

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки: 12.03.04 Биотехнические системы и технологии
Кафедра промышленной и медицинской электроники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Диагностика рака молочной железы с применением ультразвуковых многоэлементных решеток

УДК 616.19-006-073.786

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д31	Руденко Виктория Васильевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ПМЭ ИНК	Шульгина Юлия Викторовна			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента	Шулинина Юлия Игоревна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры. ЭБЖ	Мезенцева Ирина Леонидовна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ПМЭ ИНК	Губарев Федор Александрович	к.ф.-м.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, производстве, исследовании, эксплуатации, обслуживании и ремонте биомедицинской и экологической техники
P2	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа и синтеза с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей
P3	Выбирать и использовать на основе базовых и специальных знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и иных ограничений
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по разработке высокоэффективной биомедицинской и экологической техники с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
P5	Проводить комплексные инженерные исследования, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных с применением базовых и специальных знаний и современных методов для достижения требуемых результатов
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование в предметной сфере биотехнических систем и технологий, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, проявлять навыки руководства группой исполнителей, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных задач
P10	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности
P11	Демонстрировать знание правовых социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, компетентность в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности
P12	Проявлять способность к самообучению и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки (специальность) Биотехнические системы и технологии
Кафедра промышленной и медицинской электроники

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

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

Студенту:

Группа	ФИО
1Д31	Руденко Виктории Васильевне

Тема работы:

Диагностика рака молочной железы с применением ультразвуковых многоэлементных решеток
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объект исследований – данные с фазированной решётки; Режим работы – периодический; Требования – высокая скорость обработки, малый объём хранимой информации, малая стоимость.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1) Обзор литературы; 2) Проектирование схемы.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1) Структурная схема; 2) Графический материал по результатам эксперимента.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

<i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Мезенцева И.Л.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шулинина Ю. И.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	09.02.2017
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ПМЭ	Шульгина Ю.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д31	Руденко В.В.		

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки (специальность) Биотехнические системы и технологии
Уровень образования высшее
Кафедра промышленной и медицинской электроники
Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2017
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
20.11.2017	Теоретическая часть	30
25.05.2017	Практическая часть	30
15.05.2017	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
14.06.2017	Социальная ответственность	10
7.06.2017	Заключение	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ПМЭ	Шульгина Ю.В.			

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ПМЭ ИНК	Губарев Ф.А	к.ф.-м.н.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1Д31	Руденко Виктории Васильевне

Институт	ИНК	Кафедра	ПМЭ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Биотехнические системы и технологии

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Разработка программы на ПЛИС, для обработки данных с фазированной антенной решетки датчиков. Применение - выявления рака молочной железы.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.</p>	<p>Анализ вредных факторов, которые в свою очередь могут оказать негативное воздействие на человека. К ним относятся: – Отклонение параметров микроклимата при проведении исследований;</p> <p>– Недостаточная освещенность рабочей зоны;</p> <p>– Повышенный уровень шума на рабочем месте;</p> <p>– Повышенный уровень электромагнитного излучения.</p> <p>А также возможно воздействие на человека опасных производственных факторов:</p> <p>– пожароопасность;</p> <p>– электрический ток.</p>
<p>2. Экологическая безопасность:</p>	<p>Утилизация отходов электронной промышленности</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>Возможные ЧС – пожар</p> <p>Для предотвращения пожара нужно установить общие правила поведения и рекомендаций при пожаре, план эвакуации</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p>	<p>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. Проектирование рабочей зоны.</p>

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д31	Руденко В.В.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1Д31	Руденко Виктории Васильевне

Институт	ИНК	Кафедра	ПМЭ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	12.03.04 Биотехнические системы и технологии

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оклад руководителя - 17000 руб. Оклад инженера - 17000 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Премияльный коэффициент руководителя 30%; Премияльный коэффициент инженера 30%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	-Анализ конкурентных технических решений -SWOT-анализ
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Гантта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	- Определение эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. *Оценочная карта конкурентных технических решений*
2. *График Гантта*
3. *Расчет бюджета затрат НИ*

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Ю.И.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д31	Руденко Виктория Васильевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 72 с., 9 рис., 18 табл., 4 источников, 3 прил.

Ключевые слова: рак молочной железы, ПЛИС, ультразвук, фазированные антенные решетки, диагностика, обработка данных, SAFT-метод.

Объектом исследования являются данные, полученные с фазированной антенной решётки.

Цель работы – написать программу в пакете QuattusII 13.0, реализующую обработку данных с фазированной антенной решетки датчиков.

В процессе исследования проводились обзор литературы, моделирование, разработка схемы для обработки данных на ПЛИС.

В результате исследования уменьшения памяти программы на ПЛИС.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: высокая скорость обработки данных, малый объём хранимой информации, низкая стоимость.

Степень внедрения: экспериментальный образец.

Область применения: медицина, диагностика рака молочной железы.

Работа имеет высокую экономическую эффективность и может успешно конкурировать на внутреннем и внешнем рынке.

В будущем планируется разработка блока АЦП и оптимизация схемы.

Оглавление

Введение.....	10
Глава 1. Обзор методов диагностики рака молочной железы.....	11
Глава 2. Разработка и математическое моделирование алгоритма расчета изображения.....	25
Глава 3. Выбор структурной схемы устройства.....	28
Глава 4. Реализация структурной схемы в среде языка Verilog HDL.....	30
Глава 5. Социальная ответственность.....	35
Введение.....	35
5.1 Производственная безопасность.....	36
5.1.1 Отклонение параметров микроклимата при проведении исследований.....	37
5.1.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	38
5.1.3 Повышенный уровень шума на рабочем месте.....	38
5.1.4 Повышенный уровень электромагнитного излучения.....	38
5.1.5 Электробезопасность.....	40
5.2 Экологическая безопасность.....	41
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	42
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	44
5.4.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудоустройства.....	44
5.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	44
Глава 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	46
6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	46
6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	46
6.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	47
6.1.3 SWOT-анализ.....	49
6.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	51
6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	51
6.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ.....	52
6.2.3. Разработка графика проведения научного исследования.....	53
6.2.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	56
Заключение.....	64
Список используемых источников.....	65
Приложение 1 – Структурная схема одного канала обработки данных.....	69
Приложение 2 – Результат работы блока расчета времени.....	70
Приложение 3 – Программа работы блоков обработки данных на языке Verilog HDL.....	71

Введение

Актуальность данной работы является – длительность обработки данных, проблемы построения трехмерного изображения и высокая стоимость современных диагностических систем привели к низкому проценту использования акустических аппаратов при диагностике рака молочной железы. Использование современной технической базы позволит обрабатывать данные в режиме реального времени и безопасно для пациента.

Результаты УЗИ молочных желез выявили образование, подозрительное на онкологию, результаты маммографии не позволяют однозначно исключить наличие злокачественного образования, биопсия показала наличие раковых изменений в молочной железе и требуется расширенное обследование. Это лишь немногие из самых страшных слов, которые женщина может услышать от своего врача. Молочные железы состоят из трех основных типов тканей — жировой, соединительной и железистой. Раком молочной железы (РМЖ) называют злокачественные опухоли, развивающиеся именно из клеток железистой ткани. Вопреки расхожему мнению, РМЖ заболевают как женщины, так и мужчины, однако у женщин он встречается значительно чаще.

Ультразвуковое исследование (УЗИ) молочных желез позволяет оценить структуру их ткани и отличить, например, опухоль от кисты, наполненной жидкостью.

Для построения изображения исследуемого объекта используется метод SAFT. Применение данного метода позволяет получить всю информацию об исследуемом объекте в одном цикле работы решетки, при этом обеспечивая высокую скорость обработки информации.

Научная новизна проекта: получение полного цикла обработки данных методом SAFT в «системе-на-кристалле»

Глава 1. Обзор методов диагностики рака молочной железы

Диагностика рака молочных желез является одна из наиболее острых проблем современной медицины. Это связано, прежде всего, с тем, что в большинстве стран мира рак молочной железы занимает одно из первое место в структуре онкологической заболеваемости у женщин. Следует отметить, что в вопросах диагностики этой патологии существуют большие проблемы и противоречия.

Ежегодно выявляется более 1 миллиона новых случаев, что составляет 10 % все злокачественных опухолей различной локализации.

Несмотря на успехи в лечении и повышение качества диагностики данного заболевания, смертность от рака молочных желез остается высокой: 40% диагностированных случаев заканчиваются летальным исходом. Это следствие, прежде всего, поздней диагностикой данной патологии в связи с несвоевременным обращением пациенток, а также отсутствием высокочувствительных методов определения ранних (доклинических) стадий заболевания, недостаточно точной диагностикой метастазов в регионарные лимфатические узлы.

«Специалистами просчитано, что вероятность заболеть раком молочной железы на протяжении жизни для новорождённой девочки составляет - 3,5%, умереть от него — 1,8%» [1]

На сегодняшний день единственно правильный путь успешного излечения и снижения смертности от рака молочной железы является обеспечение ранней диагностики.

Необходимо подчеркнуть, что благодаря усовершенствованным способам диагностики, рак молочных желез все чаще диагностируется на ранних стадиях, что заметно улучшает шансы на выживание у больных.

Наиболее точным для выявления злокачественных новообразований молочных желез является метод рентгенографии, в ряду серьезных недостатков которого следует отметить дороговизну, стационарность оборудования, болезненность процедуры, а также определенный вред рентгеновского

излучения для организма. Чаще всего при обследовании молочной железы применяется ультразвуковое исследование. В сравнении с другими способами диагностики (обследование маммологом, рентгенография, магнитно-резонансная томография, биопсия) ультразвук является сравнительно точным, дешевым и неинвазивным. Однако у таких приборов, есть ряд недостатков: необходимость координатной привязки, нечеткость изображения в связи с неоднородностью тканей, малая скорость обработки принятых данных. В связи с этим существует необходимость разработки принципиально нового оборудования для диагностики патологий.

Рассмотрим более подробно существующие методы диагностики РМЖ. Попробуем оценить достоинства и недостатки каждого из методов.

Методы диагностики:

- самообследование молочных желез и пальпация желез маммологом;
- рентгенография;
- магнитно-резонансная томография;
- биопсия;
- ультразвуковое исследование;
- МКСТ – маммография.

Самообследование МЖ и пальпация желез маммологом — важные способы ранней диагностики опухолей, которые в ряде случаев могут спасти жизнь женщины. Достоинства этих методов:

- 1) скорость обследования;
- 2) дешевизна;
- 3) неинвазивность.

Однако, при использовании данных подходов обнаруживаются образования значительного размера, велика вероятность ошибок. Кроме того, самообследование требует определенных навыков, а для этого необходимо вести просветительскую работу с населением, пропагандировать самообследование женщин.

Наиболее точным для выявления злокачественных новообразований признан метод рентгенографии. Данный метод получил широкое распространение еще и потому, что в некоторых случаях является единственным методом ранней диагностики заболеваний МЖ, например, доклинических форм рака.

Рентген молочных желез (маммография) позволяет определить рак на ранних стадиях. В ряду других достоинств данного метода высокая точность и четкость получаемых изображений, неинвазивность.

Маммография значительно обогатила диагностические возможности клинического метода и является основным способом профилактического (скринингового) обследования женщин, несмотря на радиационное облучение пациента, существующее при выполнении исследования. Маммография применяется в медицине для скринингового обследования женщин после 40 лет с целью раннего выявления рака молочных желез.

Маммография позволяет определить не только рак, она показывает узловую мастопатию, воспалительные изменения, абсцессы, изменение хода молочных протоков, склеротические возрастные изменения железистой ткани. Также диагностические рентген-обследования молочных желез показывают признаки доброкачественных узлов, которые могут с течением времени трансформироваться в злокачественные образования.

Следует указать и на недостатки данного метода диагностики. Среди них:

- 1) сложность обнаружения кист;
- 2) дороговизна и стационарность оборудования;
- 3) показан пациенткам после 40 лет, у женщин молодого возраста с помощью маммографии не удастся обнаружить от 10 до 40% пальпируемых РМЖ, чувствительность метода составляет лишь 30–50%;
- 4) имеет противопоказания при беременности и лактации;
- 5) умеренные болевые ощущения;

б) сложность обследования при большом или маленьком размере груди;

7) облучение организма пациента.

Ограничения при использовании рентгеновской маммографии имеются также после эндопротезирования молочных желез силиконовыми имплантатами и при дифференциальной диагностике РМЖ и жирового некроза.

Однако, важнейшим недостатком рентгена является вредное излучение.

Рентгеновские лучи представляют собой поток электромагнитных волн, длина которых находится в промежутке между ультрафиолетовым и гамма-излучением. Излучение, лежащее в основе метода, обладает ионизирующими свойствами, способными вызывать патологические изменения в клетках человеческого организма, при этом, чем выше лучевая нагрузка, тем серьезней последствия рентгеновского облучения.

Проходя сквозь ткани человеческого организма, рентгеновское излучение изменяет структуру атомов и молекул, ионизируя, или по-простому «заряжая» клетки. Последствия такого воздействия могут проявляться в виде соматических патологий у самого пациента или в виде различных генетических отклонений у его потомков.

Больше всего негативное влияние рентгеновского излучения отражается на половых гонадах, молочных железах, костном мозге и легких. Вред рентгена заключается и в негативном воздействии на кровь и кроветворные органы. Тяжесть нежелательных последствий от рентгена в различных органах и тканях также зависит от длительности и кратности воздействия – чем дольше длится исследование, тем большая лучевая нагрузка падает на человека. При редких кратковременных сканированиях большинство органов и систем успевают восстановиться от полученного облучения, поэтому шансов на развитие нежелательных последствий почти нет.

Кроме этого, медики отмечают частая необходимость дополнительных диагностических процедур (диагностическая маммография, УЗИ, различные

виды биопсий), значительное число ложноположительных и ложноотрицательных заключений.

Одним из распространенных методом диагностики РМЖ является магнитно - резонансная томография.

Магнитная маммография — простое, рядовое исследование, не требующее госпитализации человека. МРТ обычно проводится в амбулаторных условиях. В основе метода исследования – применение компьютерной системы, а также магнитных полей и импульсов, обладающих высокой частотой. Эти высокочастотные импульсы отвечают за получение качественного изображения сканируемого органа. Снимки чётко покажут устройство определённой части тела человека. Очень удобно, что рассмотреть снимки можно как на самом мониторе в момент сканирования, так и в распечатанном виде после него. Важно, во время МРТ–сканирования человек не подвергается облучению.

Использование МРТ позволяет установить достоверный диагноз даже в спорных случаях. Следует отметить чрезвычайную точность получаемого изображения. Этот метод подходит для пациенток с силиконовыми имплантатами, со шрамами молочной железы. Есть возможность точного определения положения множественных новообразований в разных плоскостях. Данный метод, как и предыдущие, неинвазивен.

Медики отмечают важное значение МРТ для предоперационного обследования пациенток с целью уточнения диагноза и дифференциальной диагностики при недостаточной информативности рентгеновской маммографии и УЗИ [2]

Однако, данный метод противопоказан женщинам, которые вынашивают ребёнка, особенно опасна эта процедура в период первого триместра. Не рекомендуется МРТ кормящим мамам. Врачи рекомендуют отказаться от МРТ молочных желез пациенткам, которые страдают от почечной недостаточности. Нельзя делать МРТ тем, у кого на теле есть металлические предметы, которые невозможно снять на время сканирования. Это могут быть имплантаты из немедицинских материалов, протезы, татуировки, нанесённые

краской с содержанием металла. Такие предметы не только значительно искажают качество картинки, но и сами могут значительно повредиться от действия магнита. Этот метод противопоказан пациенткам с установленными инсулиновыми помпами, кардиостимуляторами, после процедуры они могут выйти из строя. Такое обследование также не могут проходить люди подверженные клаустрофобии.

К числу важных недостатков метода следует отнести и то, что необходимо весьма дорогостоящее оборудование, требующее соответствующего обслуживания, специализированные помещения для размещения приборов.

Суть такого метода диагностики как биопсия заключается в заборе небольшого количества тканей из грудной железы для последующего проведения патоморфологического анализа. Такой анализ наиболее достоверно может подтвердить или опровергнуть наличие злокачественной опухоли в груди. Биопсия позволяет также распознать подозрительные клетки. В зависимости от разновидности биопсии ее могут проводить с применением обезболивающих препаратов или без обезболивания. Скорость проведения процедуры высока.

Процедура назначается далеко не всем пациентам. Чаще всего, перед тем, как назначить биопсию, проводят другие исследования, которые могут дать предварительный результат. К таким методам можно отнести маммографию и УЗИ, если после их проведения появляются подозрения, то назначается биопсия молочной железы. Показания к проведению этой процедуры могут быть также следующие: выделения из сосков, прощупывание плотного образования в груди; пятна на маммографических снимках, подозрительные участки в груди при проведении УЗИ.

К числу недостатков биопсии следует отнести, прежде всего, инвазивность. Часто возникает риск кровотечений, образования гематом, инфицирования. В некоторых случаях пункционная биопсия не позволяет

получить достаточное для анализа количество тканей, и исследование необходимо повторять.

«С целью повышения эффективности диагностики РМЖ на кафедре лучевой диагностики и лучевой терапии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова в 2004 г. был разработан и внедрен в клиническую практику способ КТ диагностики рака молочной железы (патент на изобретение № 2266051 от 09.06.2004 г.). Исследования выполняют на мультиспиральном компьютерном томографе (МСКТ): осуществляется введение неионного контрастного препарата объемом от 80 до 100 мл со скоростью 3 мл/сек с дальнейшим построением мультипланарных (МПП) и 3D-реконструкций.»

«Чувствительность МСКТ-маммографии в выявлении микрокальцинатов составляет 98,3 и 98,0% соответственно. Благодаря получению послойного изображения при МСКТ-маммографии с внутривенным контрастированием имеется возможность его реконструкции в нужной проекции, а также возможность выявления злокачественных опухолей как участков усиленного контрастирования в венозную фазу. К преимуществам метода относится и высокая способность к передаче низкоконтрастных объектов, гораздо большая, чем у других методов построения рентгеновского изображения, что важно для такого органа, как молочная железа. При качественном анализе МСКТ-маммограмм определяют наличие или отсутствие новообразований, их локализацию, размеры, контуры, структуру, взаимоотношение с окружающими тканями, характер контрастирования.»

Исследование применяется при сомнительных результатах маммографии и УЗИ; для выявления множественных очагов поражения, для решения вопроса о тактике лечения и возможности выполнения органосохраняющей операции; при наличии пальпируемого узлового образования в случаях отрицательного или сомнительного результата биопсии; для исключения рецидива опухолевого процесса; для определения точной локализации опухоли опухолевого образования; для диагностики скрытых форм РМЖ при множественных мета стазах из неустановленного очага.

Однако, данный метод не доступен большому числу пациентов. Для ведения диагностики необходимо дорогостоящее оборудование, не менее дорогостоящее обслуживание, специализированные помещения.

Одним из наиболее распространенных и доступных методов диагностики является ультразвуковое исследование.

Отметим достоинства метода:

- 1) неинвазивность;
- 2) отсутствие ионизирующего излучения;
- 3) высокая скорость обследования;
- 4) высокая разрешающая способность;
- 5) сравнительно малая стоимость оборудования;
- 6) не имеет ограничения по возрасту;
- 7) разрешено при беременности и лактации.

Для молодых женщин ультразвуковое исследование молочных желез является более точным методом исследования, чем маммография. Также УЗИ позволяет изучить более детально все участки груди, в том числе те, которые располагаются в области грудной стенки и скрыты для рентгеновских лучей.

«Первые оригинальные исследования молочных желез с помощью ультразвуковых приборов, работающих в одномерном режиме (А-режим), провели Wild J.J. и Neil D. (в 1951 г.). На приборах с двухмерным бистабильным изображением (В-режим) с использованием сложного сканирования Wild J.J. и Reid J.M. (в 1952 г.) впервые провели дифференциальную диагностику кисты и тканевого (солидного) образования МЖ. Метод совершенно безвреден для пациенток, атравматичен, позволяет проводить многократные динамические исследования. Отношение к УЗИ как к методу, дополняющему данные маммографии в выявлении РМЖ, с конца 80-х годов стало меняться. УЗИ МЖ проводится в режиме реального времени с помощью линейных датчиков с частотой 7,5—10 МГц. УЗИ становится обязательным дополнением к маммографии и клиническому осмотру» [3].

Этот метод также имеет свои определенные недостатки: малоэффективен при диагностике фиброаденом.

УЗИ имеет ограничения, обусловленные пределами его возможностей:

- субъективность интерпретации полученного изображения, зависящая от положения трансдюсера;
- отсутствие возможности визуализировать широкий томографический срез МЖ, так как ширина поля сканирования не более 2 см, что дает лишь прицельное изображение;
- низкая информативность при жировой инволюции (слабая ультразвуковая контрастность между опухолевой и жировой тканями);
- отсутствие визуализации непальпируемого рака в виде скопления микрокальцинатов — в силу физических особенностей метода);
- не всегда удастся определить объемные образования менее 1,5 см в диаметре.

Наиболее сложным для УЗИ является дифференциальный диагноз. Трудности возникают и при дифференциальной диагностике некоторых разновидностей кист.

Рассмотрим более подробно методы УЗИ-диагностики.

Для проведения обследований в основном применяются УЗИ 2 метода: теневой и эхо – импульсный.

При использовании теневого метода источник и приемник сигнала расположены друг напротив друга с 2 сторон объекта контроля рисунок 1

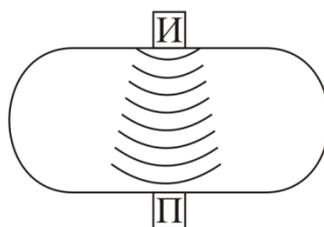


Рисунок .1 – Теневой метод сканирования

Признаком наличия неоднородности будет являться значительное уменьшение амплитуды принятого сигнала, или его полное исчезновение (из-за наличия патологии возникает акустическая тень)

Достоинства теневого метода:

- Простота интерпретации полученных сигналов
- Низкая зависимость амплитуды сигнала от ориентации патологии
- Высокая помехоустойчивость
- Отсутствие мертвой зоны

Недостатки:

- Можно применять только при двустороннем доступе к объекту контроля
- Сложность ориентации пьезопреобразователя относительно центральных лучей диаграммы направленности
- Невозможность точной оценки координат неоднородностей
- Низкая чувствительность (в 10...20 раз меньше) по сравнению с эхо-методом.

Для использования эхо-метода в качестве источника и приемника используется 1 датчик. Метод основан на регистрации эхо-сигнала, отраженного от неоднородности рисунок 2.

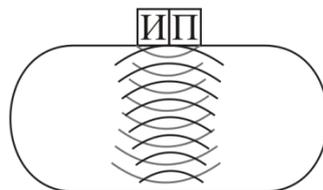


Рисунок 2 – Эхо-импульсный метод сканирования

Достоинства:

- Односторонний доступ к пациенту
- Наибольшая чувствительность к выявлению патологий
- Высокая точность определения координат неоднородностей

Недостатки:

- Низкая помехоустойчивость
- Наличие мертвой зоны

Таким образом, исходя из приведенных данных, необходимо сделать вывод: для проведения обследований намного рациональнее использовать эхо-метод.

Таким образом, наиболее распространенным и точным для выявления злокачественных новообразований молочных желез является метод рентгенографии, в ряду серьезных недостатков которого следует отметить дороговизну, стационарность оборудования, болезненность процедуры, а также определенный вред рентгеновского излучения для организма. Чаще всего при обследовании молочной железы применяется ультразвуковое исследование. В сравнении с другими способами диагностики (обследование маммологом, рентгенография, магнитно-резонансная томография, биопсия) ультразвук является сравнительно точным, дешевым и неинвазивным. Однако у таких приборов, есть ряд недостатков: необходимость координатной привязки, нечеткость изображения в связи с неоднородностью тканей, малая скорость обработки принятых данных. В свете вышесказанного существует необходимость разработки принципиально нового оборудования для диагностики патологий.

В современной мировой и отечественной практике в различных сферах человеческой деятельности все большее распространение приобретают ультразвуковые информационно-измерительные системы (УЗИИС) на основе фазированных антенных решеток (ФАР) пьезоэлектрических преобразователей (ПЭП), которые обеспечивают повышенную достоверность и точность формирования в реальном масштабе времени двумерных ультразвуковых изображений (томограмм), сечений контролируемых объектов.

Фазированная антенная решетка – это антенная решетка, в которой присутствуют управляемые фазы или фазовые сдвиги. Фазы принимают волны элементами решетки, или же излучают их своими излучателями.

Ультразвуковые фазированные решётки обеспечивают динамическое фокусирование, т.е. позволяют изменять местоположение фокуса без перемещения самой решётки, а также создавать при необходимости несколько фокусов одновременно.

Фазированную антенную решетку составляют излучающие элементы, расположенные на одинаковом расстоянии друг от друга в одной плоскости. С

элементами соединяются сигналы микроволнового диапазона, которые совпадают по своей фазе и имеют равные амплитуды. Генерируется сигнал микроволнового диапазона задающим генератором, усиливают его лампы бегущей волны и транзисторы.

Метод ультразвуковой фазированной решетки основан на преобразовании и генерировании ультразвуковых волн. Преобразователь (кристалл) решетки - это собой множество пьезоэлектрических элементов. Генератор контролирует все элементы для формирования лучей. Выходом генератора является обычный амплитудный сигнал в реальном времени, эквивалентный стандартному А-скану.

Фазированная решетка относится к ультразвуковым технологиям. Она весьма эффективно применяется в области медицины. В акушерстве используется с начала 1980-х годов.

ФАР используются ультразвуковой хирургии и терапии. Потенциальными областями клинического применения решёток являются: онкология, разрушение тканей предстательной железы(простаты), хирургия фибромиомы матки, литотрипсия, стимуляция рецепторных нервных структур. Показаны перспективы применения двумерных решёток в кардиологии, для лечения глаукомы, для нейромодуляции структур мозга и воздействия на внутримозговые опухоли через невоскрытый череп, а также в пластической хирургии и косметологии.

Фазированные решётки с успехом используются для воздействия фокусированным ультразвуком на внутримозговые опухоли через невоскрытый череп, а также для нейромодуляции структур мозга. Часть новых возможностей уже подтверждена в предклинических испытаниях, другие пока исследуются в лабораториях. Полусферические фазированные решётки уже были использованы в неврологических клиниках для снятия невропатической боли, лечения эссенциального тремораи болезни Паркинсона. Получены обнадеживающие результаты по применению фокусированного ультразвука для разрушения внутримозговой опухоли – глиобластомы, невралгии

тройничного нерва, также внутримозговых кровоизлияний и болезни Альцгеймера. Также была показана возможность применения мощного фокусированного ультразвука для воздействия на гематоэнцефалический барьер мозга, а также способность усиливать иммунную систему человека для борьбы с раком.

Применение ФАР находит все более широкое применение в диагностике рака молочной железы. Более того, использование данного метода значительно упрощает процесс исследования: не требует от оператора постоянного перемещения датчика для получения целостной картины.

Разработаны 2 метода сканирования: метод фокусированной синтезированной апертуры SAFT (Syntheticaperturefocusingtechnique) и метод тактированной фазированной решетки или SPA (Samplingphasedarray).

При использовании метода SAFT процесс реконструкции изображения состоит в следующем. Для каждой точки формируемого изображения из пары приемник - излучатель производится выборка отсчетов, времена задержки которых равны временам распространения ультразвуковых импульсов от излучающего элемента антенной решетки к соответствующей визуализируемой точке в объекте контроля и обратно к приемному элементу. Обработка принятого сигнала производится для всех вариантов, т. е. для всех сочетаний излучающих и приемных элементов решетки. Сумма полученных амплитуд и определяет яркость (или цвет) каждой точки изображения. В результате величина сигнала в каждой точке изображения эквивалентна сигналу фокусирующего ультразвукового преобразователя, направленного в соответствующую точку сечения объекта. Общее количество точек фокусировки равно количеству пикселей изображения и достигает обычно десятков тысяч. Изображение реконструируется по точечно (подобно телевизионному) и является прямоугольным.

Недостатком является необходимость координатной привязки. Возможно неточное определение координат (из-за вариаций скорости ультразвука в материале), вследствие чего сложно получить четкое

акустическое изображение. Также важно отметить сравнительную медлительность этого метода.

Метод SPA основан на поочередном возбуждении каждого преобразователя решетки. Ультразвук распространяется во всех направлениях. Прием отраженных сигналов осуществляется всеми преобразователями одновременно. Формируется матрица временных данных, которая затем используется в получении изображения. При сканировании решетка движется по двум перпендикулярным осям с заданным шагом над объектом контроля.

Глава 2. Разработка и математическое моделирование алгоритма расчета изображения

Обработка данных с многоэлементного датчика

Для построения изображения исследуемого объекта в работе используется метод SAFT. Применение данного метода позволяет получить всю информацию об исследуемом объекте в одном цикле работы решетки, при этом обеспечивая высокую скорость обработки информации.

В среде Matlab реализован алгоритм SAFT для проверки корректности аппаратной обработки данных, алгоритм приводится на рисунке 3.

В алгоритме, представленном на рисунке 3, показана полная работа программы. В начале программа запрашивает разрешение картинку k , т.е. количество точек расчета, лежащих между двумя соседними элементами решетки. Затем программа строит матрицу, совпадающую по размерности с изображением объекта. Далее происходит загрузка данных из файла – массив амплитуд, снятые с пьезодатчика. В следующем блоке происходит формирование нулевой матрицы, и далее происходит расчет матриц расстояний от излучателя до точки и от точки до приемника. Затем происходит сложение двух этих матриц. Дальше осуществляется подстановка значений из загруженных файлов в матрицу расстояний от излучателя до приемника через точку. В следующем блоке происходит сложение всех матриц глобального цикла. По полученным данным формируется матрица изображения. Результат работы программы можно посмотреть на рисунке 4.

На схему поступает нулевая матрица размерностью m . Далее каждое число матрицы подается на блок 1 ветвления алгоритма, если условие выполняется, то значение исходной матрицы поступает на блок операций 2, а если нет, то алгоритм, заканчивается. После блока 2 значение переходит в блок 3 ветвления алгоритма, в нем идет сравнение номера строки взятого изначально, если значение удовлетворяет условию, то значение записывается в новую матрицу (блок вывода результата 5), если же нет, то к номеру столбца добавляется единица и значение переходит на блок сравнения 1. Затем в блоке операции 6 к номеру строки матрицы добавляется единица, и далее алгоритм повторяется, начиная с блока 2.



В представленном алгоритме используются следующие обозначения:

- N- номер излучателя;
- M- номер приемника;
- m- размерность матрицы;
- k- разрешение;
- i- взятое из матрицы число.

Рисунок 3 – Алгоритм программы.

Алгоритм расчета расстояний от излучателя до приемника через точку работает следующим образом:

В начале цикла мы задаемся переменными m и n , где m – номер строки, а n – номер столбца, их мы приравняем к нулю. Во втором блоке идет добавление к каждой переменной единицу. Далее идет проверка условия $m > 5$ и $n > 5$, если да, то цикл заканчивается, но если нет, то цикл, продолжается. В зависимости от выбранного разрешения происходит построение матрицы нужного размера. Следующим шагом выполняются математические вычисления для нахождения времени распространения сигнала от каждого датчика до каждой точки и от каждой точки до каждого приемника излучения. Затем происходит запись новых матриц T и t , и возвращение в блок суммирования 1.

Результат программы с разрешением $k=55$

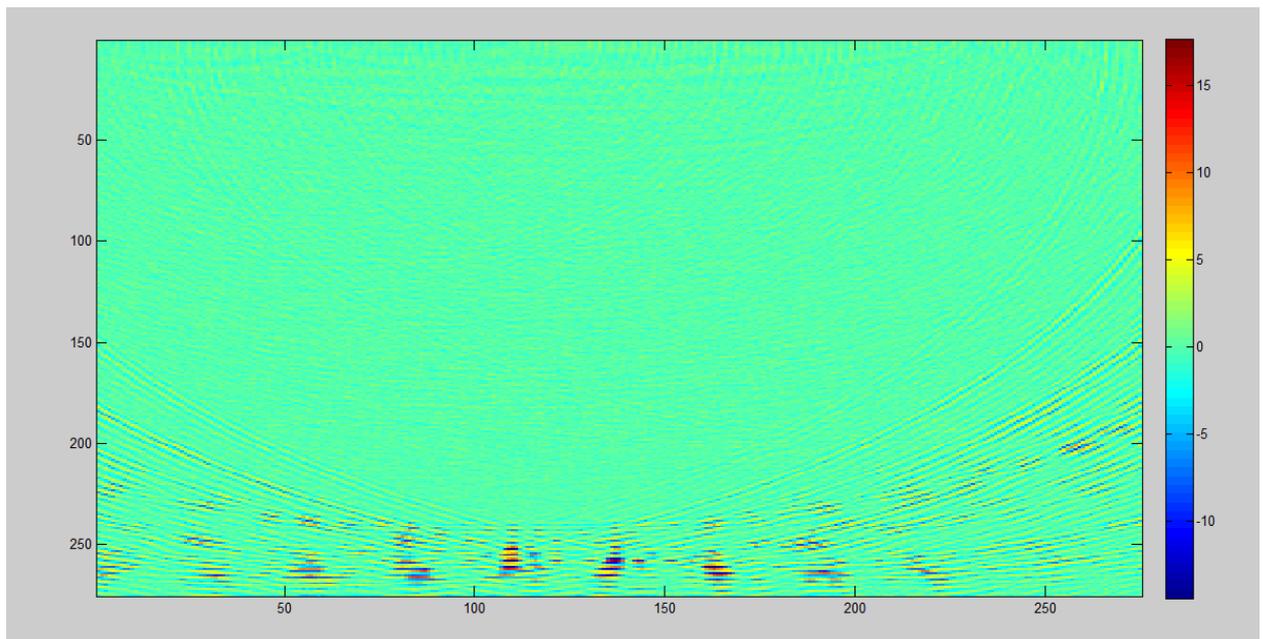


Рисунок 4. Результат обработки данных.

Глава 3. Выбор структурной схемы устройства

Для реализации аппаратной обработки данных в режиме «реального» времени методом SAFT в программном пакете Quartus II 13.0 на языке программирования Verilog HDL создано описание цифровой схемы, обеспечивающей реализацию алгоритма обработки данных. Структурная схема приводится на рисунке 5.

С каждым тактом данные передается из одного блока в другой. С блока «Счетчик точек» подает значение на блок «Расчет времени». В данном блоке происходит расчет времени от излучателя до точки и от точки до приемника по алгоритму, представленному ранее. Результат расчета расстояния определяет адрес ячейки памяти в блоке «Память А-скана», откуда происходит чтение амплитуды сигнала для соответствующей точки. В последующем данные из «Памяти А-скана» поступают в «Память изображения», где и строится непосредственно само изображение. В конце построенное изображение выводится на дисплей.

Структурная схема работы ПЛИС

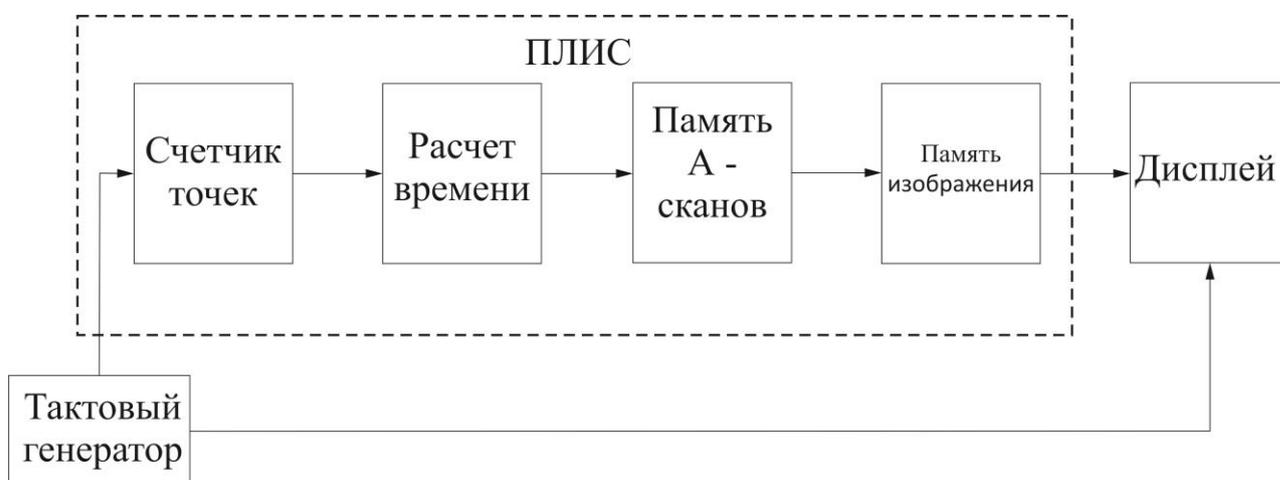


Рисунок 5. Структурная схема одного канала обработки данных

Блок «Тактовый генератор» - задает такт каждому из блоков.

Блок «Счетчик точек» - Считает номер столбца и номер строки

Блок «Расчета времени» - по данным пришедшим из блока «Счетчик точек», рассчитывается время по формуле 1

$$T = \sqrt{((n - 1) - (N * k))^2 + m^2}$$

$$t = \sqrt{((n - 1) - (M * k))^2 + m^2} \quad (1)$$

N - номер излучателя;

M - номер приемника;

m - номер строки;

n - номер столбца;

k - разрешение;

Блок «Память А-сканов» - по полученным данным из расчетов времени получаем координаты, по которым берет из памяти А - сканов данные для построения изображения.

Блок «Память изображения» - полученные данные для построения изображения строим изображения и сохраняем в память.

Блок «Дисплей» - выводит на дисплей полученное изображение. При необходимости блок «Дисплея» можно заменить на блок «Персональные компьютер», как показано на Рисунок 6.

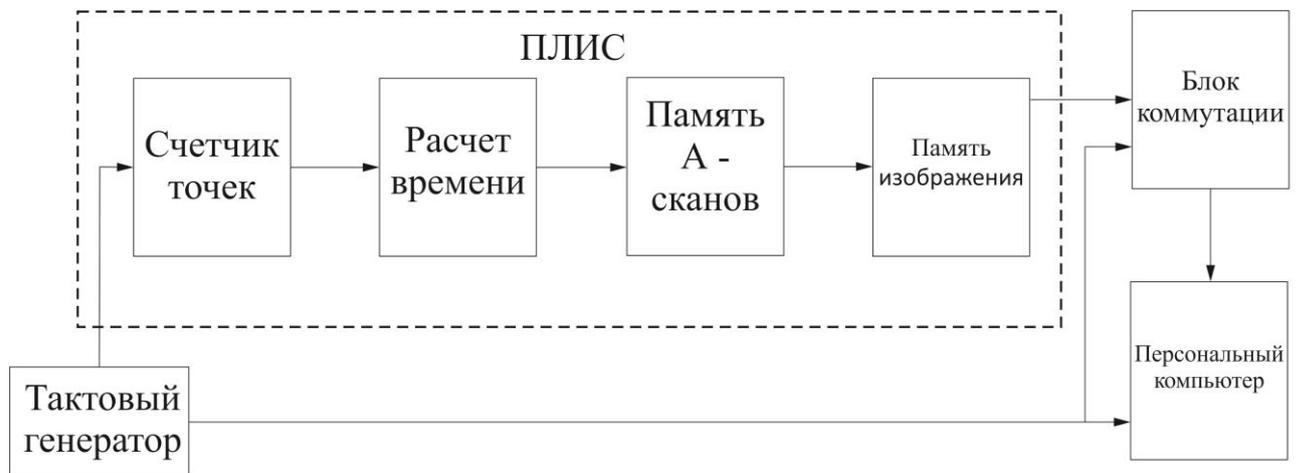


Рисунок 6. Структурная схема одного канала
(вывод на Персональный компьютер)

Глава 4. Реализация структурной схемы в среде языка Verilog HDL

Самый большой блок в программе — это расчет матрицы времени. Для расчета времени потребуются программы сложение и умножение данных, выведение число из-под корня, умножение и деление данных на параметры разрешения картинки и скорости распространения ультразвука. Данных линий в программе будет 17, одна линия высчитывает от излучателя до точки, а шестнадцать оставшихся высчитывают время распространения сигнала от точки до приемника. Все линии работают одновременно, что помогает сократить время расчета времени распространения сигнала от излучателя до приемника через точку. Схему одного канала представлено в приложении 1.

Рассмотрением каждое действие более подробно.

Первый блок это – сумма номер строки и номер столбца минус номер излучателя, каждое слагаемое суммы возведенное в квадрат.

```
module L (L, n, h, M);
output [12:0] L;
input n, h, M;
wire [12:0] L;
wire [3:0] M;
wire [3:0] n;
wire [3:0] h;
assign L = (((n-M)*(n-M))+(h*h));
endmodule
```

Результат работы блока представлено в приложении 2.

Второй и третий блок — это работа с корнем.

Выведение числа из-под квадратного корня на ПЛИС

Для извлечения числа из-под квадратного корня на ПЛИС, нужно из десятичной системы осуществить перевод в двоичную систему. Записав число в двоичную форму и, начиная со старшего разряда, необходимо выделить участки, равные 2 битам.

Нужно учитывать, что если исходное число длиной 8 бит, то искомое число будет занимать 4 бита, т.к. при умножении двух чисел их длина будет равна сумме длин каждого слова. Рассмотрим аппаратное извлечение корня на примере числа 101111012.


```

assign sqrt[0] = din[15:0] < {sqrt[7:1], 1'b1} * {sqrt[7:1], 1'b1} ? 1'b0 : 1'b1;
endmodule

```

Для справки для реализации данного действия на ПЛИС нам потребуется один машинный такт, иначе как на микроконтроллере понадобится для получения (n+1) цифр корня следует выполнить (n+1) циклов, каждый из которых распадается на три такта.

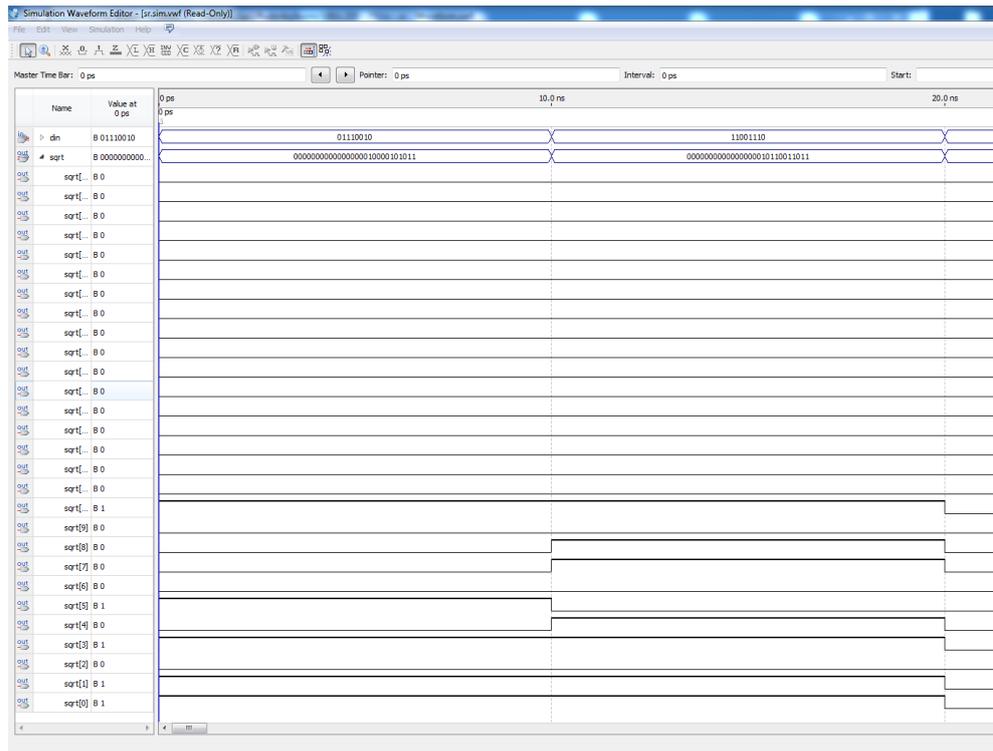


Рисунок 7 - Диаграмма выведения квадратного корня.

В четвертом блоке идет работа скоростью распространения ультразвука в среде (в работе берется скорость распространения ультразвука для молочной железы 1540 м/с).

```

module t11 (T1, sqrt);
output [15:0] T1;
input [13:0] sqrt;
parameter v=1540;
assign T1= (sqrt)/v;
endmodule

```

После того, как будет рассчитано время для двух отрезков, включающих в себя время распространения УЗ от излучателя до расчетной точки и от точки до соответствующего приемника, результирующее время распространения сигнала получается посредством сложения.

```

module T (T, T5, T6);

```

```

output [17:0] T;
input [15:0] T5;
input [15:0] T6;
wire [17:0] T;
wire [15:0] T5;
wire [15:0] T6;
assign T=T5+T6;
endmodule

```

И так для каждой линии расчета времени от точки до приемника.

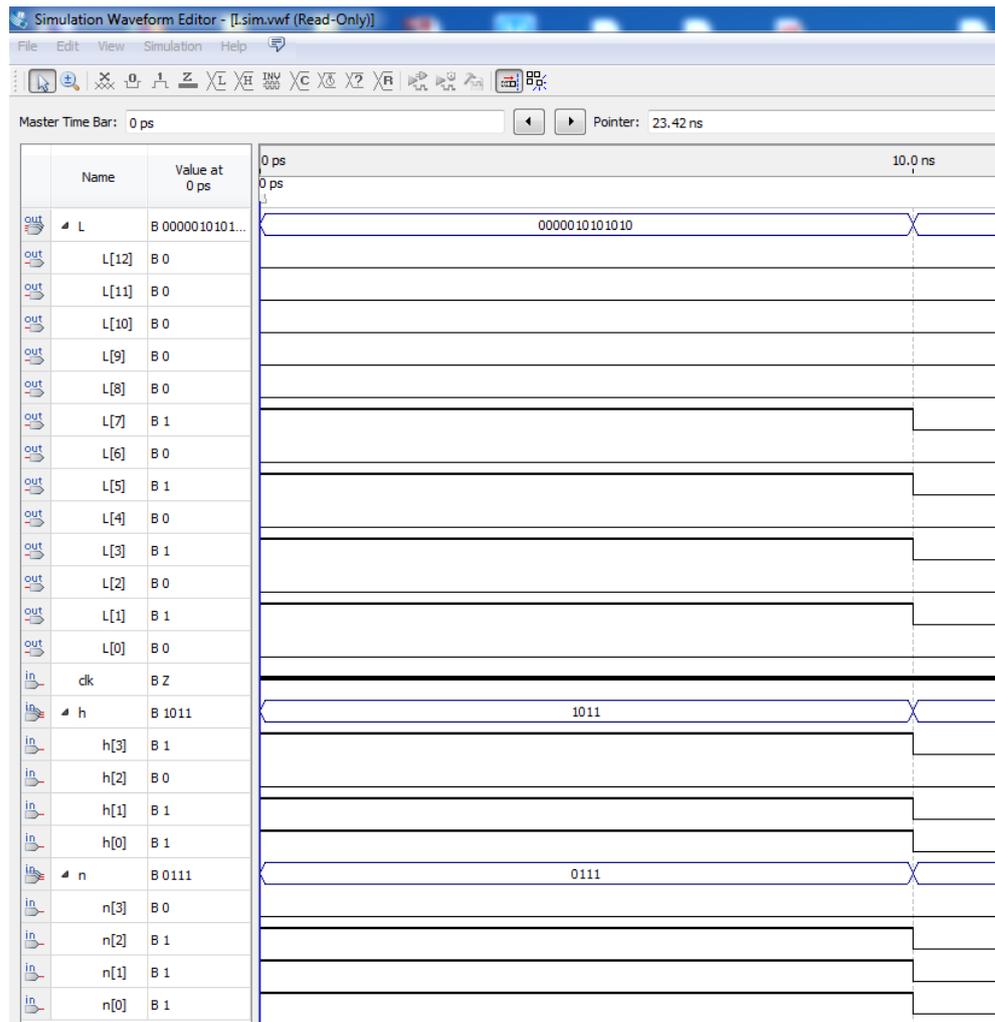


Рисунок 8 – Диаграмма работа скоростью распространения ультразвука в среде

После сложения времени все данные из памяти А-скана по данным которые пришли в память берется число, которое соответствует расстоянию, и далее проходит в сумматор всех линий

```

module glob (G, O0, O1, O2, O3, O4, O5, O6, O7, O8, O9, O10, O16, O12, O13, O14, O15);
input [11:0] O0, O1, O2, O3, O4, O5, O6, O7, O8, O9, O10, O16, O12, O13, O14, O15;
output [15:0] G;
wire [11:0] O0, O1, O2, O3, O4, O5, O6, O7, O8, O9, O10, O16, O12, O13, O14, O15;

```

```
wire [15:0] G;  
assign G= O0+O1+ O2+O3+ O4+O5+ O6+ O7+ O8+ O9+ O10+ O16+ O12+ O13+ O14+ O15;  
endmodule
```

Данные из сумматора записываются в память новой матрицы, затем по этим данным строится изображение, снятое с ультразвуковых многоэлементных решёток. Блок памяти взять из инструмента MegaWizard.

Блок тактирования служит для синхронизации работы всей схемы. Программа работы представлена в приложении 3.

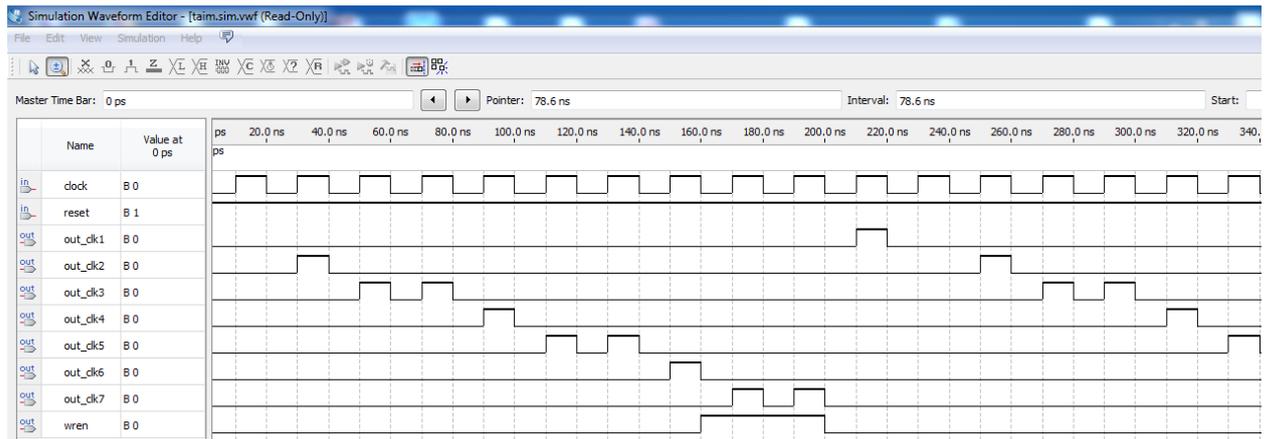


Рисунок 9 – Диаграмма тактирования

Глава 5. Социальная ответственность

Введение

Длительность обработки данных, проблемы построения трехмерного изображения и высокая стоимость современных диагностических систем привели к низкому проценту использования акустических аппаратов при диагностике рака молочной железы. Использование современной технической базы позволит обрабатывать данные в режиме реального времени и безопасно для пациента. Данная работа рассчитана на женщин старше 35 лет, т.к. они находятся в группе риска по заболеванию раком молочной железы.

Для аппаратной обработки данных потребуется программируемая логическая схема (ПЛИС). Сама процедура обработки данных заключается в приёме отражённого ультразвукового сигнала в виде амплитудного А-скана и последующей его обработки для визуализации среза контролируемого материала.

5.1 Производственная безопасность

В данном разделе составим таблицу «Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы» (таблица X). Она необходима для того чтобы, систематизировать вредные и опасные факторы, которые могут присутствовать на рабочем месте.

Согласно ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ элементы условий труда, выступающих в роли опасных и вредных производственных факторов, можно разделить на четыре группы:

- физические;
- химические;
- биологические;
- психофизиологические.

Таблица 1 - Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Ф а к т о р ы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Постоянная сидячая работа в помещении за компьютером	Отклонение параметров микроклимата при проведении исследований		СанПиН 2.2.4.548-96
	Недостаточная освещенность рабочей зоны		СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03
	Повышенный уровень шума на рабочем месте		ГОСТ 12.1.003-83 с изм. 1999 г., ГОСТ 12.1.012-90
		Электробезопасность	ГОСТ 12.1.019-79
	Повышенный уровень электромагнитного излучения		ГОСТ Р 50923-96

5.1.1 Отклонение параметров микроклимата при проведении исследований

Микроклимат производственных помещений определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха.

Отклонения данных параметров от нормы оказывает вредное влияние на человека, при этом обычно возникают ухудшение самочувствия работника, снижение эффективности работы и различные заболевания.

Неблагоприятные условия могут вызывать перенапряжение механизма терморегуляции, что ведет к перегреву или переохлаждению организма. Высокая температура приводит к усталости рабочих может привести к перегреву тела, тепловому удару. низкая температура может вызвать местное или общее охлаждение организма и привести к простудам или обморожения.

Высокая относительная влажность при высокой температуре способствует гипертермии при низкой температуре увеличивает передачу тепла от кожи. Низкая влажность вызывает неприятные ощущения в виде сухих слизистых оболочек дыхательных путей работы.

Для удобства работы в помещении необходимо нормирование параметров микроклимата (таблица 2) и применение защитных мероприятий защиты от вредного влияния отклонения параметров микроклимата.

Таблица 2 – Оптимальные показатели микроклимата

Период года	Температура воздуха, оС	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	22-24	60-40	0,1
Теплый	23-25	60-40	0,1

Таблица 3 – Допустимые показатели микроклимата

Период года	Температура, град.С		Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	Дип. ниже о.в	Дип. ниже о.в		Дип. ниже о.в	Дип. ниже о.в
Холодный	19 – 20,9	23,1 – 24	15 – 75	0,1	0,2
Теплый	20 – 21,9	24,1 – 28	15 – 75	0,1	0,3

5.1.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Основная часть исследовательской работы будет проводиться за персональным компьютером и программируемой логической схемой (ПЛИС). Помещения, в которых будет проводиться работа за компьютером должны иметь естественное и искусственное освещение. Освещенность на поверхности стола в зоне работы должна быть 300 – 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%. [СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03].

5.1.3 Повышенный уровень шума на рабочем месте

Шум при длительном воздействии на человека могут отрицательно сказаться на его самочувствии. У человека может заболеть голова, появится раздражительность.

Согласно ГОСТ 12.1.003-83 с изм. 1999 г. эквивалентный уровень звука не должен превышать 50 дБА.

В рабочем помещении по замерам уровень звука составляет 25-40 дБА, в зависимости от того, работает или нет кондиционер. Соответственно уровень шума находится в номе.

Для дальнейшего его снижения можно предложить следующие мероприятия:

- применить звукопоглощающее покрытие стен;
- экранировка рабочего места;
- установка менее шумного кондиционера

5.1.4 Повышенный уровень электромагнитного излучения

Электромагнитные излучения – электрические и магнитные поля, распространяющиеся в пространстве. Степень воздействия электромагнитного излучения на человека зависит от интенсивности излучения, частоты и времени воздействия. Длительное воздействие электромагнитного поля большой интенсивности вызывает сильное стрессовое состояние, сонливость,

повышенную утомляемость, головную боль, гипертонию, изменение сердечной мышцы, а также нарушения дыхательной и нервной систем.

Источниками электромагнитного излучения являются: персональный компьютер и источник питания. Согласно технической документации, электромагнитное излучение компьютера соответствует норме [СанПиН 2.2.2/2.4.2620-10].

Предельно допустимые уровни воздействия ЭМИ на человека составляют [СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96]:

– Предельно допустимые значения энергетической экспозиции по плотности потока энергии 200 мкВт/см²

– Предельно допустимые уровни плотности потока энергии в диапазоне частот 300 МГц - 300 ГГц при продолжительности воздействия от 2,5 часов и менее 80 мкВт/см²

– Предельно допустимые нормы электромагнитного излучения при работе за ЭВМ представлены в таблице 3

Таблица 3 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ЭВМ на рабочих местах

Наименование параметров		
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Проведение работ на электроустановках осуществляется в строгом соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности и производственной санитарии в электронной промышленности». Последние учитывают особенности отрасли и специфику радиоэлектронного оборудования. Все вышеуказанные «Правила» распространяются на работы с действующими электроустановками и радиоэлектронным оборудованием.

Источником электромагнитных полей являются дисплеи (мониторы), особенно дисплеи с электронно-лучевыми трубками. Излучением является в малой степени спектр радиочастот. Основным спектром частот является инфракрасный, видимый, и ультрафиолетовый спектр. Инфракрасный и видимый спектр не наносят заметного вреда человеку, если остальные факторы соблюдаются в норме. Ультрафиолетовый спектр излучения в больших дозах приводит к дерматиту кожи, головной боли, рези в глазах. Напряженность электрического поля должна составлять не более 20кВ/м. Поверхностный электростатический потенциал должен быть менее 500В. На расстоянии от 5 до 10 см от экрана монитора уровень напряженности может достигать 140 В/м, что значительно превышает уровень допустимых значений [СанПиН 2.2.4.1191-03].

5.1.5 Электробезопасность

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

Устанавливает предельно допустимые уровни (ПДУ) напряжений и токов ГОСТ 12.1.038 – 82.

Мероприятия, проводимые для устранения факторов поражения электрическим током:

а) все лица, приступающие к работе с электрооборудованием, проходят инструктаж на рабочем месте, допуск к самостоятельной работе разрешается лишь после проверки знаний техники безопасности;

б) осуществляется постоянный контроль качества и исправности защитных приспособлений и заземлении, ремонтно-наладочные работы на

действующих электроустановках производится только с использованием защитных средств;

в) эксплуатация электроустановок предусматривает введение необходимой технической документации; обеспечивается недоступность к токоведущим частям, находящимся под напряжением; корпуса приборов и электроустановок заземляются;

Согласно ГОСТ Р 12.1.019-2009 данная лаборатория относится к первому классу опасности, так как в ней учтены все необходимые правила по электробезопасности, это сухое помещение без повышенного напыления, температура воздуха нормальная, пол покрыт изоляционным материалом. Все электрооборудование и приборы находятся на своих местах и имеют защитное заземление с сопротивлением не более 4 Ом (ГОСТ 12.1.030-81.) Все сотрудники проходят первичный инструктаж по электробезопасности.

Воздействие электрического напряжения на человека связано с протеканием через него тока. Прохождение тока может вызывать у человека раздражение и повреждение различных органов. Пороговый неотпускающий ток составляет 50 Гц (6-16мА). Защита от воздействия электрического тока осуществляется путем проведения организационных, инженерно-технических и лечебной-профилактических мероприятий.

При поражении работника электрическим током необходимо как можно скорее освободить пострадавшего от воздействия электрического тока, проверить состояние пострадавшего и вызвать при необходимости скорую помощь, до приезда скорой помощи оказать пострадавшему необходимую первую помощь или, при необходимости, организовать доставку пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение, о произошедшем несчастном случае поставить в известность руководителя структурного подразделения.

5.2 Экологическая безопасность

Согласно ГОСТ 17.2.1.01-76, изготовление и использование ПЛИС не наносит вред окружающей среде. На этапе монтажа печатного узла используется свинец, содержащий в припое. Однако, количество вещества,

попадающего в атмосферу, пренебрежимо мало. В случае необходимости конструктивные узлы устройства могут быть использованы повторно, а устаревшее или пришедшее в негодность оборудование списывается и утилизируется, как бытовые отходы. Обращение с люминесцентными лампами в лаборатории должен осуществлять специализированный персонал организации.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.

Для работы оборудования необходимо электричество. В ходе эксплуатации электрооборудования необходимо соблюдать правила электропожаро безопасности.

Причинами пожара могут быть:

- токи короткого замыкания;
- неисправность электросетей
- незнание или небрежность обслуживающего персонала;
- курение в неположенных местах.

В связи с этим в лаборатории необходимо выполнять следующие нормы пожарной безопасности:

- работы в лаборатории проводить только при исправном состоянии оборудования, электропроводки;
- иметь средства для тушения пожара (огнетушитель);
- иметь в наличии план эвакуации людей, который должен висеть на видном месте;
- оборудование размещать так, чтобы был достаточный проход к выходу.

При разработке и исследовании прибора может возникнуть возгорание в электроустановке, находящейся под напряжением (пожар класса Е). В связи с этим в помещении должны находиться воздушно-пенные или порошковые

огнетушители (А,В), а также углекислотные или хладоновые огнетушители (Е)[НПБ 166-97].

В случае возникновения пожара необходимо применить все меры по ликвидации чрезвычайной ситуации. Прежде всего, с помощью электрического щита необходимо обесточить помещение. Активная борьба с пожаром производится огнетушителями различного наполнения, песком и другими негорючими материалами, мешающими огню распространяться и гореть. В случаях, когда не удастся ликвидировать пожар самостоятельно, руководствуясь разработанным и вывешенным планом эвакуации, необходимо вызвать пожарную охрану и покинуть помещение.

Так же в помещении на потолках должны располагаться датчики системы пожарной сигнализации, которая, в случае повышения дымовой завесы до определенного порога, должна включать сигнал об эвакуации рабочего персонала из здания, также должен передаваться сигнал о возникновении угрозы пожара на пульт охраны.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.4.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

В соответствии с трудовым законодательством условия работы при разработке, испытании и эксплуатации устройства не являются вредными и опасными, следовательно, компенсация сотрудникам не предусмотрена. Сотрудникам рекомендуется носить спецодежду и другие средства индивидуальной защиты и следовать мерам безопасности при проектировании и испытании разрабатываемого прибора, в остальное время данные меры защиты не требуются.

5.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Большое значение в работе имеет организация рабочих мест сотрудников и создание благоприятных условий труда.

Работа в лаборатории обычно отличается малой двигательной активностью, монотонностью, длительным нахождением в закрытом помещении. Всё это вызывает быструю утомляемость и естественно отражается на результатах труда.

Рабочее место оператора при разработке устройства должно удовлетворять следующим требованиям [СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03].

- Площадь одного рабочего места должна составлять не менее 4,5м².
- Уровень шума на рабочих местах не должен превышать предельно допустимые значения.
- Освещенность рабочего стола должна составлять не менее 300-500лк.
- Экран видеомонитора должен находиться от глаз оператора на расстоянии 600 - 700мм.
- Поверхность стола должна иметь площадь не менее 1,5м².
- Рабочее кресло должно быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки
- Поверхность сиденья, спинки и других элементов кресла должна быть полумягкой, с нескользящим и воздухопроницаемым покрытием.

При этом ширина прохода в помещении должна составлять не менее 2м. Габариты мебели должны соответствовать размерам помещения. Помещение не должно быть загромождено [ГОСТ 12.2.032-78.].

Режим труда и отдыха предусматривает соблюдение определенной длительности непрерывной работы на ПК и перерывов, регламентированных с учетом продолжительности рабочей смены, видов и категории трудовой деятельности. Трудовая деятельность в лаборатории относится к категории В – творческая работа в режиме диалога с ПК, третья категория тяжести. Количество и длительность регламентированных перерывов, их распределение в течение рабочей смены устанавливается в зависимости от категории работ на ПК и продолжительности рабочей смены. Так как рабочая смена составляет около 8 часов, то перерывы происходят через 1,5- 2,0 часа от начала рабочей смены и через 1,5-2,0 часа после обеденного перерыва продолжительностью 20 минут каждый [СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03].

Глава 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Длительность обработки данных, проблемы построения трехмерного изображения и высокая стоимость современных диагностических систем привели к низкому проценту использования акустических аппаратов при диагностике рака молочной железы. Использование современной технической базы позволит обрабатывать данные в режиме реального времени и безопасно для пациента. Данная работа рассчитана на женщин старше 35 лет, т.к. они находятся в группе риска по заболеванию раком молочной железы.

Целью данного раздела является определение целесообразности и эффективности проводимого исследования.

Соответственно задачи раздела:

- выполнение анализа конкурентных технических решений;
- выполнение SWOT-анализа;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение эффективности исследования.

6.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Для анализа конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения лучше всего использовать оценочная карты (Таблица 1). Так как сравнить результат ВКР с другими программами нельзя, ввиду того, что отдельно программы построения изображения не производят. Для рассмотрения берутся комплексы аппаратов, таких как маммограф (М) и Магниторезонансная томография (МРТ).

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, 2 – слабая позиция, 3 – средняя позиция, 4 – сильная позиция, а 5 – наиболее сильная позиция. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V * B, (1)$$

где К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

В – вес показателя (в долях единицы);

Б – балл показателя.

При анализе оценочной карты было выявлено, что данный проект не уступает своим конкурентам, а даже наоборот превосходит их. Уступая в затратах на память, разработка очень завит от большого количества памяти в отличии от своих конкурентов.

Таблица 1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _{СР}	Б _М	Б _{МРТ}	К _{СР}	К _М	К _{МРТ}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Быстрота получения результата	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,08	5	4	3	0,4	0,32	0,24
3. Помехоустойчивость	0,07	4	2	2	0,28	0,14	0,14
5. Надежность	0,09	4	4	4	0,36	0,36	0,36
6. Уровень шума	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
7. Безопасность	0,1	5	3	3	0,5	0,3	0,3
8. Потребность в ресурсах памяти	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,04	4	3	5	0,16	0,12	0,2
10. Простота эксплуатации	0,1	5	5	3	0,5	0,5	0,3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5
3. Цена	0,07	5	4	4	0,35	0,28	0,28
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	3	3	0,5	0,3	0,3
5. Послепродажное обслуживание	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
Итого	1	60	50	49	4,7	3,82	3,62

6.1.3 SWOT-анализ

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

Таблица 2 – Матрица SWOT

<p align="center">Сильные стороны</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая точность. 2. Интегральность системы. 3. Получение реальных изображений положения и размеров дефектов. 4. Большой охват позволяет, управление разрешающей способности контроля. 5. Отсутствие большого количества конкурентов. 	<p align="center">Слабые стороны</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Огромное количество данных 2. Высокая стоимость программируемой логической схемы. 3. Элементную базу возможно купить только за рубежом. 4. Система не транспортабельна
<p align="center">Возможности</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Применение проекта не только для диагностики рака молочной железы, но и для других органов 2. При поддержке ТПУ возможность выхода на конкретных клиентов. 3. Повышение стоимость проекта. 4. Увеличение спроса на систему. 	<p align="center">Угрозы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Увеличение цены на элементную базу. 2. Несвоевременное финансирование проекта. 3. Большое время доставки элементной базы. 4. Изменение в таможенной политике.

Таблица 3 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны				
		C1	C2	C3	C4	C5
Возможности	B1	+	+	-	+	-
	B2	-	-	+	-	-
	B3	+	+	-	+	-
	B4	+	-	+	+	+

Из таблицы приведенной выше можно сделать вывод, что весомые сильные стороны проекта это «Высокая точность» и «Большой охват позволяет, управление разрешающей способности контроля»

Таблица 4 – SWOT-анализ

	Сильные стороны	Слабые стороны
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая точность. 2. Интегральность системы. 3. Получение реальных изображений положения и размеров опухолей. 4. Большой охват позволяет, управление разрешающей способности контроля. 5. Отсутствие большого количества конкурентов 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Огромное количество данных 2. Высокая стоимость программируемой логической схемы. 3. Элементную базу, возможно, купить только за рубежом. 4. Система не транспортабельна
<p>Возможности</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Применение проекта не только для диагностики рака молочной железы, но и для других органов 2. При поддержке ТПУ возможность выхода на конкретных клиентов. 3. Повышение стоимость проекта. 4. Увеличение спроса на систему 	<p>Хорошие технические характеристики, индивидуальный подбор регулируемых параметров диагностического прибора и поддержка ТПУ дадут возможность занять свою рыночную нишу, особенно в условиях низкого уровня конкуренции на рынке.</p>	<p>Данные проблемы есть у всех типах такого рода разработки. Низкая конкуренция на рынке и использование поддержки ТПУ позволит найти свою рыночную нишу.</p>
<p>Угрозы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Увеличение цены на элементную базу. 2. Несвоевременное финансирование проекта. 3. Большое время доставки элементной базы. 4. Изменение в таможенной политике. 	<p>Высокая точность измерения и стабильность получения результата, позволят даже при повышении стоимости разработки сохранить на нее спрос. Использование данной разработки способно заметно повысить эффективность выявления дефекта в материале.</p>	<p>Необходимость в программируемой логической схеме делает прибор зависимым от курса валют, что может сказаться на его стоимости и конкурентоспособности. Из-за особенностей работы понадобится обучающий материал по работе с прибором.</p>

6.2 Планирование научно-исследовательских работ

6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

При разработке процедуры необходимо правильно планировать сроки проведения отдельных этапов работ для каждого разработчика. В данном разделе будет составлен перечень работ по проведению разработке процедуры и распределению исполнителей. Исполнителями являются студент и научный руководитель

Таблица 5 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителя

Основные этапы	№ раб	Содержание работы	Должность исполнителя
Выбор направления исследования	1	Выбор темы ВКР	Научный руководитель
			Студент
	2	Разработка календарного плана выполнения ВКР	Научный руководитель
			Студент
Теоретические и экспериментальные исследования	3	Подбор и изучение материалов по ВКР	Студент
	4	Написание теоретической части ВКР	Научный руководитель,
			Студент
	5	Построение математической модели «Построение изображения»	Студент
	6	Программирование программы на ПЛИС	Студент
	7	Обсуждение результатов с научным руководителем	Студент
Оформление отчета на НИР (комплекта документации по ОКР)	8	Оформление расчетно-пояснительной записки	Студент
	9	Презентация доклада	Научный руководитель,
			Студент

Студент выполнял основную часть работы подбор и изучение материалов по тематике, написание программы, оформление расчетно-пояснительной записки, оформление работы.

Научный руководитель, в свою очередь – осуществил постановку целей и задач, составил и утвердил техническое задание, разработал календарный план и вместе со студентами подвел итоги работы.

6.2.2. 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.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ож}$ используется следующая формула:

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

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

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

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

6.2.3. Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика необходимо каждый этап перевести в календарные дни. Рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}} \quad ()$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

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

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

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

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

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365+101+17} = 1,5 \quad ()$$

Таблица 6 - Временные показатели проведения научного исследования

№	Этап	Исполнитель		Продолжительность работы			Длительность работы			
				t_{\min}	t_{\max}	$t_{\text{ож}}$	Т _{рд} , раб. дни		Т _{кд} , кал. дни	
							Научный руководитель	Студент	Научный руководитель	Студент
1	Выбор темы ВКР	Научный руководитель	50	4	7	5,8	3	3	4	4
		Студент	50							
2	Разработка календарного плана выполнения ВКР	Научный руководитель	90	3	5	3,8	4	1	5	1
		Студент	10							
3	Подбор и изучение материалов по тематике	Студент	100	35	45	39		39		59
4	Написание теоретической части ВКР	Научный руководитель	30	5	6	5,4	2	4	3	6
		Студент	70							
5	Построение математической модели в среде MatLab	Студент	100	17	27	21		4		6
6	Программирование программы на ПЛИС	Студент	100	60	80	68		68		102
7	Обсуждение полученных результатов	Научный руководитель	30	5	6	5,4	2	4	3	6
		Студент	70							
8	Оформление расчётно-пояснительной записки ВКР	Студент	100	7	10	8,2		8		12
9	Презентация доклада	Научный руководитель	30	5	6	5,4	2	4	2	6
		Студент	70							
	Итоги			141	192	162	13	135	17	202

Таблица 7 - Календарный план-график проведения НИОКР

№ Этапа	Т _{кд} , кал дни		Продолжительность выполнения работы																										
			2016 год									2017 год																	
	НР	С	Сентябрь			Октябрь			Ноябрь			Декабрь			Январь			Февраль			Март			Апрель			Май		
1			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	4	4	■																										
2	5	1	■																										
3		59	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	3	6										■																	
5		6										■	■																
6		102										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
7	3	6																									■		
8		12																									■	■	
9	2	6																									■	■	■

Научный руководитель (НР) -



Студент -



6.2.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

6.2.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;
- покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции;
- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;
- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований).

В материальные затраты, помимо выше указанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы. В первом случае на них определяются соответствующие нормы расхода от установленной базы. Во втором случае их величина учитывается как некая доля в коэффициенте накладных расходов. Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) * \sum_{i=1}^m C_i * N_{рас} \quad ()$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{рас}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 8 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена за ед., рублей	Затраты на материалы, руб. З _м
ПЛИС (Altera Cyclone 2)	Штука	1	3640	6140
Бумага	Упаковка	1	250	250
Ручка	Штука	4	25	100
Итого				6490

Исходя, из этой таблице можно сделать вывод, что самые большие расходы это ПЛИС.

6.2.4.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. В эту статью попадает ноутбук, т.к. ноутбуком мы будем пользоваться в дальнейшем, то для него мы рассчитываем амортизацию (линейным способом):

$$A = \frac{\text{стоимость оборудования}}{\text{время эксплуатации}} * \frac{9}{12} ()$$

Таблица 9 - Расчет бюджета на приобретение спецоборудования для научных работ

№	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1.	Ноутбук	1	53000	13250
Итого				13250

6.2.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Размер основной заработной платы устанавливается, исходя из численности исполнителей, трудоемкости и средней заработной платы за один рабочий день.

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_{\text{рд}}, ()$$

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

$T_{\text{рд}}$ – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = Z_{\text{м}} * M / F_{\text{д}}, ()$$

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

$M=10,4$ мес. – количество месяцев работы без отпуска в течение года, т.к. 6-дневная рабочая неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. Действительный годовой фонд рабочего времени составляет 247 рабочих дней.

Месячный оклад научного руководителя – 17000 рублей, студента – 17000 рублей.

Затраты времени на выполнение работы по каждому исполнителю были взяты из таблицы – Временные показатели проведения научного исследования. Также был принят во внимание коэффициент, учитывающий коэффициент по премиям ($K_{\text{пр}}$), равный 0,3 и районный коэффициент ($K_{\text{р}}$), равный 0,3 ($K=1,3*1,3=1,69$).

В таблице представлены затраты на заработную плату научного руководителя, студента и программиста.

Таблица 10 - Расчет основной заработной платы

Исполнитель	Оклад руб/мес	Среднедневная	Затраты времени, раб.дни	$K_{\text{р}}$	$K_{\text{пр}}$	Фонд З/платы,руб
Научный руководитель	17000	708	13	0,3	0,3	15555
Студент	17000	708	135	0,3	0,3	161530
Итого						177085

6.2.4.4. Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}} \quad ()$$

Где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}} = 0,12$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

В таблице отображена заработная плата всех исполнителей проекта.

Таблица. 11 - Заработная плата исполнителей НТИ

	Основная зарплата, руб	Дополнительная зарплата, руб	Зарплата исполнителя, руб.
Научный руководитель	15555	1866	17421
Студент	161530	19383	180913

6.3.4.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осл}} + Z_{\text{доп}}) \quad ()$$

$k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Таблица 12 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Внебюджетные
Научный руководитель	15555	1866	5226
Студент	160530	19383	53973
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30	30	
Итого			59199

6.3.4.6. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) * k_{\text{нр}} \quad ()$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$Z_{\text{накл}} = 265862 * 0,16 = 42537 \text{ руб}$$

6.3.4.9. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 13 - Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб	Доля затрат, %
1. Материальные затраты НИИ	6490	2,03
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	13250	4,14
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	177085	55,33
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	21249	6,7
5. Отчисления во внебюджетные фонды	59199	18,5
6. Накладные расходы	42537	13,3
7. Бюджет затрат НИИ	319810	100

6.4. Определение эффективности исследования

Преимуществом данной разработки перед другими конкурентами – маммографом и МРТ является возможность построения трехмерного изображения в режиме реального времени. Одним из недостатков разработки является потребление большого объема памяти, это ведет к увеличению затрат на покупку дополнительных жестких дисков на ПК.

Также разработка имеет сравнительно низкую цену 308399 рублей, в то время как рыночная цена маммографа составляет 3000000, а МРТ - 13000000. Разработка полностью безопасна для пациентов т.к. на тело человека действуют безвредное ультразвуковое излучение. Более качественная диагностика рака молочной железы достигается вследствие действия на исследуемый участок нескольких ультразвуковых волны, излучаемых пьезодатчиками.

Сильные стороны это высокая точность, интегральность системы, получение реальных изображений положения и размеров опухоли, большой охват позволяет, управление разрешающей способности контроля, отсутствие большого количества конкурентов, индивидуальный подбор регулируемых параметров диагностического прибора и поддержка ТПУ дадут возможность занять свою рыночную нишу.

Слабые стороны огромное количество данных, высокая стоимость программируемой логической схемы, элементную базу, возможно, купить только за рубежом, система не транспортабельна. Данные проблемы есть у всех типов такого рода разработки.

В ходе работы рассчитаны:

Материальные затраты НИИ – 6490 рублей;

Затраты на специальное оборудование для научной работы – 21249 рублей;

Основная заработная плата исполнителей работы – 177085 рублей;

Дополнительная заработная исполнителей работы – 21249 рублей;

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) – 53549 рублей;

Накладные расходы – 42537 рублей;

Бюджет затрат научно-исследовательского проекта – 308399 рублей.

Заключение

В ходе выпускной квалификационной работы было выполнено литературный обзор, построена математическая модель, реализована аппаратная обработка данных А- сканов на основе ПЛИС.

Для работы выбран ПЛИС фирмы Altera, серии Cyclone, семейство Cyclone II. В программном пакете Quartus II 13.0 на языке программирования Verilog HDL.

Математическая модель была построена в среде программирования Matlab.

В работе было достигнуто сокращение машинных тактов и использованном объёме памяти на кристалле, за счет расчета времени распространения ультразвука в режиме реального времени.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что поставленные задачи были выполнены.

Список используемых источников

1. Терновой С.К., Абдураимов А.Б. Лучевая маммология. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. - С.128.

2. Арзуманова Н.В., Тютин Л.А., Стуков Л.А. Динамическая контрастная магнитно-резонансная томография в диагностике заболеваний молочных желез // Медицинская визуализация. — 1999. — Апрель-июнь. — С. 2-6. Качанова Т.Н. Магнитно-резонансная томография молочных желез: дис.... докт. мед. наук. М., 2000. - С. 218.

3. Balu-Maestro C., Bruneton J.N., Geoffray A. et al. La surveillance echographique du cancer du sein traite // J . Radiol. — 1991. — Vol. 72, № 12. - P. 655-661. , Heeten den G.J., van Rooij W.J., Roukema J.A. Echografie is van belang als aanvullend onderzoek bij mammografie // Ned. Tijdschr. Geneeskd. - 1993. - Vol. 137, № 46. - P. 2378-2383.

4. Роль МСКТ в диагностике заболеваний молочных желез http://umedp.ru/articles/rol_mskt_v_diagnostike_zabolevaniy_molochnykh_zhelez.html

5. Извлечение квадратного корня [Электронный ресурс] <http://fpgach.blogspot.ru/2013/10/int.html> (Дата обращения 14.04.2017)

6. Язык VHDL и Verilog в проектировании цифровой аппаратуры на ПЛИС: учебное пособие для вузов по направлению «Информатика и вычислительная техника» / А.К. Поляков, Нац. Исслед.н-т «МЭИ». — М.: Издательство дом МЭИ, 2012.—220 с.

7. Стешенко В.Б. ПЛИС фирмы Altera: проектирование устройств обработки сигналов. – М.: «Додека», 2000г.

8. MATLAB [Электронный ресурс] <http://progopedia.ru/language/matlab/> (Дата обращения 5.06.2016)

9. Справочник по Matlab [Электронный ресурс] <http://www.exponenta.ru/soft/matlab/potemkin/book2/ch..> (Дата обращения 5.06.2016)

10. Диалоговый ввод MatLab [Электронный ресурс] <http://radiomaster.ru/cad/matlab/glava20/index22.php> (Дата обращения 5.06.2016)

11. Язык программирования Matlab. Обучающие уроки [Электронный ресурс] http://life-prog.ru/view_cat.php?cat=5 (Дата обращения 5.06.2016)

12. Наместников С.М. Основы программирования в MatLab / Сборник лекций: УлГТУ, Ульяновск. – 2011. – 55 с. (Дата обращения 5.06.2016).

13. Носков Н.Н. Реализация SAFT-алгоритма для ультразвуковой томографии [Текст]/ Носков Н.Н., Шестаков В.В. ; науч. рук. Капранов Б.И.//XVII Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии»: сборник трудов, Томск 2011, [с. 229-230].

14. Асочаков А. С. Метод обработки ультразвукового сигнала фазированной антенной решетки [Электронный ресурс] / А. С. Асочаков, Ю. В. Шульгина; науч. рук. А. И. Солдатов // Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность : сборник трудов V Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Томск, 25-29 мая 2015 г.в 2 т. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Т. 1. – [230-233].

15. Стешенко В.Б. Особенности проектирования аппаратуры цифровой обработки сигналов на ПЛИС с использованием языков описания аппаратуры // Сборник докладов 2-й Международной конференции «Цифровая обработка сигналов и ее применения» 21.09-24.09.1999, Москва, МЦНТИ, том 2, с. 307 – 314.

16. Диксон А. М. Ультразвуковое исследование молочной железы / под ред. Диксон А. М.; пер. с англ. под ред. Н. И. Рожковой. – М.: Практическая медицина, 2011. - 288 с.: ил.

17. Ермолов И.Н. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. Т. 3: Ультразвуковой контроль / Ермолов И.Н., Ланге Ю.В.; под общ. ред. Ключева Ю.В.. – М.: Машиностроение, 2004. – 864 с.: ил

18. Получение изображения дефектов методом SAFT с учётом переменной скорости звука в объекте контроля / Базулин Е.Г. // Дефектоскопия – 2011. – №11. – с. 3-13.

19. Буй Ван Донг. Применение линейной фазированной решетки для трехмерной реконструкции объектов контроля методом SAFT во временной области [Электронный ресурс] / Буй Ван Донг; науч. рук. А. И. Солдатов // Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов российских вузов сборник докладов VII Всероссийской научно-практической конференции, Томск, 23-25 апреля 2014 г. в 3 т. / Ассоциация иностранных студентов в России (АИС); Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт международного образования и языковой коммуникации (ИМОЯК) . – 2014 . – Т. 1 . – [С. 97-103]

20. Акчурин А.Д., Юсупов К.М. Программирование на языке Verilog. Учебное пособие. [Текст] / Акчурин А.Д., Юсупов К.М. // Казань, 2016.– 90 с.

21. Бейсембаев Е.А. Verilog как образ жизни. изучаем языки описания железа на примере Verilog [Текст] / Бейсембаев Е.А. // ХАКЕР [Электронный журнал]- 123 март 2009 г.

22. Комолов Д. А. Системы автоматизированного проектирования фирмы Altera MAX+ plus II и Quartus II. Краткое описание и самоучитель. / Комолов Д. А., Мьяльк Р. А., Зобенко А. А., Филиппов А. С. – М.: ИП РадиоСофт, 2002 г. – 352 с.

23. Стешенко В. ПЛИС фирмы ALTERA: проектирование устройств обработки сигналов / Стешенко В. – М.: «Додека», 2000

24. Давыдова М.И. Рак молочной железы (атлас) / под ред. Давыдова М.И. и Летягина В.П. – М.: АБВ-пресс, 2006. - 136 с., ил.

25. Куликов Е.П. Рак молочной железы – Учебное пособие / Куликов Е.П – М.: «Рязань», 2002, 75 стр. ил.

26. Nondestructive testing of pallets defects by multichannel ultrasound system. / Soldatov A.I., Sorokin P.V., Makarov V.S., Soldatov A.A., Kvasnikov K.G., Bolotina I.O. // В сборнике: 52nd Annual Conference of the British Institute of NDT. – 2013. – с. 466-472.

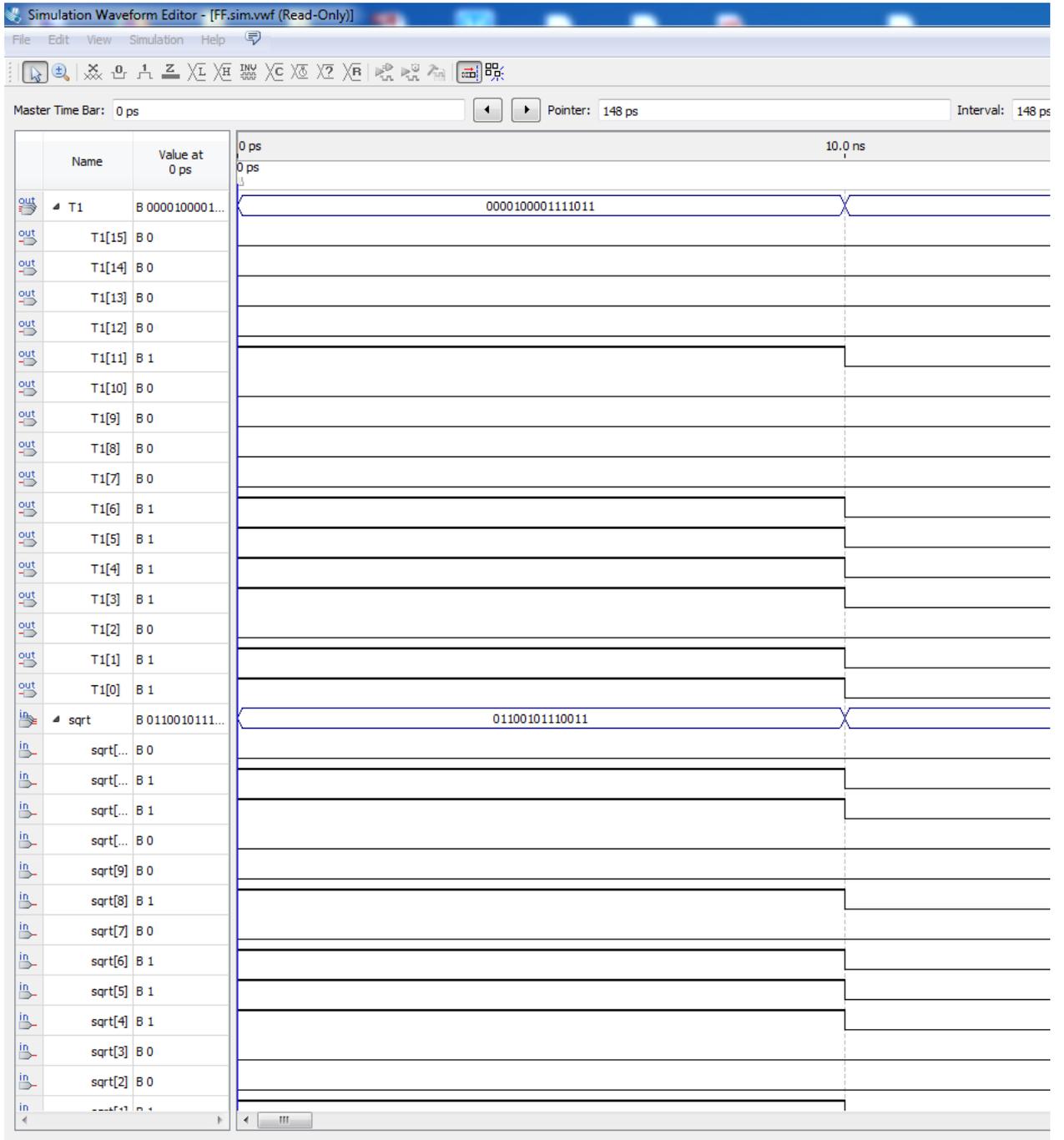
27. Особенности ультразвуковой 3D-визуализации в современных средствах контроля. / Болотина И.О. [и др.] // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 13. – с. 154-157.

28. Defect detection using ultrasonic arrays: The multi-mode total focusing method. / Jie Zhang, Bruce W. Drinkwater, Paul D. Wilcox, Alan J. Hunter. // В сборнике: NDT & E International. – 2010. – с. 123-133.

29. Ultrasound Nondestructive Evaluation (NDE) Imaging with Transducer Arrays and Adaptive Processing. / Minghui Li, Gordon Hayward. // В журнале: Sensors — Open Access Journal. – 2012. – с. 42-54.

30. Demonstration of the Application of the Total Focusing Method to the Inspection of Steel Welds. / M. Jobst, G. Connolly. // В сборнике: NDT. – 2010. – с. 1-11.

Приложение 2 – Результат работы блока расчета времени



Приложение 3 – Программа работы блоков обработки данных на языке Verilog HDL

Код блока тактирования

```
module clock(  
    input wire reset,  
    input wire clock,  
    output wire out_clk1, out_clk2, out_clk3, out_clk4, out_clk5, out_clk6,  
    out_clk7,  
    output wren  
);  
reg [4:0] count, y;  
  
dc dc1 (clock, y, out_clk1, out_clk2, out_clk3, out_clk4, out_clk5, out_clk6,  
    out_clk7,wren);  
  
always @(posedge clock)  
begin  
    if(!reset)  
        count <= 4'b0000;  
    else  
        begin  
            if(count+1==11)  
                count <= 4'b0000;  
            else  
                count <= count + 1'b1;  
        end  
    end  
end  
  
always @(negedge clock)  
y = count;  
endmodule  
  
module dc (  
    input wire clock,  
    input wire [4:0] cnt,  
    output wire out_clk1, out_clk2, out_clk3, out_clk4, out_clk5, out_clk6,  
    out_clk7,  
    output wire wren  
);  
    assign out_clk1 = (clock & ~cnt[0]& cnt[1]& ~cnt[2]& cnt[3]&  
~cnt[4])*+ (~clock & cnt[0]& ~cnt[1]& ~cnt[2]& ~cnt[3]& ~cnt[4])+(clock &  
~cnt[0]& cnt[1]& ~cnt[2]& ~cnt[3]& ~cnt[4])*+;
```

```

    assign out_clk2 = (clock & cnt[0]& ~cnt[1]& ~cnt[2]& ~cnt[3]&
~cnt[4])/*(clock & ~cnt[0]& ~cnt[1]& cnt[2]& ~cnt[3]& ~cnt[4])/;
    assign out_clk3 = (clock & ~cnt[0]& cnt[1]& ~cnt[2]& ~cnt[3]&
~cnt[4])+(clock & cnt[0]& cnt[1]& ~cnt[2]& ~cnt[3]& ~cnt[4]);
    assign out_clk4 = (clock & ~cnt[0]& ~cnt[1]& cnt[2]& ~cnt[3]&
~cnt[4])/*(clock & ~cnt[0]& ~cnt[1]& ~cnt[2]& cnt[3]& ~cnt[4])/;
    assign out_clk5 = (clock & cnt[0]& ~cnt[1]& cnt[2]& ~cnt[3]&
~cnt[4])+(clock & ~cnt[0]& cnt[1]& cnt[2]& ~cnt[3]& ~cnt[4]);
    assign out_clk6 = (clock & cnt[0]& cnt[1]& cnt[2]& ~cnt[3]&
~cnt[4])/*(clock & ~cnt[0]& ~cnt[1]& cnt[2]& cnt[3]& ~cnt[4])/;
    assign out_clk7 = (clock & ~cnt[0]& ~cnt[1]& ~cnt[2]& cnt[3]&
~cnt[4])+(clock & cnt[0]& ~cnt[1]& ~cnt[2]& cnt[3]& ~cnt[4]);
    assign wren = /*(~clock & cnt[0]& cnt[1]& cnt[2]& ~cnt[3]&
~cnt[4])/*(clock & ~cnt[0]& ~cnt[1]& ~cnt[2]& cnt[3]& ~cnt[4])+(~clock &
~cnt[0]& ~cnt[1]& ~cnt[2]& cnt[3]& ~cnt[4])+(~clock & cnt[0]& ~cnt[1]&
~cnt[2]& cnt[3]& ~cnt[4])+(clock & cnt[0]& ~cnt[1]& ~cnt[2]& cnt[3]& ~cnt[4]);

endmodule

```