

4.3 Анализ вредных и опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по снижению их воздействия

Отклонение показателей микроклимата

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды, который определяется сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и температуры окружающих поверхностей, действующими на организм человека.

Сочетание неблагоприятных параметров микроклимата может вызвать негативные реакции организма работника, такие, как вялость, усталость, сниженная концентрация и общее снижение производительности, а также может привести к заболеваниям. Причиной этому могут стать переохлаждение, приводящее к простудным заболеваниям, а также перегрев, что приводит к быстрой утомляемости и головной боли. Кроме того, подвижность воздуха влияет на организм способствуя эффективной теплоотдаче при высоких температурах, а при низких также может нанести вред. Допустимые величины параметров микроклимата более наглядно можно рассмотреть в таблице 4.2.

Таблица 21. Допустимые величины показателей микроклимата [13]

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	20,0-21,9	19,0-26,0	15-75	0,1
Теплый	21,0-22,9	20,0-29,0		

Повышенный уровень электромагнитных излучений

Инженерные системы, обеспечивающие подачу электричества к различным объектам, такие, как кабели электропередач, сопутствующее оборудование, розетки, можно отнести к типичным источникам, излучающим низкоуровневые излучения.

Как известно, длительное излучение электромагнитных волн может стать причиной начала бурного развития патологических

процессов в организме человека. Кроме того, многие из них могут вносить нарушения на генетическом уровне.

На производстве в качестве средств защиты от облучений применяются поглощающие (защитные) экраны. В случае данной разработки их использование не целесообразно, так как и в серверной, и в офисе излучение крайне маловероятно может превышать установленную норму в 20 кВ/м. Учитывая исходящую от ЭВМ опасность, следует соблюдать соответствующие меры безопасности при работе с ними:

- Необходимо находиться на безопасном расстоянии во время длительных работ с ЭВМ, оно составляет 30 см;
- Важно сокращать время подвержения излучению;
- Необходимо отключать ЭВМ после завершения рабочего дня.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Работа с компьютером подразумевает постоянный зрительный контакт с монитором. Низкий уровень освещенности рабочей зоны может привести к быстрому утомлению, головным болям, снижению остроты зрения и концентрации внимания, что может привести к ухудшению производительности труда.

Помещения, в которых проводится эксплуатация ПЭВМ должны иметь совмещенное освещение. Это значит, что одновременно должны применяться естественное и искусственное типы освещений в течение полного рабочего дня [14]. В случае, если в помещении не хватает естественного света по нормам, то оно должно дополняться искусственным [15].

В процессе разработки программных продуктов инженеру-программисту приходится различать объекты на мониторе. Данный вид работ относится к подразряду «Г» 3-го разряда зрительных работ (работы высокой точности).

Таблица 22. Требования к освещению помещений промышленных предприятий для операторов ЭВМ

Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		
		Освещенность, лк		
		При системе комбинированного освещения		
		Всего	В том числе от общего	
Средний, большой	Светлый, средний	400	200	200

Освещение не должно создавать бликов на поверхности монитора, следовательно, освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк. Коэффициент пульсации при работе с ПЭВМ не должен превышать 5%. Кроме того, следует ограничивать прямую блесткость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и т.д.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м² [16].

Для источников искусственного освещения следует применять люминесцентные лампы типа ЛБ (белый свет), а при устройстве отраженного освещения допускается применять лампы накаливания. Для рассеивания естественного света на окнах необходимо устанавливать жалюзи или светорассеивающие плёнки.

Монотонность труда

Процесс работы за ЭВМ подразумевает однообразное и многократное повторение схожих действий в течение рабочего дня, а также низкую физическую активность. Монотонный режим работы может привести к сонливости, невнимательности, а также к преждевременному чувству усталости.

Виды трудовой деятельности с персональным компьютером принято подразделять на 3 основные группы:

- группа А – работа по считыванию информации с экрана ВДТ с предварительным запросом;

- группа Б – работа по вводу информации;
- группа В – творческая работа в режиме диалога с ПЭВМ.

Для каждого из приведенных видов трудовой деятельности устанавливается по 3 категории тяжести и напряженности работы. Они определяются:

- для группы А и Б по суммарному числу считываемых или вводимых знаков за рабочую смену;
- для группы В - по суммарному времени непосредственной работы с ПЭВМ за рабочую смену [17].

Для того, чтобы заблаговременно предупредить последствия монотонной деятельности, рекомендуется чередовать работу с ПЭВМ и без нее. Для повышения продуктивности сотрудника устанавливается суммарное время регламентированных перерывов в зависимости от вида категории трудовой деятельности и продолжительности работ с ПЭВМ. Результаты приведены в таблице 4.4.

Таблица 23. Суммарное время регламентированных перерывов

Категории работы с ПЭВМ	Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работ с ПЭВМ			Суммарное время регламентированных перерывов, мин	
	Группа А, кол-во знаков	Группа Б, кол-во знаков	Группа В, кол-во ч.	При 8-часовой смене	При 12-часовой смене
I	До 20000	До 15000	До 2	50	80
II	До 40000	До 30000	До 4	70	110
III	До 60000	До 40000	До 6	90	140

Опасность поражения электрическим током

Работа с ЭВМ может представлять опасность поражения электричеством. Взаимодействие организма человека с проходящим через него электрическим током оказывает термическое, электролитическое и биологическое воздействие. Последствия могут привести к ожогам, изменению свойств органических жидкостей.

Рабочие помещения должны быть оборудованы защитным заземлением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации вычислительной техники и электроустановок. Их не следует размещать вблизи силовых кабелей, высоковольтных трансформаторов, технологического оборудования, создающего помехи в работе ПЭВМ [18].

Таблица 24. Нормы напряжения прикосновения и токов, протекающих через тело человека

Ряд тока	Напряжение прикосновения, В	Ток, мА
	Не более	
Переменный, 50 Гц	2	0,3
Постоянный	8	1

Напряжения прикосновения и токи, приведенные в таблице 4.5 указаны при продолжительности воздействия не более 10 мин в сутки и установлены исходя из реакции ощущения.

Для оператора ПЭВМ при работе с электрическим оборудованием обязательно выполнение следующих мер предосторожности:

- Перед началом работы следует убедиться в исправности и закреплении выключателей и розеток;
- При обнаружении повреждения оборудования необходимо сообщить об этом ответственному за оборудование [17].

Повышенный уровень шума на рабочем месте

При выполнении работ, описанных выше, специалист может оказаться под шумовым воздействием со стороны оборудования, находящегося в рабочем помещении: система вентиляции, кулеры ПК, серверов и пр. Работы, выполняемые специалистом, оцениваются как научная деятельность, следовательно,

Работа системного администратора может классифицироваться как труд средней степени напряженности с лёгкими физическими нагрузками. Для данной категории трудящихся, в помещении с

установками вентиляции, эквивалентный уровень шума в рабочем помещении не должен превышать 65 дБА. [19]

При выполнении работы на ПЭВМ уровень шума на рабочих местах не должен превышать 50 дБА. Шумящее оборудование, у которого уровни шума могут превышать нормированные, должны находиться вне помещения с ПЭВМ. Если нахождение такого оборудования вне помещения с оператором невозможно, то на него необходимо установить “бесшумные” охлаждающие системы. (например, кулеры для вычислительных процессоров, чей шум не превышает 30дБ в нормальном режиме работы)

4.4 Экологическая безопасность

Использование ЭВМ наносит минимально-возможный вред здоровью человека и окружающей среде. Исключением являются аккумуляторы, так как в них содержатся тяжелые металлы, кислоты и щелочи, вредящие природе, попадая в гидросферу и литосферу, если они были неправильно утилизированы [20]. Помимо аккумуляторных батарей необходимо помнить о большом количестве макулатуры, используемой при разработке, а также канцелярских принадлежностей, которые стоит сортировать и утилизировать соответствующим образом. Также, стоит уделить внимание люминесцентным лампам, рекомендуемых к использованию в производственных помещениях. Такие осветительные приборы содержат в себе ртуть.

Следовательно, можно составить список необходимых мероприятий по уменьшению негативного влияния на окружающую среду:

- Использование энергосберегающих ламп;
- Экономия воды и электроэнергии;

- Утилизировать аккумуляторные батареи в специализированных организациях, занимающихся их приемом, утилизацией и переработкой.
- Сдача макулатуры и пластиковой тары в пункты переработки или в определенные баки для соответствующих материалов;
- Осторожность при эксплуатации люминесцентных приборов.

4.5. Безопасность при чрезвычайных ситуациях

При работе в производственном помещении, оборудованном ПЭВМ, наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией может стать пожар.

ЭВМ являются наиболее защищенными от возгорания электронными устройствами: для них не страшны перепады в сети и внезапное отключение электроэнергии. Однако, при нарушении определенных норм использования рабочих машин, даже такое оборудование может вспыхнуть, создав открытый огонь и нанести существенный вред имуществу и здоровью человека.

Во избежание подобных ситуаций необходимо проводить пожарно-профилактические мероприятия:

- Своевременный периодический инструктаж по противопожарной безопасности для персонала;
- Издание инструктажей, плакатов и планов эвакуации в производственном помещении;
- Соблюдение противопожарных норм при монтаже электропроводок, установке техники, систем поддержания микроклимата;
- Обязательное наличие систем противопожарной сигнализации и углекислых или порошковых огнетушителей.

При возникновении чрезвычайной ситуации персонал предприятия должен следовать определенной инструкции для предотвращения

угрозы жизни и здоровья сотрудников, а также для минимизации имущественных потерь [21]:

- Немедленно сообщить руководителю подразделения о происшедшем с ним или по его вине несчастном случае, а также о любом несчастном случае с участием других работников, свидетелем которого он был;
- Оказать пострадавшим при несчастном случае первую доврачебную помощь, помочь доставить его в здравпункт или ближайшее медицинское учреждение или, при необходимости, вызвать медицинских работников на место происшествия;
- Во всех случаях обнаружения обрыва проводов питания, неисправности заземления и других повреждений электрооборудования, появления запаха гари немедленно отключить питание и сообщить об аварийной ситуации руководителю и представителю отдела;
- При обнаружении человека, попавшего под напряжение, немедленно освободить его от действия тока путем отключения электропитания и до прибытия врача оказать потерпевшему первую медицинскую помощь;
- При любых случаях сбоя в работе технического оборудования или программного обеспечения немедленно вызвать представителя отдела;
- В случае появления рези в глазах, резком ухудшении видимости, появлении боли в пальцах и кистях рук, усилении сердцебиения немедленно покинуть рабочее место, сообщить о происшедшем руководителю и обратиться к врачу;
- При возгорании оборудования, отключить питание и принять меры к тушению очага пожара при помощи углекислотного или порошкового огнетушителя, вызвать пожарную команду и сообщить о происшествии руководителю отдела.

Выводы по разделу

В данной главе дипломной работы были исследованы требования к рабочему месту сотрудника. Помещение соответствует всем критериям, а созданные условия должны обеспечивать комфортную работу. Были выявлены вредные и опасные факторы для сотрудника и описаны предельно-допустимые нормы и меры по минимизации их воздействия. Кроме того, были выявлены мероприятия, способствующие уменьшению негативного влияния работы на производстве на окружающую среду. На основе изученной литературы в рамках данной тематики, были указаны требования к поведению сотрудников во время чрезвычайных ситуаций, а также меры по предотвращению их возникновения.

Заключение

Основной целью работы являлась разработка и реализация алгоритмического и программного обеспечения, предназначенного для определения соответствия между последовательностями снимков компьютерной томографии одного человека. Архитектура полученного решения была разработана с учетом последующего расширения функционала, но при этом уже может использоваться для упрощения анализа результатов работы медицинского томографа.

В целом, в рамках разрабатываемого продукта было создано приложение, позволяющее выбрать, обработать и сопоставить между собой данные, полученные при повторных процедурах обследования одного и того же пациента.

Значительная роль была отведена повышению производительности решения. В проекте реализована многопоточная обработка данных, а вычисления были по возможности упрощены.

Система подлежит дальнейшему развитию и улучшению для внедрения в работу медицинских учреждений. В планах дальнейшее развитие проекта:

- Внедрение кластеризации области лёгких пациента для определения поражённых болезнью или подозрительных участков и их выделения на снимках;
- Оптимизация кода программы по времени работы.

Список использованной литературы

1. Статистика и рейтинги профессий [Электронный ресурс] / Пропроф Режим доступа: <http://www.proprof.ru/careera/vybor-professii/statistika-i-reytingi> – Загл. с экрана
2. О развитии систем поддержки принятия врачебных решений и регистрации их как медицинских изделий Режим доступа: <http://www.kmis.ru/blog/o-razvitii-sistem-podderzhki-priniatiia-vrachebnykh-reshenii-i-registratsii-ikh-kak-meditsinskikh-izdelii> – Загл. с экрана
3. Обзор Российских систем поддержки принятия врачебных решений [Электронный ресурс] / Комплексные медицинские информационные системы Режим доступа: <http://www.kmis.ru/blog/obzor-rossiiskikh-sistem-podderzhki-priniatiia-vrachebnykh-reshenii> – Загл. с экрана.
4. Лабораторная работа № 6. Построение диаграммы декомпозиции в нотации DFD [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://khpi-iip.mipk.kharkiv.edu/library/technpgm/labs/lab06.html> – Загл. с экрана.
5. «Выглядит похоже». Как работает перцептивный хэш [Электронный ресурс] <https://habr.com/ru/post/120562/> – Загл. с экрана.
6. Алгоритмы заливки изображений [Электронный ресурс] / Хабр Режим доступа : <https://habr.com/ru/post/116374/> – Загл. с экрана.
7. АЛГОРИТМ ЗАЛИВКИ ЗАМКНУТОГО КОНТУРА Р. П. Худеев [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://expace.narod.ru/imageprocessing/algorithm.html>
8. Модульное тестирование кода C# с использованием NUnit и .NET Core / Руководство по использованию .NET Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/core/testing/unit-testing-with-nunit> – Загл. с экрана.
9. Технология QuaD / Студопедия Ваша школопедия [Электронный ресурс] Режим доступа:

https://studopedia.ru/11_133776_tehnologiya-QuaD.html – Загл. с экрана.

10. SWOT-анализ / Свободная энциклопедия [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.e-xecutive.ru/wiki/index.php/SWOT-%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7> – Загл. с экрана.

11. РАСЧЕТ АМОРТИЗАЦИИ ПО ФОРМУЛАМ / БухСправка учёт и отчётность для бизнеса и физ. лиц [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://buh-spravka.ru/buhgalterskij-uchet/amortizaciya-iznos-os/formula-raschet-amortizacii.html> – Загл. с экрана.

12. Гилязова Л. Р. Методика расчета интегрального показателя финансовой устойчивости на основе данных бухгалтерского баланса / Молодой ученый [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/43/5198/> – Загл. с экрана.

13. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. ГЛАВНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ САНИТАРНЫЙ ВРАЧ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, от 8.04.2003, с изменениями на 15.05.2010.

14. СП 23-102-2003. Естественное освещение в жилых и общественных зданиях. Свод правил по проектированию и строительству. – Постановление Госстроя России, 18.06.2003.

15. СНиП 23-05-95*. Естественное и искусственное освещение (с изменением N 1). – М.: постановление Госстроя России, 29.05.2003.

16. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, 10.12.2009.

17. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – Информационно-издательский центр Минздрав России, 2003.

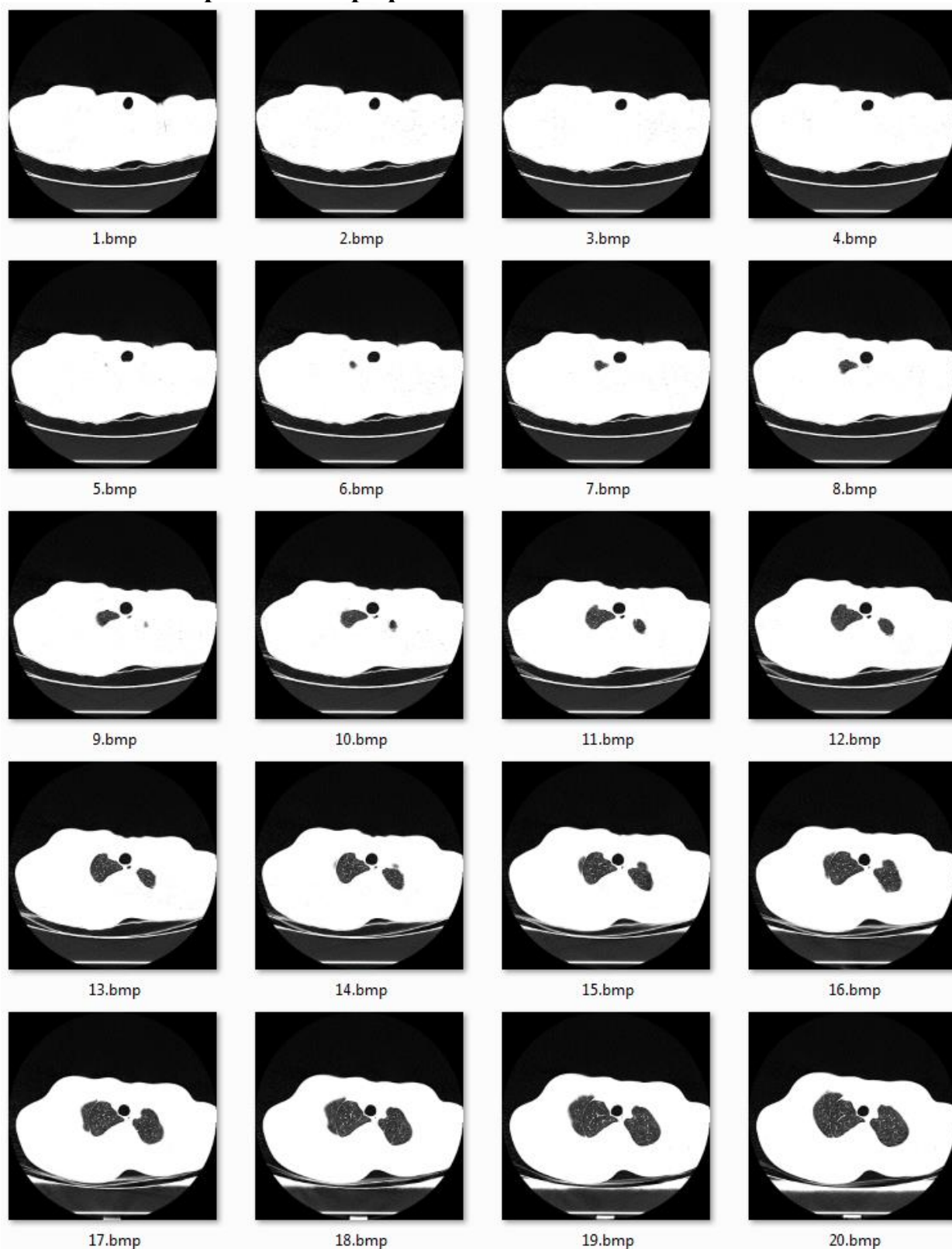
18. СанПиН 2.2.2.548-96. Гигиенические требования к микроклимату в производственных помещениях. Санитарные правила и нормы. – Постановление Госкомсанэпиднадзора России, 1.10.1996.

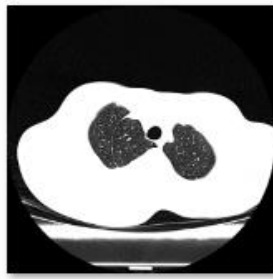
19. СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96. Санитарные нормы. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – Постановление Госкомсанэпиднадзора России от 31 октября 1996 г. № 36.

20. СанПиН 2.1.7.1322-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления. – Главный государственный санитарный врач РФ, 30.04.2003.

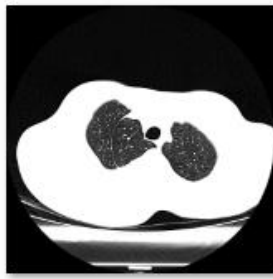
21. Охрана труда в России. [Электронный ресурс] Инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере и видеодисплейных терминалах (Дата обращения: 21.05.2018). Режим доступа: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/instructions/166/149635/

Приложение 1. Пример результата единичной процедуры компьютерной томографии

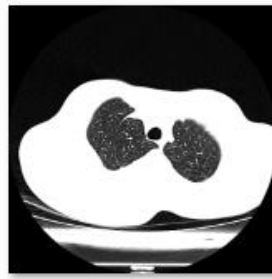




21.bmp



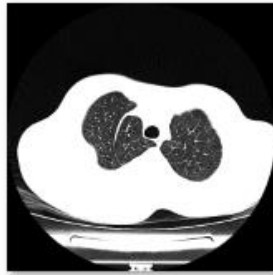
22.bmp



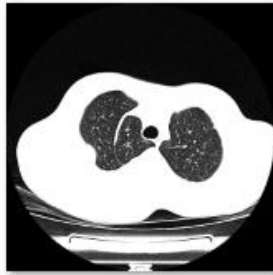
23.bmp



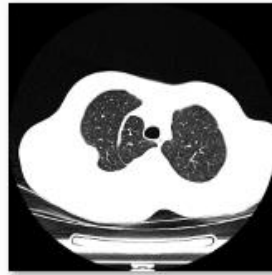
24.bmp



25.bmp



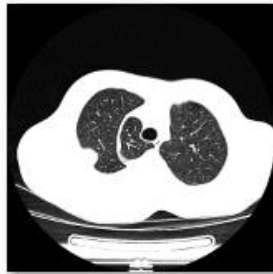
26.bmp



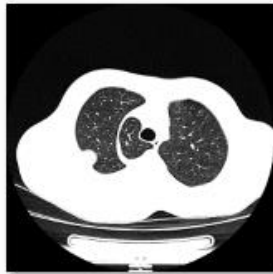
27.bmp



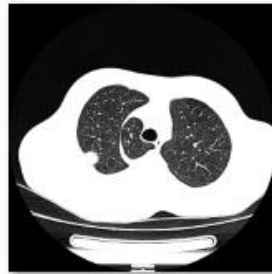
28.bmp



29.bmp



30.bmp



31.bmp



32.bmp



33.bmp



34.bmp



35.bmp



36.bmp



37.bmp



38.bmp



39.bmp



40.bmp



41.bmp



42.bmp



43.bmp



44.bmp



45.bmp



46.bmp



47.bmp



48.bmp



49.bmp



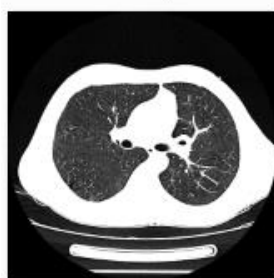
50.bmp



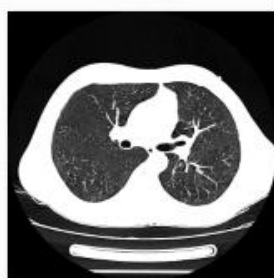
51.bmp



52.bmp



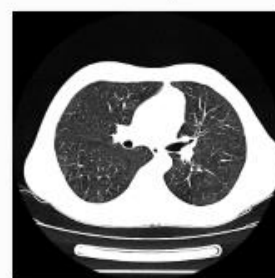
53.bmp



54.bmp



55.bmp



56.bmp



57.bmp



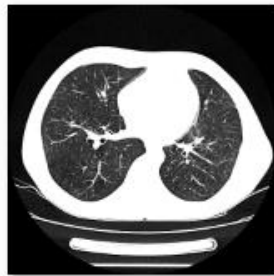
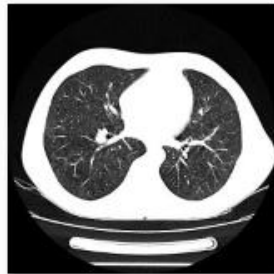
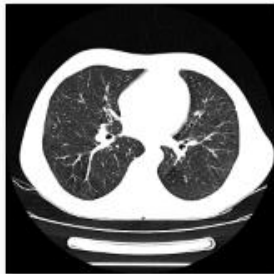
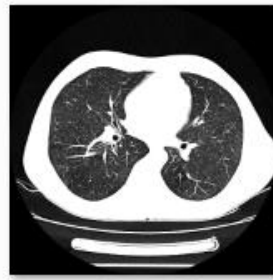
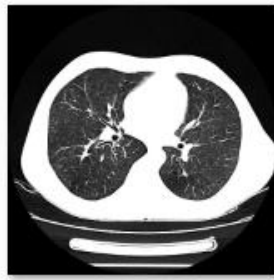
58.bmp



59.bmp

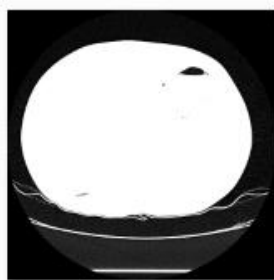


60.bmp

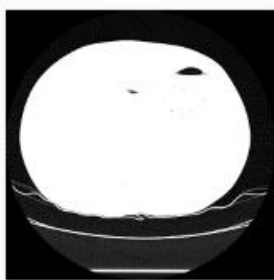




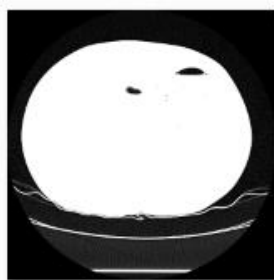




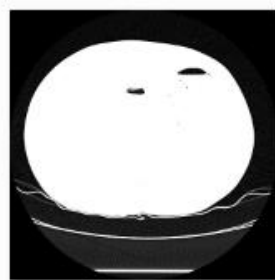
121.bmp



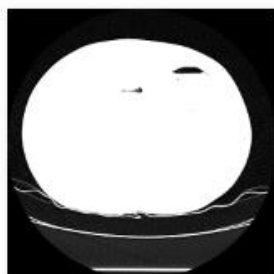
122.bmp



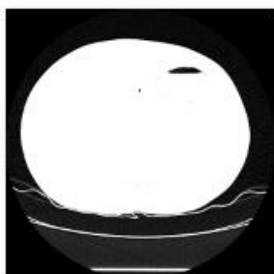
123.bmp



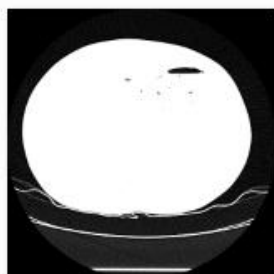
124.bmp



125.bmp



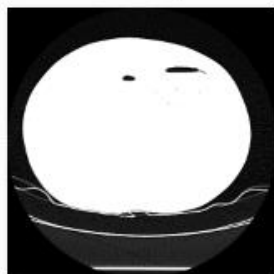
126.bmp



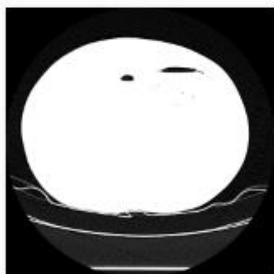
127.bmp



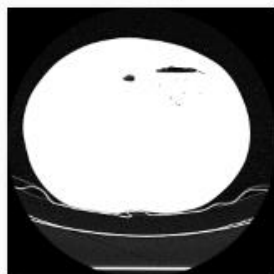
128.bmp



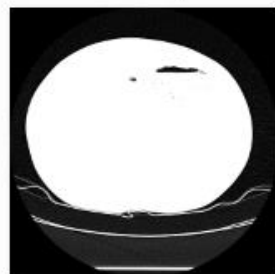
129.bmp



130.bmp



131.bmp



132.bmp