

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

Институт ИМОЯК

Направление подготовки – Электроника и нанoeлектроника

Кафедра промышленной и медицинской электроники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
ультразвуковой контроль металлов фазированными решетками

УДК 669:620.119.16

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151A20	Чжан Сюэ		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Солдатов А.И	Д.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент, кафедра а менеджмента	Конотопский В.Ю			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент, Кафедра а Экологии и БЖД	Кырмакова О.С			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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

Студент:

Группа	ФИО
150A20	Чжан Сюэ

Институт	ИНК	Кафедра	ПМЭ
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Электроника и нанолэлектроника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1,Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих 2,Нормы и нормативы расходования ресурсов	...
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	...
Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	...
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
Календарный график-план выполнения работ	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Конотопский Владимир Юрьевич	Кандидат экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
150A20	Чжан Сюэ		

Томск – 2016 г.

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки–Электроника и нанoeлектроника
Кафедра промышленной и медицинской электроники

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) _____ (Дата) Ф.А. Губарев

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
151A20	Чжан Сюэ

Тема работы:

ультразвуковой контроль металлов фазированными решетками	
Утверждена приказом директора ИНК (дата, номер)	№ 1966/с от 15.03.2016г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	18.06.2016г.
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	Разработка ультразвуковой аппаратуры для контроля изделий из металлов и сплавов. Аппаратура должна использовать акустическую антенную решетку из 16 пьезодатчиков. Частота излучения 1 МГц, коэффициент усиления усилителя на частоте 1 МГц не менее 100, разрядность АЦП 10 бит.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (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).	-Введение -Обзор литературы -Выбор и обоснование структурной и принципиальной схемы устройства расчет принципиальной схемы -Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение -Социальная ответственность

	-Заключение
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Конотопский В.Ю
Социальная ответственность	Кырмакова О.С

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	20.09.2015г.
---	--------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Солдатов А.И	Д.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151A20	Чжан Сюэ		

Образец графика выполнения ВКР
Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт ИМОЯК

Направление подготовки Электроника и наноэлектроника

Уровень образования бакалавриат

Кафедра промышленной и медицинской электроники

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	18.06.16г.
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.10.15	<i>Обзор литературы</i>	
30.11.15	<i>теоретические основы ультразвуковые</i>	
30.11.15	<i>Фазированные решетки</i>	
17.02.16	<i>Цифровая фокусировка</i>	
31.04.16	<i>Разработка структурной схемы устройства</i>	
31.05.16	<i>Расчет принципиальной схемы</i>	
18.06.16	<i>Оформление расчетно-пояснительной записки</i>	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Солдатов А.И	Д.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

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

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа _____ с., _____ рис., _____ табл.,
_____ источников, _____ прил.

Ключевые слова: ультразвуковой контроль; фазированные решетки; цифровая фокусировка; преобразователи; форматы отображения

Объектом исследования является (ются) ультразвуковой контроль металлов фазированными решетками

Цель работы – При тестировании, необходимость получения изображения области внутри объекта, подлежащего сканированию. Поэтапное управление массивом времени задержки единица каждого импульса, фазовое соотношение между изменением акустической волны достигает точки внутри объекта при реализации изменений направления и точки фокусировки луча, для сканирования определенной зоны.

В процессе исследования проводились Расчёт схемы, исследование ультразвука, исследование фазированные решетки, исследование Матрица

В результате исследования Использование фазированной антенной решеткой может лучше обеспечить неразрушающий контроль

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: антенная решетка - 16 пьезодатчиков, частота излучения 1 МГц, коэффициент усиления усилителя на частоте 1 МГц не менее 100, разрядность АЦП 10 бит.

Степень внедрения: НИР

Область применения: дефектоскопия металлов и сплавов

В будущем планируется изготовление макета устройства Технология обработки изображений более интуитивным, Обнаружение более точным.

Оглавление

Введение.....	12
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	14
1.1 теоретические основы ультразвуковые.....	14
1.2 Форматы отображения.....	17
1.3 Фазированные решетки.....	18
ГЛАВА 2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	19
2.1 Цифровая фокусировка.....	19
2.2 Преобразователи.....	23
2.2.1 Введение в преобразователи.....	23
2.2.2 Матрица.....	24
2.2.3 Фокусировка луча с использованием ФР-преобразователя.....	25
ГЛАВА 3 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ И ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА.....	27
3.1 Выбор и обоснование структурной схемы.....	27
3.2 Расчет принципиальной схемы.....	28
3.2.1 Расчет переключатель схема.....	28
3.2.2 Выбор дешифратор.....	29
3.2.3 Выбор микроконтроллера.....	29
3.2.4 Выбор усилители.....	30
3.2.5 Выбор аналого-цифровой преобразователь	31

3.2.6 Выбор пьезоизлучатель.....	31
ГЛАВА 4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ ,РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	33
4.1 Планирование научно-исследовательских работ.....	33
4.1.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	34
4.1.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	34
4.1.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	36
4.2 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	40
4.2.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	40
4.2.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	41
4.2.4 Отчисления во внебюджетные фонды.....	43
4.2.5 Накладные расходы.....	43
4.2.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта....	43
4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	44
ГЛАВА 5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	47
5.1 Техногенная безопасность.....	47
5.1.1 Анализ вредных факторов рабочей зоны.....	47
5.1.1.2 Микроклимат.....	48
5.1.1.3 Освещенность.....	49
5.2 Региональная безопасность.....	51

5.3 Организационные мероприятия обеспечения безопасности.....	52
5.3.2 Организационные мероприятия обеспечения безопасности.....	53
5.4 Особенности законодательного регулирования проектных решений.....	54
5.5 Безопасность в ЧС.....	55
5.5.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	57
Заключение.....	59
Список литературы.....	61

Введение

Ультразвуковые дефектоскопы используются в промышленности вот уже более 60 лет. Ультразвуковой контроль сварных соединений с использованием фазированной решётки — это современный и наиболее эффективный способ выявления дефектов сварных швов и основного металла. Метод ультразвуковой диагностики с применением фазированной решётки позволяет вести контроль самых сложных объектов без применения дорогостоящих методов неразрушающего контроля, таких как рентгенографический, магнитопорошковый или капиллярный метод. Он широко применяется в основных областях производства, обрабатывающей промышленности и в отраслях инфраструктуры, особенно там, где большую роль играют металлические конструкции и сварные швы.

В представленной дипломной работе разработан прибор для Ультразвуковой контрольметаллов с использованием фазированной решётки

Цель дипломной работы--При тестировании, необходимость получения изображения области внутри объекта, подлежащего сканированию. Поэтапное управление массивом времени задержки единица каждого импульса, фазовое соотношение между изменением акустической волны достигает точки внутри объекта при реализации изменений направления и точки фокусировки луча, для сканирования определенной зоны.

Исходя из поставленной цели, основными задачами дипломной работы являются:

изучение теоретические основы ультразвуковые

изучение Фазированные решетки

изучение цифровая фокусировка

изучение электронное управление акустические поля

Выбор структурной схемы

расчет основных параметров схемы

При написании дипломной работы использовались различные источники получения информации учебники, периодические и монографические издания специалистов, справочная литература, нормативные документы.

Описанные выше: актуальность дипломной работы, поставленная цель и задачи определили структуру. Дипломная работа состоит из пяти глав. В первой главе описаны теоретические основы ультразвуковые и Фазированные решетки. Вторая включает в себя описание цифровая фокусировка и электронное управление акустические поля. В третьей главе разработка электрической принципиальной схемы прибора, расчет основных параметров схемы, а также экспериментальные данные. В четвертой главе производится расчет экономических параметров, и как итог ее-оценка эффективности проекта. В пятой главе рассматривается социальная сторона разработки проекта, как с точки зрения влияния на окружающую среду, так и с точки зрения влияния на человека.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 теоретические основы ультразвука

Звуковые волны (окружающие нас повсюду) представляют собой механические вибрации, перемещающиеся в среде (твердом теле, жидкости, газе). Это относится не только к ультразвуковым волнам, используемым для ультразвукового контроля, но и к звукам, которые мы слышим каждый день. Звуковые волны передаются в среде с определенной скоростью в заданном направлении. На границе раздела двух сред звуковая волна частично отражается и частично проходит в другую среду в соответствии с законом отражения. Этот физический принцип лежит в основе ультразвуковой дефектоскопии. Иными словами, ультразвуковые волны отражаются от трещин и других несплошностей в объекте контроля; путем анализа эхо-сигналов опытный оператор может идентифицировать и локализовать скрытые внутренние дефекты. Большинство ультразвуковых измерений проводится в диапазоне частот от 50 000 до 10 000 000 колебаний в секунду (от 50 КГц до 10 МГц).

Ультразвуковые волны, используемые для обнаружения дефектов, генерируются и принимаются маленькими ультразвуковыми преобразователями. УЗ ПЭП конвертируют электрические импульсы в ультразвуковые волны, а ультразвуковые волны – в электрическую энергию. При возбуждении элемента электрическим импульсом генерируются ультразвуковые волны, когда элемент начинает вибрировать под воздействием эхо-сигналов, образуется напряжение. Активный элемент, часто называемый кристаллом, защищен износостойкой накладкой или акустической линзой и блоком из демпфирующего материала, служащего для остановки вибраций в преобразователе после испускания импульса.

Ультразвуковой блок вставляется в корпус с помощью соответствующих электрических контактов.

Контактные жидкости обеспечивают передачу ультразвука с преобразователя в объект контроля и используются фактически во всех случаях контактного ультразвукового контроля. Контактные жидкости обычно представляют собой вязкие нетоксичные жидкости, гели или пасты. Необходимость их использования диктуется тем, что ультразвук плохо распространяется в воздухе. Даже очень тонкий слой воздуха между преобразователем и поверхностью объекта контроля не позволяет удовлетворительно передавать ультразвуковую энергию и делает ультразвуковой контроль невозможным. Контактные жидкости это может быть вода, машинное масло, смазка и даже гель для волос.

Акустическое поле характеризуется переменным звуковым давлением в каждой точке и интенсивностью распространяющейся волны.

$$P = \rho c V_m, \quad I = W/St$$

зная интенсивность I волны, ее частоту f и акустическое сопротивление ρc среды, можно вычислить амплитуду смещения частиц A , их колебательную скорость V_m , колебательное ускорение B и переменное давление P .

Формирование фронта волны: Одноэлементный преобразователь играет роль поршня, где один диск или пластина передает энергию исследуемому объекту. Однако, создаваемую им волну можно математически смоделировать как сумму волн от множества точечных источников. Это подтверждает принцип Гюйгенса. Согласно этому принципу, каждая точка фронта волны является источником новых сферических волн, а результирующее волновое поле является суммой этих отдельных сферических волн.

Распространение луча: Звуковая волна, генерируемая преобразователем, распространяется по прямой до границы материала. Если звуковой путь

длиннее ближней зоны, луч увеличивается в диаметре и расходится, как свет в прожекторе.

Затухание: При прохождении в объект фронт волны, генерированный ультразвуковым преобразователем, начинает ослабевать из-за неполной передачи энергии в микроструктуре материала. Энергия упругих колебаний (звуковые волны) переходят в хаотичные механические вибрации (тепло) до тех пор, пока колебания не затухнут. Этот процесс называется затуханием звука. Математическая теория затухания и рассеяния звука достаточно сложная.

Отражение и передача на границе: Если на пути волны при ее прохождении через материал оказывается граница иной по составу среды, лежащая перпендикулярно направлению волны, часть энергии волны отразится, а часть продолжит свое движение в прежнем направлении. Соотношение отразившейся и передаваемой далее энергии связано со значениями акустического импеданса обеих сред. Акустический импеданс – это плотность материала, помноженная на скорость звука.

Преломление и трансформация волн на неперпендикулярных границах: Если на пути волны при ее прохождении через материал оказывается граница иной по составу среды, лежащая под углом более 0 градусов к направлению волны, часть энергии волны отразится под углом, равным углу падения. В то же время, энергия волны, переданная во вторую среду, будет преломлена в соответствии с законом Снеллиуса.

1.2 Форматы отображения

А-скан: Ультразвуковой прибор, как правило, записывает два фундаментальных параметра эхо-сигнала: размер (амплитуду) и его положение во времени по отношению к нулевой точке (время прохождения импульса). Время прохождения, в свою очередь, обычно коррелируется с глубиной или расстоянием до отражателя, на основе скорости распространения звука в исследуемом материале и простой закономерности

Самым базовым представлением данных ультразвукового сигнала является А-скан, или отображение формы волны, на котором вертикальная ось означает амплитуду эхо-сигнала, а горизонтальная ось – время.

В-скан: Другая опция отображения данных – В-скан по одному значению. Формат В-скан обычно используется с традиционными ультразвуковыми дефектоскопами и коррозиметрами для отображения глубины отражателей относительно их линейного положения. Значение толщины рассчитывается в зависимости от времени или положения, тогда как сканирование ПЭП вдоль объекта контроля позволяет получить профиль по глубине. Корреляция данных УЗК с текущим положением преобразователя позволяет получить пропорциональное изображение, а также отслеживать и соотносить данные с конкретными зонами объекта контроля. Отслеживание положения обычно осуществляется с помощью электромеханических устройств, известных как кодировщики. Эти кодировщики используются на специальных креплениях для ручного сканирования, или в автоматизированных системах, которые позволяют перемещать преобразователь с помощью программируемого моторизованного сканера. В обоих случаях кодировщик записывает положение каждого сбора данных по отношению к заданной пользователем модели сканирования и разрешению оси индексирования.

1.3 Фазированные решетки

Фазированные решетки представляют собой набор нескольких пьезоэлементов, конструктивно объединенных в одном корпусе преобразователя. Физический принцип работы фазированных решеток в составе УЗ-дефектоскопа заключается в генерации УЗ-волн всеми пьезоэлементами, которые в комплексе формируют УЗ-пучок.

Ультразвуковой контроль фазированными решетками имеет преимущества перед обычным УЗК. Можно изменять угол наклона луча и фокусировку. Регулируемая геометрия эхо-сигналов минимизирует ложные индикации. Фазированные решетки позволяют обследовать геометрически сложные детали без необходимости перемещения объекта или датчика.

Преимущества:

- Различные углы ввода пучков могут быть сгенерированы с помощью одного преобразователя, охватывающего гораздо большую интересующую вас область (область, проверяемая на наличие дефекта).
- Большой охват позволяет, как уменьшать скорость сканирования объекта, так и увеличивать разрешающую способность контроля, или совмещать их.
- Получение реальных изображений положения и размеров дефектов, а также их интерпретация происходит быстрее и проще.
- Все данные, учитывающие последовательность контроля, могут быть записаны в реальном времени.
- Отчеты представляются в виде изображения, что облегчает упрощение понимания результатов контроля для персонала.

ГЛАВА 2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Цифровая фокусировка

Сущность метода ЦФА (цифровой фокусировки апертуры АР) подробно изложена. Метод состоит в последовательном зондировании ОК каждым элементом АР, приёме реализаций УЗ сигналов каждым элементом АР независимо от других элементов и использовании всех принятых реализаций в реконструкции изображения путём пространственно-временной их обработки в вычислительном блоке прибора.

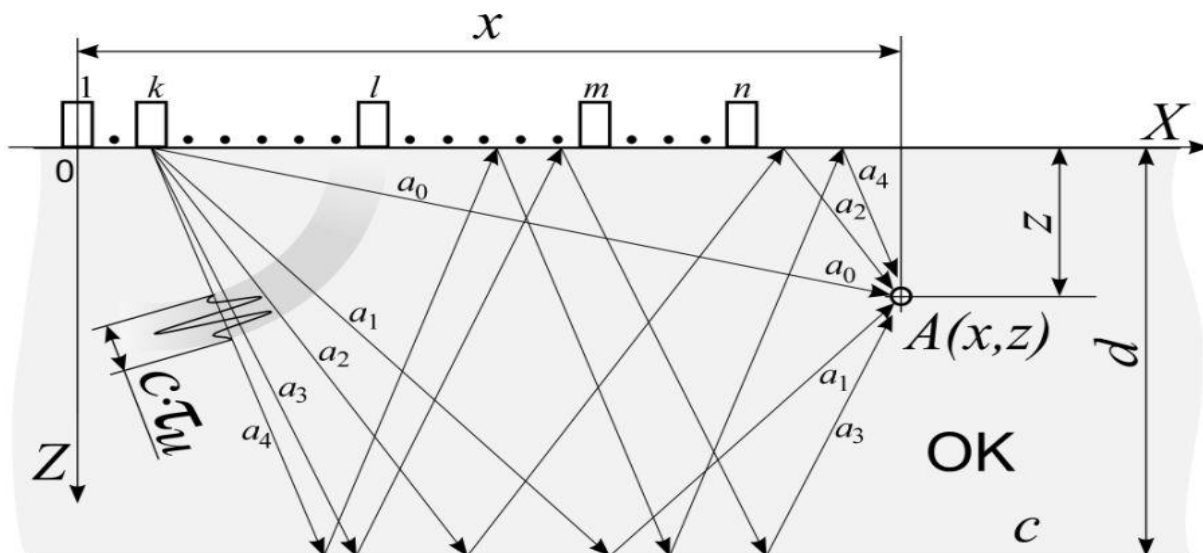


Рис .1. Схема путей распространения УЗ сигналов в плоском слое твёрдого материала.

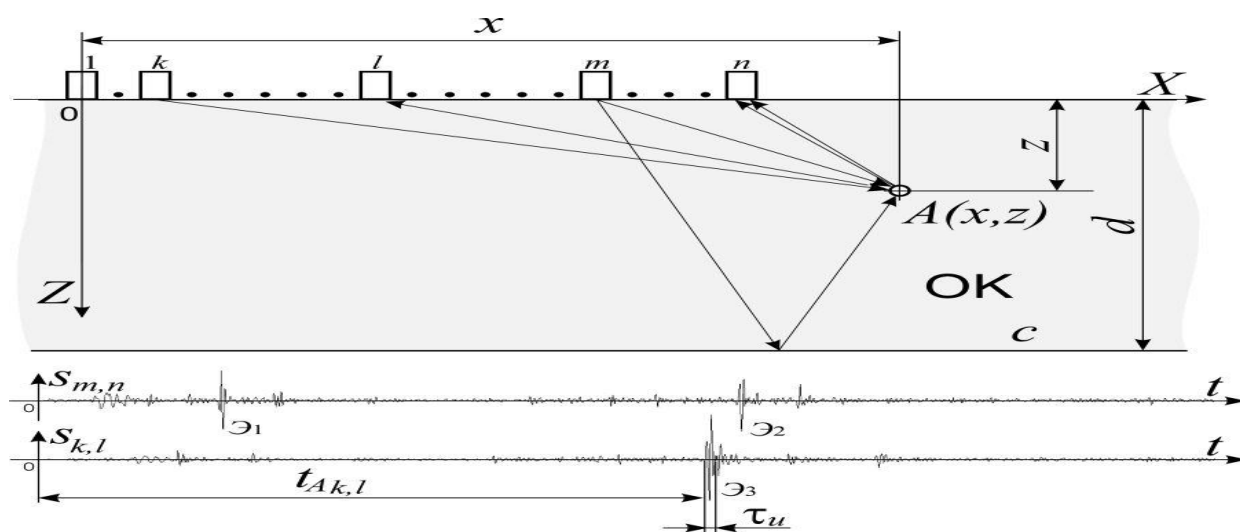


Рис. 2. Примеры траекторий распространения УЗ сигналов и вид реализаций принятых УЗ колебаний

На рис. 1, 2 приведены схемы, поясняющие физическую основу метода ЦФА. На поверхности ОК расположена линейная эквидистантная АР, содержащая n одинаковых приёмно-излучающих элементов, в качестве которых обычно используются пьезоэлементы.

Для независимого зондирования и приёма УЗ колебаний используют все n элементов АР. В результате получают N реализаций УЗ колебаний от каждой пары элементов АР (излучатель – приёмник), включая и реализации от совмещённой работы элементов в качестве излучателя и приёмника:

$$N = \frac{n \cdot (n+1)}{2}. \quad (1)$$

При наличии в материале ОК в некоторой точке $A(x, z)$ с координатами x, z какого-либо отражателя (неспложности материала), часть энергии зондирующего импульса отражается обратно в сторону АР.

по известным координатам элементов АР, координатам точек в ОК и значению толщины d можно вычислить длины любых траекторий распространения УЗ сигналов в ОК при любом количестве отражений от донной и внешней поверхностей ОК. Используя значение скорости распространения УЗ сигналов c , можно вычислить и все времена задержек эхоимпульсов от отражателя в точке $A(x, z)$ в соответствующих реализациях принятых УЗ колебаний.

А время задержки эхо-импульса от отражателя в точке $A(x, z)$ в реализации УЗ колебаний, полученной при излучении зондирующего импульса i -тым элементом АР и приёме колебаний j -тым элементом АР при общем количестве $(I + R)$ всех отражений УЗ сигнала от границ ОК на всей траектории его распространения, выразится следующим образом.

$$t_{Ai,j}(I, R) = \frac{\sqrt{(x-x_i)^2 + [2 \cdot p_i \cdot d + (-1)^{p_i+q_i} \cdot z]^2} + \sqrt{(x-x_j)^2 + [2 \cdot p_j \cdot d + (-1)^{p_j+q_j} \cdot z]^2}}{c}, \quad (2)$$

где: x_i, x_j - координаты излучающего и приёмного элементов АР, соответственно.

p_i равно количеству отражений УЗ сигнала от донной поверхности ОК на прямом пути его распространения от излучающего элемента АР с номером i к отражателю в точке $A(x,z)$.

q_i равно количеству отражений УЗ сигнала от внешней поверхности ОК на этом же пути.

Общее количество I отражений УЗ сигнала от обеих границ ОК на прямом пути:

$$I = p_i + q_i$$

количество отражений от границ на обратном пути: $R = p_j + q_j$.

Если синфазно сложить все эхо-импульсы, пришедшие к АР из точки $A(x,z)$ по всем траекториям от каждой пары элементов АР, то мы получим суммарный эхосигнал $u_A(t)$, амплитуда которого будет характеризовать отражательную способность материала ОК в точке $A(x,z)$. Для этого необходимо выбрать из каждой реализации принятых УЗ колебаний фрагменты $u_{i,j}$ длительностью t_i , с временами задержки, рассчитанными по формуле (2), совместить фрагменты на оси времени с точностью до фазы и алгебраически сложить соответствующие по времени мгновенные значения колебаний всех фрагментов:

$$u_A(t) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{I=0}^M \sum_{R=0}^M u_{i,j} [t - t_{Ai,j}(I, R)], \forall t \in [t_{Ai,j}(I, R), t_{Ai,j}(I, R) + \tau_u], \quad (3)$$

где M – максимальное количество отражений УЗ сигнала от границ ОК на каждом из путей распространения сигнала к отражателю в точке $A(x,z)$.

При выполнении изложенных операций для всех точек визуализируемого сечения ОК получается матрица амплитуд суммарных эхосигналов, которая при отображении её на экране в цветояркой форме представляет собой томограмму визуализируемого сечения ОК.

Поскольку в каждую точку томограммы собраны эхосигналы от всех N возможных пар элементов AP , то каждая точка томограммы является результатом фокусировки всей апертуры AP в соответствующую точку сечения OK .

2.2 Преобразователи

2.2.1 Введение в преобразователи

Обычно, активный элемент преобразователя представляет собой тонкую пьезокерамическую пластину круглой или квадратной формы, которая преобразует электрическую энергию в механическую (ультразвуковые вибрации) и наоборот. Она защищена износостойкой накладкой или акустической линзой и крепится на блоке из демпфирующего материала, который служит для остановки вибраций в преобразователе после испускания импульса.

ФР-преобразователи имеют самые разные формы, размеры, диапазон частот и количество элементов. Их общим отличием является пьезоэлектрический элемент, разделенный на некоторое количество сегментов.

Современные ФР-преобразователи для промышленного НК обычно изготавливаются из пьезокомпозитов, которые, в свою очередь, состоят из множества маленьких тонких сегментов пьезоэлектрической керамики, встроенных в матрицу из полимера. Несмотря на то, что процесс производства композитных преобразователей сложнее, их чувствительность, по сравнению с аналогичными пьезокерамическими преобразователями, больше на 10–30 дБ. Сегментное металлическое покрытие обеспечивает электрическое разделение элементов с целью их возбуждения независимо друг от друга. Этот сегментированный элемент вставляется в преобразователь с защитным слоем. В конструкцию преобразователя также входит демпфирующий материал, соединители кабеля и корпус

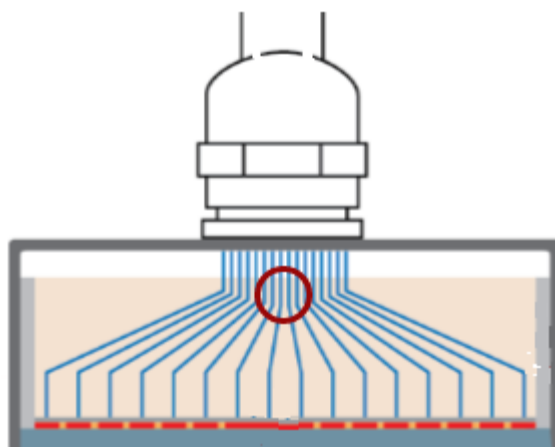


Рис.3. датчик с фазированной решёткой сечение

В конструкцию ФР-преобразователя входит пластиковая призма. Призмы используются при контроле продольными и поперечными волнами, а также при линейном сканировании прямым преобразователем. Призмы выполняют одинаковую функцию как в системах с фазированными решетками, так и в традиционных одноэлементных преобразователях, т.е. передают звуковую энергию из преобразователя в объект контроля таким образом, что она изменяется и/или преломляется под нужным углом в соответствии с законом Снеллиуса. Поскольку ФР-система использует функцию управления лучом для направления лучей под разными углами, данный эффект преломления является частью процесса генерации луча. Призмы для поперечной волны внешне очень похожи на призмы традиционных преобразователей.

2.2.2 Матрица

Линейный – один ряд элементов

Секторный – один ряд элементов, который выполнен криволинейным, для создания требуемой формы луча или соответствия геометрии детали, подвергаемой контролю.

Двумерная матрица – элементы расположены в виде решетки, которая также может быть криволинейной.

2.2.3 Фокусировка луча с использованием ФР-преобразователя

С помощью угла рассеяния пучка можно рассчитать диаметр луча на любом расстоянии от преобразователя. Рассеяние луча в пассивной плоскости квадратного или прямоугольного ФР-преобразователя будет аналогично рассеянию луча несфокусированного преобразователя. В управляемой или активной плоскости, луч может быть сфокусирован электронным путем для сосредоточения акустической энергии на желаемой глубине. В случае сфокусированного преобразователя, профиль луча может быть представлен в виде конуса (или призмы в случае одноосной фокусировки), который сходится в фокусной точке, а затем расходится за фокусной точкой под равным углом.

Протяженность ближней зоны и, следовательно, расхождение ультразвукового луча определяются апертурой (равной диаметру элемента в случае использования традиционных ультразвуковых преобразователей) и длиной волны (скорость волны, деленная на частоту). В случае несфокусированного преобразователя, протяженность ближнего поля, угол рассеяния луча и диаметр луча можно рассчитать следующим образом :

$$D^2 f / 4c = D^2 / 4\lambda$$

Где: D – диаметр элемента или диафрагмы

f – частота

c – скорость звука в тестовой среды

λ – длина волны

Данные формулы закономерность : при увеличении диаметра элемента и частоты уменьшается угол рассеяния луча. Маленький угол рассеяния луча, в свою очередь, приводит к высокой эффективной чувствительности в дальней зоне поля, поскольку энергия луча рассеивается медленнее. В ближнем поле, преобразователь может быть сфокусирован с целью создания сходящегося пучка, нежели расходящегося. Уменьшение диаметра луча до фокусной

точки увеличивает акустическую энергию на единицу площади в фокусной зоне и, следовательно, увеличивает чувствительность небольших отражателей. В традиционных ультразвуковых преобразователях это осуществляется с помощью преломляющих акустических линз, тогда как в фазированных ПЭП – электронным способом с помощью фазированных импульсов и формирования результирующего луча заданной формы.

ГЛАВА 3 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ И ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА

3.1 выбор и обоснование структурной схемы

Анализируя техническое задание, был сделан вывод о том, что для разработки данного устройства рационально использовать смесь цифровой и аналоговой электроники, так как расчеты удобно производить с помощью микроконтроллера, а обрабатывать сигнал с помощью аналоговых устройств.

Так как отраженный в переданный сигнал очень мал, необходимо серьезно его усилить прежде, чем сигнал поступит на АЦП.

Также необходимо визуализировать полученную глубину, что рациональнее всего реализовать на семисегментных индикаторах, которые выгодно отличаются от ЖК-дисплеев ценой, энергопотреблением и простотой настройки.

Так как необходимо создать прибор для работы на местности, а не в помещении, в качестве блока питания используем аккумулятор.

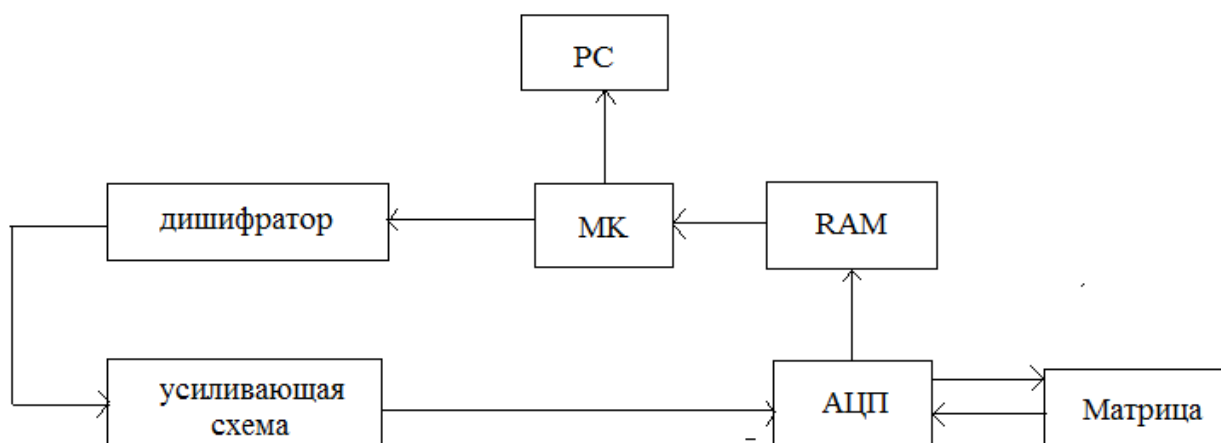


РИС.4. Структурная схема

3.2 Расчет принципиальной схемы

3.2.1 Расчет переключатель схема

При Транзистор представляет собой переключатель , и напряжение выходное дешифратора $U_{\text{вых}}'=2.4\text{В}$, а значит нашим транзистор КТ316Б.

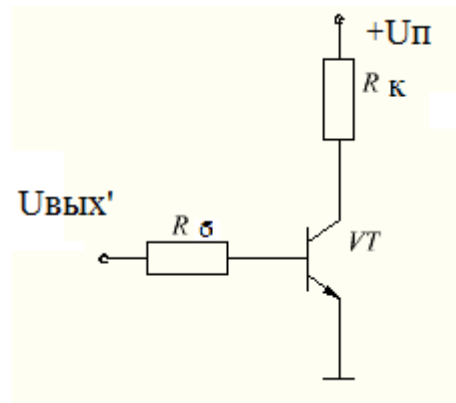


Рис.5.

Так известно :

Напряжение насыщения коллектор-эмиттер $U_{\text{кэ}}=0.4\text{В}$;

Номинальное напряжение питания $U_{\text{п}}=5\text{В}$;

Статической коэффициент передачи тока $\beta=50$; $s=2\div 3$

Ток насыщения коллектора $I_{\text{кном}}=150\text{мА}$;

Для схемы, определяем : Ток коллектора $I_{\text{к}} = 100\text{мА}$;

$R_{\text{к}}=(U_{\text{п}}-U_{\text{кэ}})/ I_{\text{к}}=46\text{ом}$;

Ток насыщения эмиттера $I_{\text{бн}}= I_{\text{к}}/\beta=2\text{мА}$

$I_{\text{б}}=(2\div 3) \cdot I_{\text{бн}}=(4\div 6)\text{мА}$

Определяем : ток эмиттера $I_{\text{б}}=4\text{мА}$;

Определяем по характеристика $U_{\text{бэ}}- I_{\text{б}}, U_{\text{обэ}}=0.7\text{В}$;

$R_{\text{б}}=(U_{\text{вых}}'- U_{\text{обэ}})/ I_{\text{б}}=425\text{ом}$.

3.2.2 Выбор дешифратор

Нам нужны того , что декодер 4 в 16 , напряжение выходное $U_{\text{вых}}'=2.4\text{В}$. а значит нашим дешифратор ЭКР1533ИДЗ .

дешифратор -- ЭКР1533ИДЗ

номинальное напряжение питания $5\text{В} \pm 10\%$

выходное напряжение низкого уровня при $U_{\text{п}}=4.5\text{В} \leq 0.4\text{В}$

выходное напряжение высокого уровня при $U_{\text{п}}=4.5\text{В} \geq 2.5\text{В}$

входной ток низкого уровня $\leq 0.2\text{мА}$

входной ток высокого уровня (для одиночного входа) $\leq 20\text{мкА}$

3.2.3 Выбор микроконтроллера

Нам нужны того , что входной ток высокого уровня (для одиночного входа) $\leq 20\text{мкА}$.

Микроконтроллера --ADUC7023BCPZ62I

Архитектура ARM7TDMI

Размер Памяти 62КБ

Размер Памяти RAM 8КБ

Количество Выводов 32вывод(-ов)

Стиль Корпуса Микроконтроллера LFCSP

Количество I/O 12I/O

Тип Встроенного Интерфейса I2C, SPI

Минимальное Напряжение Питания 2.7В

Максимальное Напряжение Питания 3.6В

Для дальнейшего расчета необходимо составить алгоритм работы микроконтроллера.

3.2.4 Выбор усилителя

в данных условиях рациональнее всего использовать операционные усилители

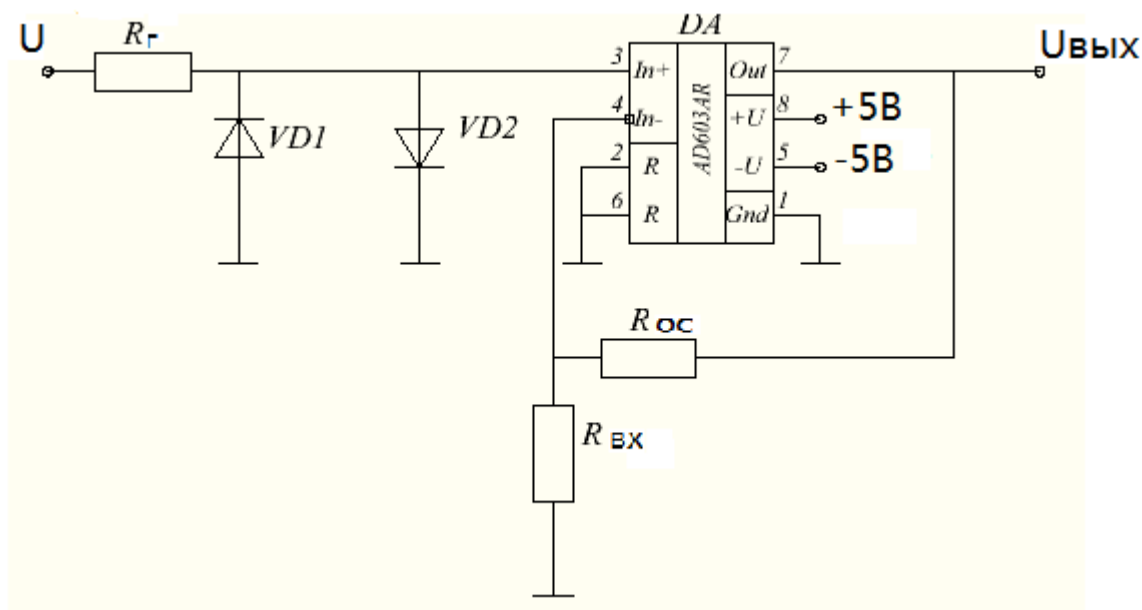


Рис.7. усиливающий схема

Усилители--AD603ARZ

Количество каналов 1

Напряжение питания,В ± 5

Частота, МГц 90

Напряжение смещения, мВ 0.0013

Дано : $K_i = 1 + R_{OC}/R_{BX} = 100$, $R_{Г} \gg R_{BX}$

Для схемы, определяем : $R_{OC} = 100 \text{ ком}$, $R_{BX} = 1 \text{ ком}$, $R_{Г} = 5.1 \text{ ком}$

Диоды VD1,VD2—КД512А

Максимальное постоянное обратное напряжение, В

20

Максимальный прямой(выпрямленный за полупериод) ток,А	0.02
Максимально допустимый прямой импульсный ток,А	0.2
Максимальное прямое напряжение,В	1

3.2.5 Выбор аналого-цифровой преобразователь

АЦП--AD9963BCPZ

Минимальное Напряжение Питания	1.72В
Максимальное Напряжение Питания	3.63В
Стиль Корпуса АЦП / ЦАП	LFCSP
Количество Выводов	72вывод(-ов)
Минимальная Рабочая Температура	40°C
Максимальная Рабочая Температура	85°C

3.2.6 Выбор пьезоизлучатель

НРМ14А

Высота, h, мм	6.8
Диаметр, d, мм	13,8
Напряж.,В	5
Ток,м А	$\leq 1,0$
Интенсивн. звука, dB	≥ 7521
Частота, Гц	4000 ± 500
Рабочая температура	от 4 30°C до + 85°C

Описание

1. Пьезоизлучатели широко применяются в различных приборах и устройствах в качестве излучателей звука для подачи звуковых сигналов;
2. герметичный корпус;
3. штыревые выводы, провода или разъем

Выше расчет одна матрица , всего надо 16 Матрицы , для составляющих фазированными решетками.

ГЛАВА 4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ ,

РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

4.1 Планирование научно-исследовательских работ.

При создании нового продукта предпринятно необходимо правильно планировать сроки выполнения отдельных этапов работ. учитывать расходы на материалы, зарплату. А также оценивать наиболее выгодный вариант изготовления рабочего продукта.

В первую очередь определяется полный перечень проводимых работ а также продолжительность на каждом этапе. результате планирования формируется график реализации проекта. Для построения работ необходимо соотнести соответствующие работы каждому

4.1.1 Структура работ в рамках научного исследования.

Таблица 4.1. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Анализ используемых средств и методов	
	9	Систематизация и оформление информации	
Оценка полученных результатов	10	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	11	Заключение	руководитель, студент

4.1.2 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 $t_{ожі}$ используется следующая формула:

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

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

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

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

Для выполнения перечисленных в таблице 4 работ требуются специалисты:

инженер (И);

научный руководитель (НР).

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (3)$$

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

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

4.1.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5)$$

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

$T_{\text{ВД}}$ – выходные дни ($T_{\text{ВД}} = 52$);

$T_{\text{ПД}}$ – праздничные дни ($T_{\text{ПД}} = 12$).

$$K_{\text{КАЛ}} = 1,212$$

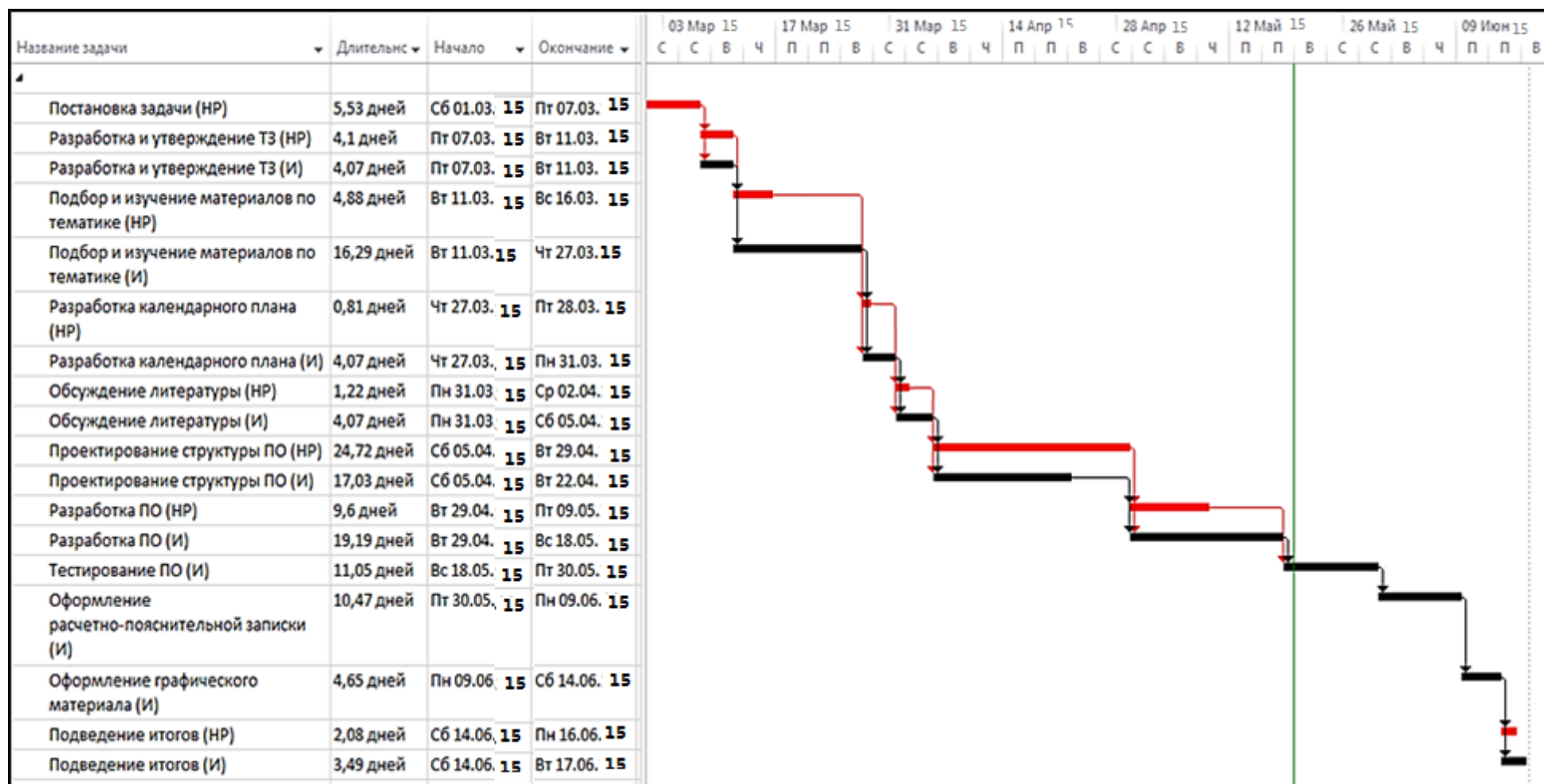
В таблице 5 приведены длительность этапов работ и число исполнителей, занятых на каждом этапе.

Таблица 4.2 – График проведения научного исследования

Этап	Исполнитель и	Продолжительность работ, дни						Длительность работ, чел/дн.							
								T_{Pi}				T_K			
		t_{min}		t_{max}		$t_{ож}$		НР		И		НР		И	
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп.1	Исп.2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
Постановка задачи	НР	3	10	5	13	3,8	11,2	4,56	4,03	–	13,4 4	5,53	4,88	–	16,2 8
Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	НР, И	2	12	4	15	2,8	13,2	0,34	7,92	3,36	15,8 4	0,41	9,6	4,07	19,1 9
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	10	15	13	20	11,2	17	4,03	20,4	13,4 4	14,2 8	4,88	24,7 2	16,2 8	17,3
Разработка календарного плана	НР, И	2	3	4	5	2,8	3,8	0,67	4,56	3,36	–	0,81	5,53	4,07	–
Обсуждение литературы	НР, И	2	6	4	9	2,8	7,2	1,01	–	3,36	8,64	1,22	–	4,07	10,4 7
Проектирование структуры ПО	НР, И	15	10	20	13	17	11,2	20,4	4,03	14,2 8	13,4 4	24,7 2	4,88	17,3	16,2 8
Разработка ПО	НР, И	12	15	15	20	13,2	17	7,92	20,4	15,8 4	14,2 8	9,60	24,2 7	19,1 9	17,3

Тестирование ПО	И	6	2	10	4	7,6	2,8	-	0,67	9,12	3,36	-	0,81	11,0 5	4,07
Оформление расчетно- пояснительной записки	И	6	15	9	20	7,2	17	-	20,4	8,64	14,2 8	-	24,7 2	10,4 7	17,3
Оформление графического материала	И	2	3	5	5	3,2	3,8	-	4,56	3,84	—	-	5,53	4,65	—
Подведение итогов	НР, И	2	2	3	4	2,4	2,8	1,72	0,67	2,88	3,36	2,08	0,81	3,49	4,07
Итого:						74	78	40,6 5	50,2 3	78,1 2	90,2 1	49,2 7	60,2	94,6 8	80,6 5

Таблица 4.3 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме



На основе табл 4.2 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе табл. 5 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

4.2 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

4.2.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_{\text{м}} = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{расхи}}, \quad (6)$$

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

$N_{\text{расхи}}$ – 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.

Транспортные расходы принимаются в пределах 5-25% от стоимости материалов.

Таблица 4.4 - Материальный затраты

Наименования и марка материалов.	Норма расхода	Оптовая цена, руб./ед.	Суммарные затраты, руб.
Стеклотекстолит, дм ³	3	11	33
Хлористое железо, л	0.2	50	10
Припой ПОС61, кг	0.03	700	21
Флюс ЛТИ- 120, кг	0.015	1200	18
Болты, винты, гайки	25	0.5	12.5
Итого		96.95	
Итого с учетом с учетом транспортных расходов (+3%)		99.86	

4.2.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в таблице.

Таблица 4.5 Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудо-емкость, чел.-дн.		Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн.,		Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс.	
			Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
1.	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	2	2	1,3		3	3

2.	Анализ актуальности темы	Рук.-студ.	1	1	0,6	1	1
3.	Поиск и изучение материала по теме	Студ.-рук.	1	1	0,6	1	1
4.	Выбор направления исследований	Руководитель	1	2	1,3	2	3
5.	Календарное планирование работ	Руководитель	2	2	1,3	3	3
6.	Изучение литературы по теме	Студент	10	10	0,8	8	8
7.	Подбор нормативных документов	Студ.-рук.	3	4	0,6	1,8	2,4
8.	Выявление достоинств и недостатков теоретических средств измерений	Студент	4	6	0,8	3,2	4,8
9.	Выявление достоинств и недостатков практически используемых средств измерений	Студент	2	3	0,8	1,6	2,4
10.	Изучение результатов	Студент	2	3	0,8	1,6	2,4
11.	Анализ результатов	Студ.-рук.	2	2	0,6	1,2	1,2
12.	Вывод по цели	Студент	3	3	0,8	2,4	2,4
Итого:						30	34,6

Проведем расчет заработной платы относительно того времени, в течение которого работал руководитель и студент.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (7)$$

$$Z_{\text{доп}} = (30000 + 34600) \cdot 0.12 = 7752$$

$$Z_{\text{полн}} = 30000 + 34600 + 7752 = 72352$$

где : $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

4.2.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = \kappa_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (8)$$

$$З_{\text{внеб}} = 72352 \cdot 0.3 = 21705.6$$

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

На 2016 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2016 году водится пониженная ставка – 30%.

4.2.5 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) \cdot \kappa_{\text{нр}}, \quad (9)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Таким образом, наибольшие накладные расходы при первом исполнении равны: $З_{\text{накл}} = 239306.4 \cdot 0.16 = 38289,024$ руб.

4.2.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 4.7 . Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
---------------------	-------------

	Исп.1 и Исп.2
Материальные затраты НТИ	2852
Затраты на специальное оборудо- вание для научных (эксперимен- тальных) работ	-
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	162400
Затраты по дополнительной зара- ботной плате исполнителей темы	7752
Отчисления во внебюджетные фонды	21705.6
Накладные расходы	38289,024
Бюджет затрат НТИ	86998,624

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (10)$$

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно- исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{финр}^{исп.i} = 86998,624/90000=0,967$$

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

$$I_{pi} = \sum a^i \cdot b^i,$$

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

a^i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Таблица 4.8. Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2
1. Надежность	0,2	4	4
2. Универсальность	0,2	4	4
3. Уровень материалоемкости.	0,15	4	4
4. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,2	5	5
5. Ремонтопригодность	0,1	5	5
6. Энергосбережение	0,15	4	4
ИТОГО	1	4,3	4,15

$I_p = 4.3 + 4.15 = 8.45$ показатель ресурсоэффективности

Таблица 4.9. Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,8	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	4,5
3	Интегральный показатель эффективности	5,625	4,5
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,64	0,51

Сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация технологии в третьем исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности

ГЛАВА 5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

5.1 Техногенная безопасность

5.1.1 Анализ вредных факторов рабочей зоны

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 1.1- 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	
1	2	3	4
Постоянная сидячая работа в помещении за компьютером	Состояние воздушной среды		СанПиН 2.2.4.548-96
	Освещенность		СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03
	Шум и вибрация		ГОСТ 12.1.003-83 с изм. 1999 г., ГОСТ

			12.1.012-90
		Электробезопасность	ГОСТ 12.1.019-79
	Организация рабочего места		ГОСТ Р 50923-96

5.1.1.2 Микроклимат

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 5.) и применение защитных мероприятий защиты от вредного влияния отклонения параметров микроклимата.

Таблица 1.2 – Оптимальные показатели микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia(до139)	22-24	21-25	60-40	0,1
Теплый	Ia(до139)	23-25	22-26	60-40	0,1

5.1.1.3 Освещенность

Работа, выполняемая с использованием вычислительной техники, имеет следующие недостатки:

- вероятность появления блескости;
- ухудшенная контрастность между изображением и фоном;
- отражение экрана.

Рассчитаем искусственное освещение. Расчетные данные занесем в таблицу X. Расчет будем производить согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».

Высота рабочей поверхности h . Коэффициент отражения стен - ρ_c ; потолка - ρ_n . Коэффициент запаса K , коэффициент равномерности Z .

Таблица 5. 2 - Данные для расчета

A, м	B, м	H, м	h, м	ρ_c , %	ρ_n , %	K	Z
6	3	3,2	0,8	50	70	1,5	0,9

Вычисления будем производить из расчета, что будут использоваться лампы белого цвета (ЛБ) и двухламповые светильники ШОД. Длина светильника – 1,53 м, ширина – 0,28 м.

$h_c = 0,7$ м - расстояние светильников от перекрытия (свес);

$h_n = H - h_c = 3,2 - 0,7 = 2,5$ м - высота светильника над полом;

$h_p = 0,8$ - высота рабочей поверхности над полом;

$h = h_n - h_p = 2,5 - 0,8 = 1,7$ м - расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью.

L – расстояние между соседними светильниками или рядами.

l – расстояние от крайних светильников или рядов до стены.

Оптимальное расположение λ для ШОД равно 1,2.

Тогда $L = \lambda * h = 1,2 * 1,7 = 2,04$ м.

$l = L/3 = 0,7$ м.

На рисунке X показано текущее расположение светильников.

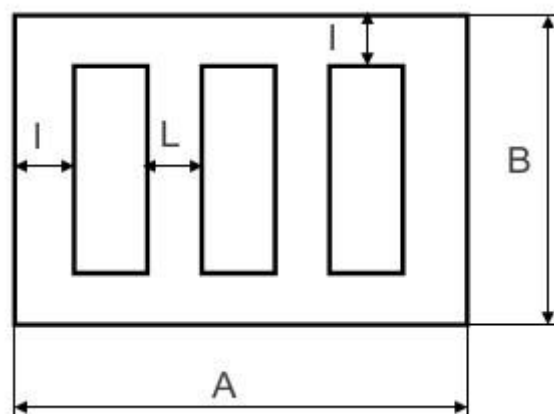


Рисунок 5.1. Расположение светильников

Найдем индекс помещения: $i = S / h(A+B) = (6*3) / ((6+3)*1,7) = 1,18$.

Определим по таблице на основе индекса помещения и коэффициентов отражения стен и потолка коэффициент использования светового потока - η .

$\eta = 43\%$.

Определим по таблице $E_T = 600$ лк - освещенность по норме.

Тогда расчетный световой поток определится по формуле:

$$F = (E_T * K * S * Z) / (n * \eta),$$

где n – количество ламп. Так как мы используем двухламповые светильники ШОД, то $n = 6$.

$$F = (E_T * K * S * Z) / (n * \eta) = (600 * 1,5 * 18 * 0,9) / (6 * 0,43) = 14580 / 2,58 = 5651 \text{ лм.}$$

По полученному потоку подбираем мощность ламп. Наиболее подходящей является лампа мощностью 80 Вт, хотя она и имеет меньший световой поток - 5400 лм. Но из-за того что необходимый поток светильника не выходит за пределы диапазона $(-10 \div +20\%)$, то корректировать число светильников n либо высоту подвеса светильников не требуется.

5.2. Региональная безопасность

Шум и вибрация 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.

Оборудование, производящее вибрацию в рабочем помещении отсутствует, поэтому эту характеристику рассматривать не будем. Наибольший уровень звука у работающего кондиционера, он составляет 40 дБА.

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

Для дальнейшего его снижения можно предложить следующие мероприятия:

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

5.3 Организационные мероприятия обеспечения безопасности

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 лечебно-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.

5.3.2 Организационные мероприятия обеспечения безопасности

Для обеспечения безопасности перед началом работы необходимо правильно надеть спецодежду, подготовить для работы необходимый инструмент и приспособления, приготовить рабочий стол. Также необходимо проверить отсутствие внешних повреждений электрооборудования, наличие и исправность контрольных, измерительных и сигнальных приборов, компьютера, тумблеров, переключателей и т.п. При выявлении неисправностей, не допускается

проводить ремонт самостоятельно, необходимо доложить руководителю лаборатории. Наладка прибора и его ремонт осуществляется только сервис-инженерами.

Запрещается приступать к работе, если выявлены неисправности любого используемого оборудования, если истек срок очередного освидетельствования баллона, истек срок проверки манометра, если персонал не прошел в установленном порядке обучение и проверку знаний безопасности труда.

Работа с установкой Gas Reaction Controller должна производиться в чистом помещении, свободном от пыли, паров, кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающий коррозию. Недопустимо наличие открытого огня около прибора.

- После окончания работы с установкой необходимо:
- Закрыть вентили газовых баллонов;
- Убедиться, что все клапаны контроллера закрыты;
- Выйти из программы, отключить питание компьютера;
- Отключить установку Gas Reaction Controller и насос от электросети;
- Проверить целостность газовых баллонов, их закрепление, отсутствие утечки газа.

5.4 Особенности законодательного регулирования проектных решений

К работе на суперкомпьютере Craster допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие медицинские противопоказания, прошедшие обучение безопасности труда и инструктаж на рабочем месте.

К самостоятельной работе допускаются работники после специального обучения и проверки знаний норма и правил работы с электроустановками,

правил безопасности работы с газовыми баллонами, приобретенных навыков и безопасных способов выполнения работы на суперкомпьютере Craster, имеющие не менее II группы по электробезопасности и получившие допуск к работе с газовыми баллонами.

Повторная проверка знаний норм и правил электробезопасности, правил безопасной работы с газовыми баллонами проводится с работниками не реже 1 раза в 12 месяцев, повторный инструктаж на рабочем месте – не реже 1 раза в 3 месяца

Проведение всех видов инструктажа должно оформляться в Журнале регистрации инструктажа установленного образца, с обязательными подписями получившего и проводившего инструктаж, с указанием даты проведения инструктажа, наименования и номеров инструкции на виды работ, по которым проводится инструктаж.

По данной теме рассматриваются законодательный и нормативные документы:

- инструкция № 2-25 по охране труда при выполнении работ на установке Gas Reaction Controller;
- инструкция № 2-14 по охране труда при работе с электрооборудованием напряжением до 1000 В;
- инструкция № 2-07 по охране труда при работе с баллонами, работающими под давлением.

5.5 Безопасность в ЧС

Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

В процессе работы на данной установке при возникновении аварий работник обязан сначала отключить установку (снять напряжение), произвести действия, соответствующие окончанию работы на установке, а потом поставить в

известности администрацию участка, отдела, и вызвать специально подготовленный персонал.

При обнаружении неисправности баллона, редуктора, вентиля, работу немедленно прекратить, отключить установку (снять напряжение). Удалить баллон из помещения для выпуска газа. При воспламенении редуктора вентиль баллона немедленно закрыть. Об аварии исполнитель обязан сообщить администрации участка, отдела.

При возникновении возгорания из-за электрического тока необходимо немедленно прекратить работу, закрыть баллон с газом, отключить электрооборудование, позвонить в подразделение пожарной охраны по телефону 01 или 010, сообщить о случившемся руководителю подразделения и приступить к тушению огня первичными средствами пожаротушения.

При возникновении пожара, обязательно соблюдать следующую последовательность:

- отключить установку (снять напряжение);
- выключить приточно-вытяжную вентиляцию;
- немедленно сообщить о пожаре администрации; всем работающим вблизи;
- принять меры к тушению пожара первичными средствами пожаротушения;
- вынести из помещения пострадавших, газовые баллоны, горючие материалы;
- если не удастся потушить пожар своими силами, вызвать пожарную команду, при этом назвать точное место, что горит, свою фамилию;

- направить человека для встречи пожарной команды, встретить, предупредить об имеющихся опасностях;
- персонал обязан знать путь эвакуации из горящего помещения.

Схема плана эвакуации приведена на рис.1

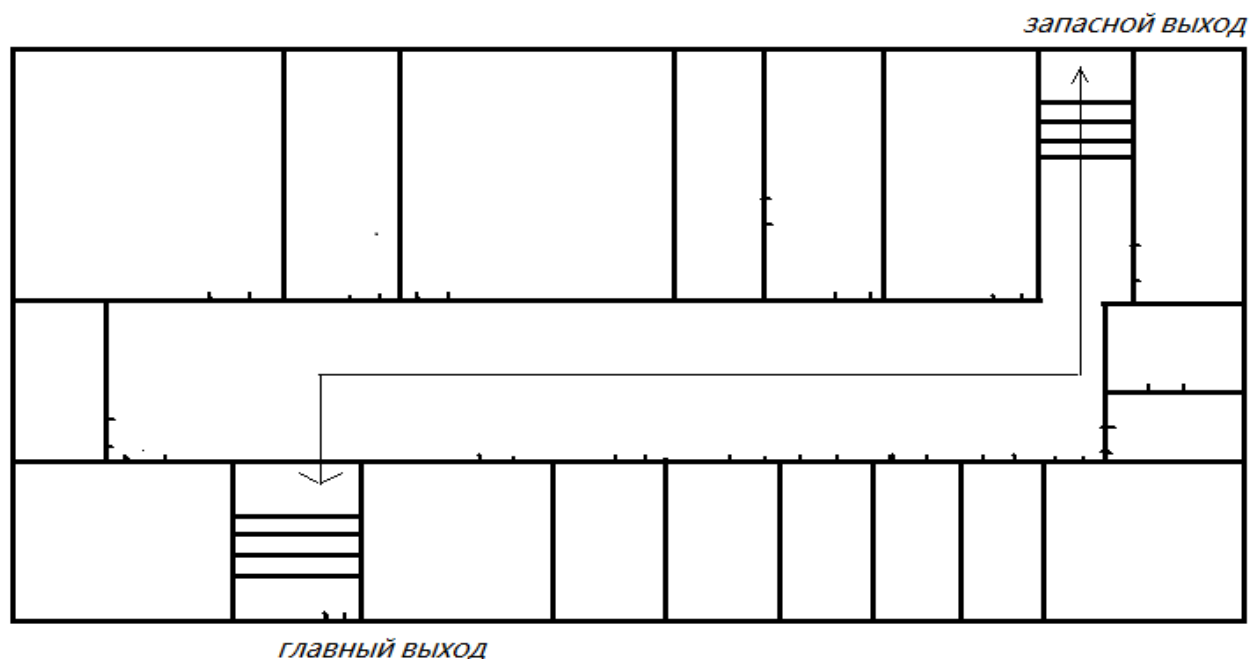


Рисунок 5.2 – План эвакуации

5.5.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

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.

В лаборатории площадью 18,5 м² может работать одновременно не более 3 человек, следовательно учтены нормы площади служебного помещения для обеспечения благоприятных условий микроклимата помещение оборудовано

вытяжкой. Глубина стола составляет 800мм, ширина 1,5м. Расстояние между работающими составляет не менее 1,5м. Ширина прохода составляет около 2м. Плоскости экранов компьютеров расположены перпендикулярно окнам, габариты мебели соответствуют размерам помещения, загромождения нет.

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.

Список литературы

1. Юрий Б.М. Ультразвуковой контроль фазированными решетками в авиастроении[электронный ресурс]/ режим доступа : <http://www.pergam.ru/press/blogs/uz-control.htm> -дата доступа-03.05.2015 г.
2. Клюев В. В. Неразрушающий контроль. [Текст]/ Под ред. Клюева В. В. — М.: Машиностроение, 2004.
3. Гурвич А. К., Ермолов И. Н. Ультразвуковая дефектоскопия сварных швов [Текст]/ Гурвич А. К., Ермолов И. Н. — Киев: Техника, 1972, 460 с.
4. Выборнов Б. И. Ультразвуковая дефектоскопия [Текст]/ Выборнов Б. И.— М.: Металлургия, 1985.
5. Кретов Е. Ф. Ультразвуковая дефектоскопия в энергомашиностроении. [Текст]/ Кретов Е. Ф.— Изд.3-е, перераб.и доп. - 2011, 312с.
6. Марков А. А., Шпагин Д. А. Ультразвуковая дефектоскопия рельсов, [Текст]/ Марков А. А., Шпагин Д. А.— Изд. 2-е, исправл. и доп. — СПб.: Образование — Культура, 2013, 283с.
7. Технология применения фазированных решеток[электронный ресурс]/ режим доступа : <http://www.olympus-ims.com>-дата доступа-09.06.2016г.
8. «ЧИП и ДИП» - интернет-магазин радиодеталей, приборов и электронных компонентовПриборы и электронные компоненты[электронный ресурс]/ режим доступа : <http://www.chipdip.ru> -дата доступа-06.42016г.
9. Бадалян В.Г., Базулин Е.Г., Вopilкин А.Х. и др. Ультразвуковая дефектометрия металлов с применением голографических методов [Текст]/ Под. ред. А.Х. Вopilкина. — М.: Машиностроение, 2008. — 368 с.

10. Ультразвуковой дефектоскоп на фазированной решетке (Harfang). [Текст]/ Средства акустического контроля: технический справочник. – СПб.: Свен, 2008, с. 130–131.
11. Базулин Е.Г. Определение типа дефекта по изображениям, полученным методом C-SAFT, с учётом трансформации типов волн при отражении ультразвуковых импульсов от неровных границ объекта контроля. / Дефектоскопия. [Текст]/ 2011. № 1. С. 39 – 56.
12. Шевалдыкин В.Г., Алёхин С.Г., Бишко А.В., Дурейко А.В., Климентьев А.А., Соколов Н.Ю., Самокрутов А.А. Заглянуть в металл: теперь это просто. [Текст]/ В мире неразрушающего контроля. 2008. № 1 (39). С. 46 – 53.
13. L. von Bernus, A. Bulavinov, D. Joneit, M. Kröning, M. Dalichov, K. M. Reddy. Sampling Phased Array A New Technique for Signal Processing and Ultrasonic Imaging. [Текст] / ECNDT. Berlin. September 25 – 29, 2006. We.3.1.2.
14. Воронков В.А., Воронков И.В., Козлов В.Н., Самокрутов А.А., Шевалдыкин В.Г. О применимости технологии антенных решёток в решении задач УЗК опасных производственных объектов. [Текст] / В мире неразрушающего контроля. 2011. № 1 (51). С. 64 – 70.
15. Самокрутов А.А., Шевалдыкин В.Г. Ультразвуковая томография металлоконструкций методом цифровой фокусировки антенной решётки. [Текст]/ Дефектоскопия. 2011. № 1. С. 21 – 38.