

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**  
 Направление подготовки **12.03.04 Биотехнические системы и технологии**  
 Отделение **электронной инженерии**

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Лабораторный стенд для ультразвуковой предстерилизационной обработки медицинских инструментов

УДК 615.478.74:615.837.3:371.693.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д51	Ухов Сергей Алексеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Болотина И.О.	К.Т.Н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОСГН	Потехина Нина Васильевна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев Милий Всеволодович			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Дикман Е.Ю.	К.Т.Н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучение (ученик должен быть готов)
<b>Профессиональная компетенция</b>	
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
<b>Универсальные компетенции</b>	
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

<sup>1</sup> Указаны коды компетенций по ФГОСВО (направление 12.03.04 – Биотехнические системы и технологии), утвержденному Приказом Министерства образования и науки РФ от 15.03.2015г.

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 науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**  
 Направление подготовки **12.03.04 Биотехнические системы и технологии**  
 Отделение **электронной инженерии**

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ Е.Ю. Дикман  
 (Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

**Бакалаврской работы**

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

Студенту:

Группа	ФИО
1Д51	Ухов Сергей Алексеевич

Тема работы:

Лабораторный стенд для ультразвуковой предстерилизационной обработки медицинских инструментов	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 10397/с от 26.11.2018

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2019
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p>(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</p>	<p>Спроектировать стенд для предстерилизационной обработки медицинского инструмента ультразвуком питающегося от сети 220 В.</p>
--	---

на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> (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).	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследование литературы по вопросам ультразвуковой предстерилизационной обработки медицинского инструмента;</li> <li>2. Разработка оптимальной структурной схемы управления стендом;</li> <li>3. Разработка принципиальной схемы управления стендом;</li> <li>4. Подбор компонентов и проведение необходимых расчетов;</li> <li>5. Написание и отладка программного кода.</li> </ol>
<b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)	Схема электрическая принципиальная
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Потехина Нина Васильевна
Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Болотина Ирина Олеговна	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д51	Ухов Сергей Алексеевич		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1Д51	Ухов Сергей Алексеевич

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОЭИ</b>
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	12.03.04.Биотехнические системы и технологии

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя - 33664 руб. Оклад инженера- 21760 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Дополнительная заработная плата 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	-Анализ конкурентных технических решений; -SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование работ; Разработка диаграммы Ганта; Формирование бюджета затрат на научное исследование.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Описание потенциального эффекта

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

1. Диаграмма Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОСГН ШБИП	Потехина Нина Васильевна	-		Из приказа нужно будет взять потом

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д51	Ухов Сергей Алексеевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1Д51	Ухов Сергей Алексеевич

<b>Школа</b>	<b>Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Биомедицинская инженерия</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Тема ВКР:

<b>СТЕНД ДЛЯ ПРЕДСТЕРИЛИЗАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ МЕДИЦИНСКОГО ИНСТРУМЕНТА</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования.	Объектом исследования является стенд для предстерилизационной обработки медицинского инструмента ( 4 корпус, 208 аудитория)
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Проанализировать потенциально возможные вредные и опасные факторы при разработке и эксплуатации стенда для предстерилизационной обработки медицинского инструмента: – электроопасность (в т.ч. статическое электричество, средства защиты); – неудовлетворительное освящение; – повышенный уровень шума на рабочем месте; – ультразвуковое излучение; – неудовлетворительный микроклимат; – повышенный уровень электромагнитных полей (ЭМП); – повышенный уровень напряженности электростатического поля
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, утилизация компьютерной техники и периферийных устройств); – решение по обеспечению экологической безопасности.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	– Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;

- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.
- Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель общетехнических дисциплин	Гуляем Милий Всеволодович			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д51	Ухов Сергей Алексеевич		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**

Направление подготовки **12.03.04 Биотехнические системы и технологии**

Уровень образования **бакалавриат**

Отделение **электронной инженерии**

Период выполнения  (осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года)

Форма представления работы:

**бакалаврская работа**

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
21.12.18	<i>Обзор на используемые методы и средства ультразвуковой очистки</i>	8
21.01.19	<i>Расчет ультразвукового датчика</i>	10
11.02.19	<i>Разработка структурной схемы</i>	12
30.02.19	<i>Разработка принципиальной схемы и подбор компонентов</i>	30
08.04.19	<i>Написание алгоритмов</i>	10
27.05.19	<i>Написание и отладка кода программы</i>	20
03.06.19	<i>Социальная ответственность и финансовый менеджмент</i>	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Болотина И.О.	к.т.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 120 с., 22 рис., 12 табл., 50 источников.

Ключевые слова Ультразвук, кавитация, ванна, отчистка, ланжевен, предстерилизационная, стерилизация, проба, медицинский, инструмент.

Объектом исследования - стенд для предстерилизационной обработки медицинского инструмента.

Цели и задачи исследования (работы) спроектировать стенд для ультразвуковой предстерилизационной обработки медицинских инструментов и составить лабораторную работу для работы с спроектированным стендом. Исследовать литературу по вопросам ультразвуковой предстерилизационной обработки медицинского инструмента.

В процессе исследования разработаны разработать структурную схему управления стендом, разработать принципиальную схему управления стендом, произвести подбор компонентов и необходимых расчетов, написать программный код.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: ультразвуковой излучатель находится над объектом излучения, на дно ванны кладется отражатель.

Степень внедрения учебный процесс.

Область применения: ультразвуковая предстерилизационная обработка.

Экономическая эффективность/значимость заключается в надежности, относительной дешевизне.

В будущем планируется внедрение дополнительной системы управления для изменения частоты излучения ультразвукового ланжевена и создание дополнительных режимов работы.

## Нормативные ссылки

В данной работе использовались следующие нормативные стандарты:

1. СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»
2. СанПиН 2.2.4. /2.1.8.582—96 «Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения»
3. ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования»
4. ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»
5. ГОСТ Р 12.1.019-2009 «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»
6. ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление»

## Оглавление

Введение	12
1. Теоретические основы акустики	15
1.1 Волны в упругих средах	15
1.2 Ультразвуковая кавитация	16
1.3 Влияние ультразвука на микроорганизмы	17
1.4 Стерилизация инструмента и медицинской посуды	18
1.5 Механизм ультразвуковой стерилизации	19
1.6 Методы ультразвуковой стерилизации	21
1.7 Учет результатов постановки проб	22
1.8 Особенности структурной организации ультразвуковых ванн	23
2. Разработка лабораторного стенда для предстерилизационной обработки медицинского инструмента	27
2.1 Разработка структурной схемы	27
2.2 Расчет ультразвукового датчика	29
2.3 Обоснование принципиальной схемы	31
2.4 Расчет электрической схемы	37
2.5 Экспериментальная часть	46
3. Разработка лабораторной работы	49
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	53
5. Социальная ответственность	72
Список литературы	91
Приложение А Технические характеристики ультразвуковых установок	95
Приложение Б Программная работа блока управления	98
Приложение В Алгоритм работы блока управления	118
Приложение Г ФЮРА.942714.015ЭЗ Генератор ультразвуковых колебаний	119

## Введение

Предстерилизационная очистка (ПСО) изделий медицинского назначения (ИМН) самый трудоёмкий и травмоопасный этап, от качества проведения которого зависит распространение инфекций (ВБИ).

Последствия обработки медицинских инструментов включает в себя три этапа: дезинсекцию, предстерилизационную очистку (ПСО) и стерилизацию. После эксплуатации инструмент опасен. Для дальнейшей работы с ним его надо продезинфицировать, точнее избавиться от патогенной флоры, которая попала на инструмент во время работы от больного. Это требуется для того, чтобы не заразился персонал, обрабатывающий инструменты, и инфекция не получила распространение [1]. Для заражения достаточно: небольшого укола или любое повреждение целостности кожного покрова обрабатываемого. Именно поэтому так важно предварительное обеззараживание инструмента. Только после того, как он пробыл дезинфицирующем растворе определенной время (для каждого средства оно свое, в среднем – 30 мин), необходимое для дезинфекции, можно приступать к следующему этапу – предстерилизационной очистке. Так как современные растворы в большинстве своем бифункциональны – обладают и дезинфицирующими и моющими свойствами, очистку проводят в том же растворе, в котором проходила дезинфекция [2]. Итак, ПСО представляет собой механическую очистку, отмывку от различных загрязнений (биологические жидкости; костная, жировая, эпителиальная ткани, лекарства и т. д.). От них, до недавнего времени, избавлялись с помощью щеток, салфеток, ершиков. Не всегда эти загрязнения видимы. При таком ручном труде требовать качественной однородной обработки поверхностей, особенно сложных инструментов с замковыми частями, каналами не приходилось. Кроме того, многие моющее – дезинфицирующие растворы фиксируют белковые загрязнения, как бы приваривая к инструментам кровь, гной,

кусочки тканей. Отмыть их особенно в труднодоступных местах становится и вовсе проблематично. Риск травматизма и, следовательно, инфицирования при ПСО крайне велик: каждый зажим, каждый скальпель, каждую иглолку нужно тщательно очистить, не оставляя мертвых зон. Это практически невозможно и на это требуется очень много времени.

Преимущества ультразвуковой мойки является возможность автоматизировать процесс ПСО: качество отчистки инструмента одинаково по всей площади поверхности, даже инструментов имеющих сложную форму; отчистка большой партии инструмента.

По итогу можно сказать, что использование ультразвуковой мойки значительно сокращает время проведения стерилизации медицинских инструментов примерно в два-три раза и качество обработки поверхности равняется 100 процентам, чего нельзя сказать при ПСО, помимо этого практически полностью избавляет от шансов заражения, так как отсутствует тактильный контакт с зараженным инструментом.

Даже при использовании бифункциональных растворов, исключаящих этап отмывки между дезинфекцией и ПСО, при ручном способе это время складывается из времени (t) дезинфекции плюс не менее полминуты на каждый отдельный предмет независимо от размеров и сложности конфигурации. При ультразвуковой очистке максимально это время может равняться времени дезинфекционной экс - позиции, так как режим очистки идет параллельно. А за счет того, что загрязнения разбиваются ультразвуком в первые же минуты дезинфекции это время, сокращается в два-три раза. Последовательность этапов дезинфекции и ПСО больше не имеет значения. Целесообразно и предварительную чистку (до дезинфекции) проводить с помощью ультразвука. Подготовка инструментов к стерилизации в ультразвуковых мойках стала безопасной, качественной, быстрой.

# ГЛАВА 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АКУСТИКИ

## 1.1 Волны в упругих средах

Ультразвук – это волны в упругих средах с частотой колебания выше 20 кГц, что выше слышимого человеком звука. Под воздействием внешних сил многие среды меняют положение частиц, если среда способна вернуть свое исходное положение частиц после снятия нагрузки, то такие среды называются упругими, именно в таких средах и способны распространяться акустические волны, рисунок 1.1. Поперечной волной называется волна, в которой направление колебаний и направление распространения перпендикулярны, если эти направления параллельны, то такие волны называются продольными, рисунок. Акустическая волна, описываемая уравнением  $s = A\sin(\omega t - kx + \phi_0)$  если при распространении в среде амплитуда не изменяется со временем и имеет не большое значение [7,8,11].

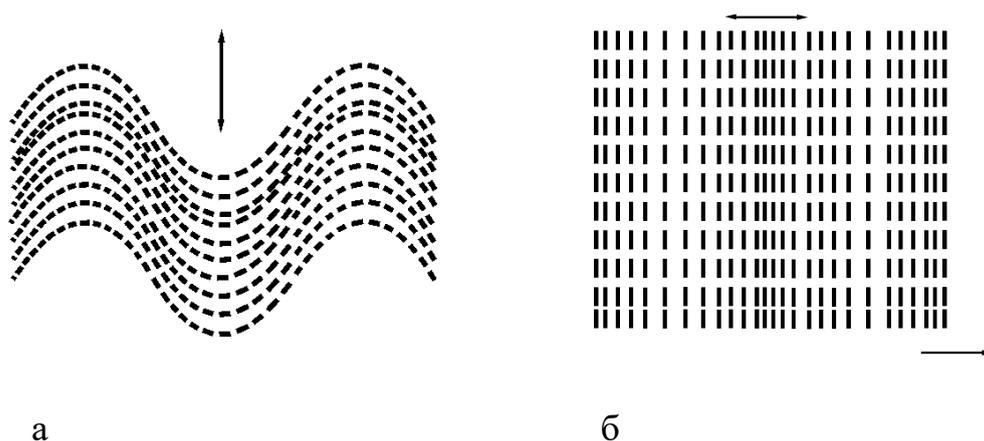


Рисунок 1.1 Акустические упругие волны в среде:

а – поперечные; б – продольные;

стрелками указаны направления распространений колебаний

Данное формула описывается движение частиц, называемое гармоническим колебанием и подчиняется синусоидальному закону.

Акустические волны делят в зависимости от частоты колебаний, имеются различные диапазоны (рисунок 1.2) [1,4]. Границы диапазонов являются условными, так как зависят от свойств человеческого слуха

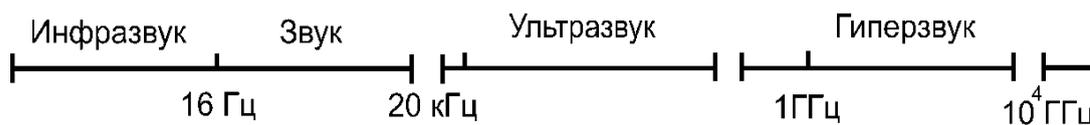


Рисунок 1.2. Диапазоны акустических колебаний и волн

## 1.2 Ультразвуковая кавитация

Кавитация – это процесс образования и последующего схлопывания газовых пузырьков под воздействием изменяющегося давления.

$P_k \approx \frac{2a}{r}$  (1) - данная формула описывает давление, которое является

минимально критически растягивающим,

где  $r$  – удвоенное расстояние между молекулами, которое необходимо для разрыва межмолекулярных связей, м;

$a$  - поверхностное натяжение необходимое для образования новой поверхности единичной площади. Данное растягивающее значение давления нужно для разрыва и образования новых фаз парогазовых пузырьков, Па.

В жидкости под действием ультразвука возникает положительное и отрицательное давление, которое превосходит равновесное, благодаря ему происходит сжатие и расширение пузырьков. Положительное давление сжимает, а отрицательное растягивает парогазовые пузырьки. [1,2,9]

Так как в жидкости всегда присутствуют парогазовые микропузырьки, которые являются зародышами кавитации, даже после дегазации и отчистки данные пузырьки остаются в жидкости. В связи с этим возникает значительное расхождение между теоретическими и экспериментальными данными критического растягивающего давления. В экспериментальных данных значения получаются в пределах нескольких сотен атмосфер. [3, 6, 8]

Из-за наличия одноименных зарядов на поверхности микропузырьков происходит их стабилизация, в результате отталкивание между ними предотвращает смыкание пузырька. В жидкости малые пузырьки растворяются, так как присутствует избыточное давление  $2\sigma/R_0$ , а пузырьки больших размеров всплывают на поверхность [1,10].

### **1.3 Влияние ультразвука на микроорганизмы**

Кавитация является основной причиной летального исхода при озвучивании на них ультразвуком микроорганизмов.

При озвучивании некоторая часть клеток не подвергается механическому воздействию, так как они находятся в тумане над поверхностью, из-за выброса суспензии, так же присутствует часть клеток, которые из-за механического воздействия моментально разрушаются. Это происходит из-за разрыва внешнего слоя клеток, которое происходит из-за разжижения внутренней среды клетки [1].

Эффективность влияния ультразвука на микроорганизмы зависит от многих параметров, например, вида, типа, ее размеров и физического состояния, состава и длительности воздействия [12,13]. Выше сказанное дает возможность использовать ультразвуковые излучения с целью стерилизующего агента.

## **1.4 Стерилизация инструмента и медицинской посуды**

Стерилизации в хирургии подлежат такие инструменты как медицинская пила, скальпель, расширитель ран, конхотомы, щипцы, кусачки, бокорезы, сверла, коловороты, трепанфрезы, элеваторы и м. д. Это необходимо для отсутствия бактерий, вирусов, грибков и других опасных микроорганизмов, так называемой асептики, которая является идеальным условием для проведения хирургических операций

Для выполнения данной процедуры часто используют ультразвук. С его помощью процесс отчистки значительно ускоряется, отчищаются труднодоступные места, вся поверхность инструмента качественно и равномерно обрабатывается и самое главное значительно уменьшается риск заражения персонала во время процедуры [1,14].

Инструменты требуют такую же подготовку для процедуры, как и в случае ручной отчистки. Для эффективной предстерилизационной обработки, в случае сильного загрязнения, следует отчистить инструмент щеткой, затем обрабатывать ультразвуком. Далее процедура идет в стандартной последовательности: дезинфекция, очистка и стерилизация. Ультразвуковая чистка является особенно эффективной при наличии инструментов сложной формы таких как: хирургическая пила, кюретки, сверла, ранорасширители и т.д. Такие инструменты имеют в своей форме труднодоступные места, до которых сложно добраться при ручной обработке. В таком случае на инструменте остаются микроскопические кусочки грязи, которые могут стать причиной инфекции. Часто такие остатки находятся в порах, отверстиях,

углублениях и трещинах. Ультразвуковая отчистка не повреждает поверхность и исключает возможность порчи детали при обработке [12].

При применении ультразвукового метода процент грязевого налета составляет от 0,5 до 1 процента, тогда как при ручной обработке он составляет от 5 до 10 процентов, это свидетельствует об эффективности данного метода, при котором затрачивается меньше времени [1].

### **1.5 Механизм ультразвуковой стерилизации**

Механизм ультразвуковой стерилизации заключается в кавитации, благодаря которой происходит отчистка инструмента. Во время кавитации протекает несколько процессов одновременно, такие как воздействие колеблющихся пузырьков, которые проникают в промежутки между пленкой загрязнения и инструментом и отслаивают ее, и разрушение пленки из-за возникших гидравлических ударов вблизи пленки, которые появляются в следствии схлопывания кавитационных пузырьков. Такое воздействие возможно, как в химически активных средах, в которых процесс отчистки происходил лучше, так как идет дополнительное пассивное воздействие среды на загрязнения, так и в химически пассивных средах, в которых отсутствует воздействие среды.

В следствии локальных гидравлических ударов на поверхности пленки загрязнений появляются трещины, кратеры и различные повреждения. Это происходит из-за локальности воздействия и сильной неравномерностью, появляющейся во время резкого и значительного возрастания, затем такого же убывания нагрузки. Такой скачок происходит за счет пузырьков, благодаря которым происходит локальный удар, во время которого на пленку воздействует динамический удар [5,8].

Кавитационные методы разрушения поверхностных пленок: отслоение, эмульгирование, очистка, эмульгирование. [10]

Механизм разрушения поверхностной пленки на медицинской посуде И. О. Болотина отметила «газовые пузырьки, имевшиеся в толще пленки, пульсируя в звуковом поле и перемещаясь под действием акустических течений, увлекали за собой часть окружающего вещества. Перемещение массы пленки приводило к ее разрывам. Одновременно шел другой процесс: кавитационные пузырьки распыляли мельчайшие капли воды на поверхности жировой пленки, обволакивая газовой пузырьком. Поскольку пульсирующий пузырек является своеобразным источником ультразвуковых колебаний, капельки жидкости с его поверхности могут отбрасываться, дробиться и наблюдается явление, напоминающее распыление тонкого слоя жидкости на поверхности излучателя.» [1, с. 176].

Алгоритм отслоения пленки описан, в учебном пособии «применение ультразвука в медицине», где автор И. О. Болотина отметила «Пульсирующий кавитационный пузырек, появляющийся вблизи загрязнения и обрабатываемой поверхности, воздействует на пленку за счет интенсивных колебаний если этого воздействие сильнее силы сцепления между пленкой и поверхностью, то пленка отслаивается» [1, с. 152]. Данный процесс иллюстрирую рисунок 1.3а и 1.3б.

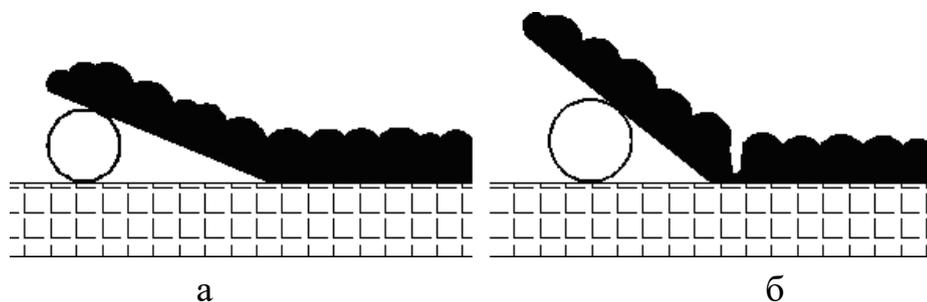


Рисунок 1.3 - Схема отслоения пленки загрязнений при пульсациях кавитационного пузырька:

а – начальная фаза отслоения; б – откалывание кусочков пленки

## 1.6 Методы ультразвуковой стерилизации

Особенную роль играет распространение ультразвукового поля. Этот параметр очень важен при проектировании ультразвуковой ванны. Для формирования кавитационных пузырьков не только вблизи излучателя необходимо, соблюдение значений атмосферного и гидростатического давлений вблизи поверхности излучателя, в ином случае кавитация будет наблюдаться только вблизи излучателя, что является не удовлетворительным.

Для установок, работающих при атмосферном давлении, применяются следующие методы очистки: метод погружения; непрерывно-последовательный метод; контактный метод [10].

Метод погружения - при использовании данного вида обрабатываемые объекты располагают на максимально близком расстоянии к излучателю, с использованием сетчатой корзины. Метод используется для обработки мелких деталей размеры которого меньше размеров датчика или соизмеримы с ним.

Стоит отметить, что при использовании для отчистки кавитации с использованием ультразвука наличие перегораживающий слоев сильно ослабляет воздействие звукового поля за ней. Этот эффект сохраняется при малой толщине перегородки, даже если толщина меньше  $\lambda/2$ .

Для качественной отчистки инструментов методов погружения необходимо обеспечить равномерное распределение ультразвуковых волн по всей поверхности объекта, для этого следует периодически переворачивать объект и использовать ячейки с крупной сеткой диаметром не менее 5 мм [14].

Очистка непрерывно-последовательным методом используется в случае: перемещения относительно друг друга объекта обработки и излучателя.

Контактный метод - особенностью данного метода является использование изгибных колебаний самого объекта под действием ультразвука. В этом случае объект выполняет роль вторичного источника вибраций. Эта особенность улучшает качество обработки, так как способствует отслоению загрязнения с поверхности объекта. Помимо этого, так же используется и акустический контакт между деталью и излучателем.

При использовании контактного метода из-за удаления от источника, интенсивность ультразвуковых волн падает, то необходимо периодически менять положение излучателя, для достижения качественной отчистки объекта. Данные манипуляции следует проводить, если обрабатываемый объект имеет большие размеры [14,15].

### **1.7 Учет результатов постановки проб**

Процесс проведения и учет результатов проб описан в СанПиН 2.1.3.2630-10 «Контролируемое изделие протирают марлевой салфеткой, смоченной реактивом, или наносят 2 - 3 капли реактива на изделие с помощью пипетки. При положительной азопирамовой пробе в присутствии следов крови немедленно или не позднее, чем через 1 мин, появляется вначале фиолетовое, затем быстро в течение нескольких секунд переходящее в розово-сиреневое или буроватое окрашивание реактива. Азопирам, кроме гемоглобина, выявляет наличие на изделиях остаточных количеств пероксидаз растительного происхождения, окислителей, а также ржавчины и кислот. При наличии на исследуемых изделиях ржавчины и указанных окислителей наблюдается бурое окрашивание реактива, в остальных случаях происходит окрашивание в розово-сиреневый цвет.» [22]

## 1.8 Особенности структурной организации ультразвуковых ванн

В данном разделе будет рассмотрена структурная организация распространённых ультразвуковых установок, таких как Eurosonic Energy и Elmasonic Clean BOX0.9л. Технические характеристики ультразвуковых ванн приведены в приложении А. Традиционные мойки представляют собой прибор, в котором обрабатываемые инструменты помещаются в металлическую или пластиковую сетчатую корзину, которая подвешивается над емкостью, в которой находится моющий раствор. С обратной стороны дна ультразвуковой ванны крепятся ультразвуковые излучатели, благодаря которым происходит озвучивание объекта [17].



Рисунок 1.6 – Расположение элементов традиционной ультразвуковой ванны

УЗО-«МЕДЭЛ» устроена иначе, источник ультразвуковых колебаний находится над обрабатываемым объектом, так как он расположен в крышке, так же на дно поддона помещен металлический отражатель для улучшения однородности акустического поля и повышения эффективности обработки. Таким образом, в установке УЗО-«МЕДЭЛ» ультразвук вводится в раствор сверху, что принципиально отличает их от моек с традиционным техническим решением и приводит к ряду качественных отличий (рисунок 1.7).

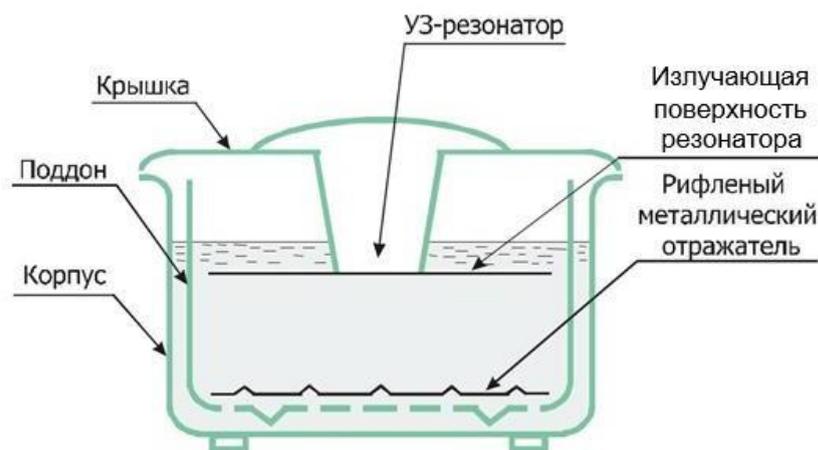


Рисунок 1.7 – Расположение элементов УЗО-«МЕДЭЛ»

Взаимозаменяемость отдельных корпусных деталей ЕДПО и УЗО позволяют привнести в процесс обработки медицинских изделий ряд положительных моментов: улучшить условия и значительно повысить производительность труда, и, что наиболее важно, существенно снизить риск инфицирования медперсонала [3].

Отметим ряд отличительных особенностей ультразвуковых моек УЗО-«МЕДЭЛ» по сравнению с мойками традиционного типа, обусловленных введением ультразвука сверху и реализацией УЗО на базе полимерных емкостей-контейнеров. При ультразвуковой обработке инструментов на дно ванны выпадает осадок (загрязнения), который при введении ультразвука сверху практически не влияет на качество очистки [18]. В традиционных мойках накапливающийся осадок не только снижает эффективность ультразвукового воздействия, но и создает вблизи дна некоторое облако из хлопьев продуктов обработки, заставляющее помещать инструменты как можно выше, чтобы не снизить качество обработки (рисунок 1.8).

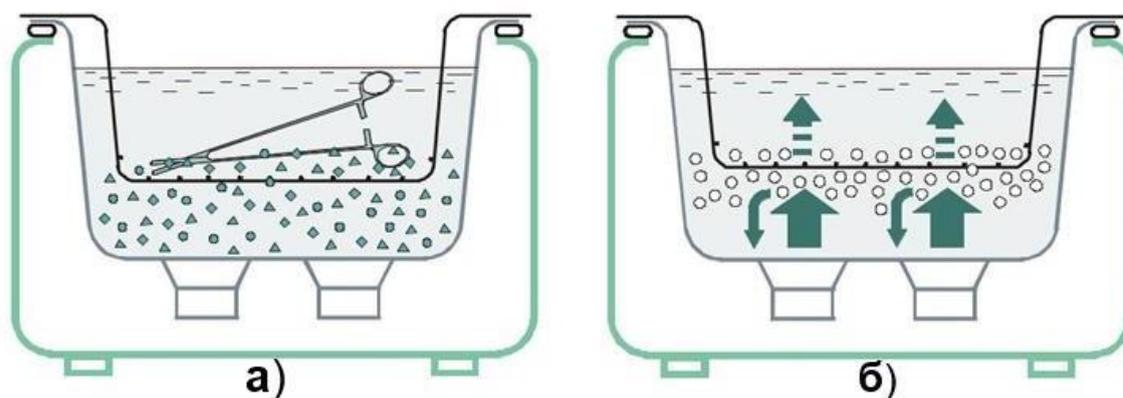


Рисунок 1.8 – Причины снижения эффекта воздействия

а – облако их хлопьев продуктов;

б – кавитационное облако.

Необходимость размещения инструментария в Eurosonic Energy и Elmasonic Clean BOX0.9л в металлических сетках-контейнерах (для мелких инструментов сетки с малым шагом) затрудняет (экранирует) доступ ультразвуковых волн к объектам обработки. Вследствие экранирования интенсивность ультразвуковых колебаний в области инструментов всегда ниже, чем под сеткой и возникающее здесь кавитационное облако дополнительно препятствует прохождению ультразвуковых волн. Все это, как и в первом случае, приводит к необходимости неоправданного увеличения подводимой ультразвуковой мощности. В УЗО-«МЕДЭЛ» инструментарий укладывается непосредственно на отражатель и ничто не препятствует доступу к нему ультразвуковых колебаний.

Существенным качественным отличием УЗО-«МЕДЭЛ» от Eurosonic Energy и Elmasonic Clean BOX0.9л является практически постоянная нагрузка на излучающую поверхность, которая обусловлена в основном размерами озвучиваемого объема. Это обстоятельство приводит и к постоянству основного параметра ультразвуковых колебаний – интенсивности излучения. Тогда как в традиционных мойках уровень раствора, а значит объем загрузки, существенным образом влияет на эффективность очистки. Вот почему в ряде

руководств по эксплуатации на эти изделия количество одновременно обрабатываемых инструментов ограничивается одним-двумя слоями [3,16,17].

В отличие от Eurosonic Energy и Elmasonic Clean BOX0.9л, которые вынуждены, как мы видим, работать в области повышенных мощностей, установки УЗО- Стеллажи, при необходимости, позволяют легко переместить установку с заполненной емкостью, например, к раковине во время промывки инструмента, при замене раствора, а также во время уборки помещения. Дополнение установки УЗО-«МЕДЭЛ» соответствующими по объему емкостями-контейнерами и отражателями, полная взаимозаменяемость корпусов, крышек и поддонов позволяют использовать различные варианты организации процесса обработки медицинских инструментов и организации рабочих мест.

## ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ПРЕДСТЕРИЛИЗАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ МЕДИЦИНСКОГО ИНСТРУМЕНТА.

### 2.1 Разработка структурной схемы

Для реализации данного проекта необходимо разработать структурную схему. Она состоит из шести блоков ИВЭП – вторичного источника электропитания; Мультивибратора-автогенератора – IR2155; Трансформатора, фильтра, системы управления и излучателя. Схема приведена на рисунке 2.1.

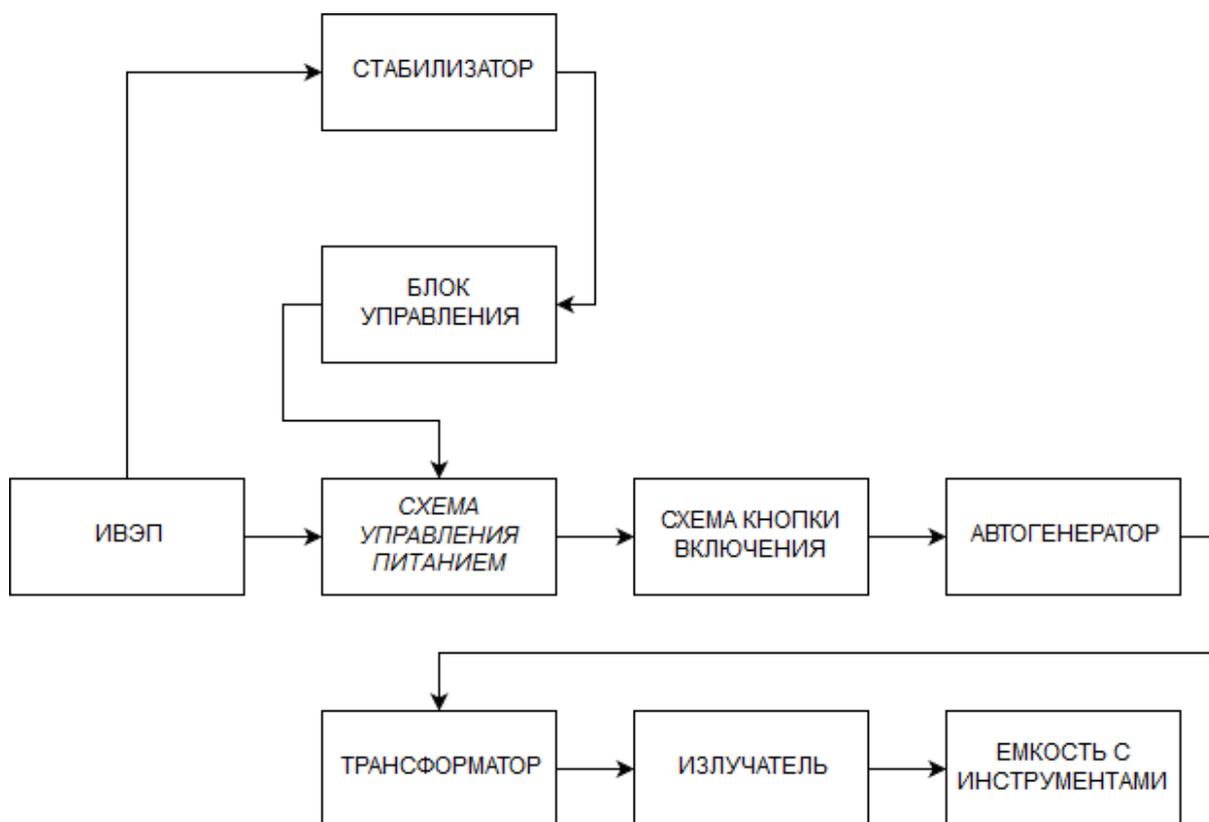


Рисунок 2.1 – Структурная схема ультразвукового стенда

Вторичный источник электропитания (ИВЭП) предназначен для получения напряжения необходимого для непосредственного питания электрической энергией лабораторного стенда. В этой схеме используется трансформатор для уменьшения напряжения. При трансформаторном напряжении вторичной сети трансформируется в напряжение требуемых номиналов далее выпрямляется выпрямителем. Пульсации выпрямленного сигнала сглаживаются фильтром, а его величина стабилизируется стабилизатором напряжения. В качестве достоинств данной схемы можно отметить простоту реализации схемы и получения требуемых значений выходного напряжений, так же наличие гальванической развязки.

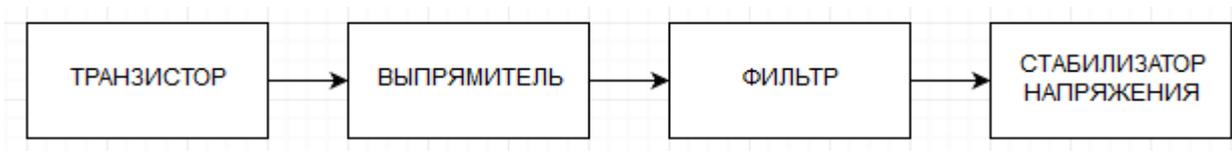


Рисунок 2.2 – Структурная схема ИВЭП

После ИВЭП преобразованное напряжение поступает на стабилизатор и схему управления питанием. Стабилизатор необходим для получения напряжения +5В и питания цифровой составляющей схемы. Схема управления питания необходима для работы режимов работы ванны. Схема кнопки включения нужна для включения ультразвуковой ванны и подачи питания на ультразвуковой датчик. Мультивибратор–автогенератор (задающий генератор импульсов), реализован на микросхеме IR2155, при помощи которого получаем сигнал симметричных противофазных импульсов. Далее при помощи трансформатора получаем напряжение нужного уровня и сглаживаем его при помощи фильтра, после сигнал поступает на излучатель. Блок управления предназначена для удобной эксплуатации ультразвуковой ванны. Данный блок выполняет ряд функций, таких как включение и выключение сети питания 220 В, включение и выключение ультразвуковой обработки, настройка времени обработки инструмента. Помимо этого, блок управления имеет индикаторы, отображающие работу устройства, процесс

ультразвуковой обработки медицинского инструмента и имеет цифровой индикатор времени для отображения настраиваемого времени и оставшегося времени обработки ультразвуком.

## 2.2 Расчет ультразвукового датчика

Для расчета ультразвукового датчика необходимо определиться с имеющимися параметрами. Так как в ванной в качестве иммерсионной жидкости будет использоваться бифункциональный дезинфицирующий и моющий раствор, то скорость ультразвука будет равна  $c = 1500 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Расчет диаграммы направленности круглой формы проводится по формуле:

$$F(\theta) = \left| \frac{2 \cdot J_1(a \cdot k \cdot \sin \theta)}{a \cdot k \cdot \sin \theta} \right|$$

где  $c = 1500$  - скорость ультразвука в растворе м/с-

$f = 0.22 \cdot 10^6$  Гц - частота работы датчика;

$\lambda = \frac{c}{f} = 6.818 \cdot 10^{-3}$  м - длина волны;

$a = 0.80 \cdot 10^{-2}$  м - диаметр датчика;

$r_b = \frac{a}{\lambda} = 9.387 \cdot 10^{-3}$  м - граница ближней зоны;

$k = \frac{2 \cdot \pi}{\lambda} = 921.5$  - волновое число;

$\theta$  - угол между акустической осью и направлением распространения волны;

$J$  - функция Бесселя первого порядка.

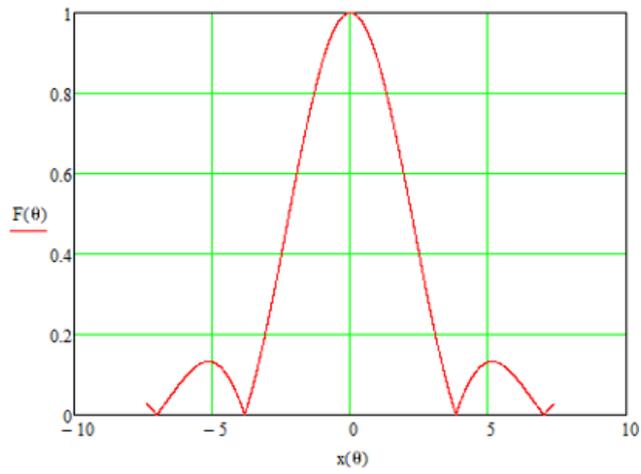


Рисунок 2.3 – Диаграмма направленности круглого преобразователя.

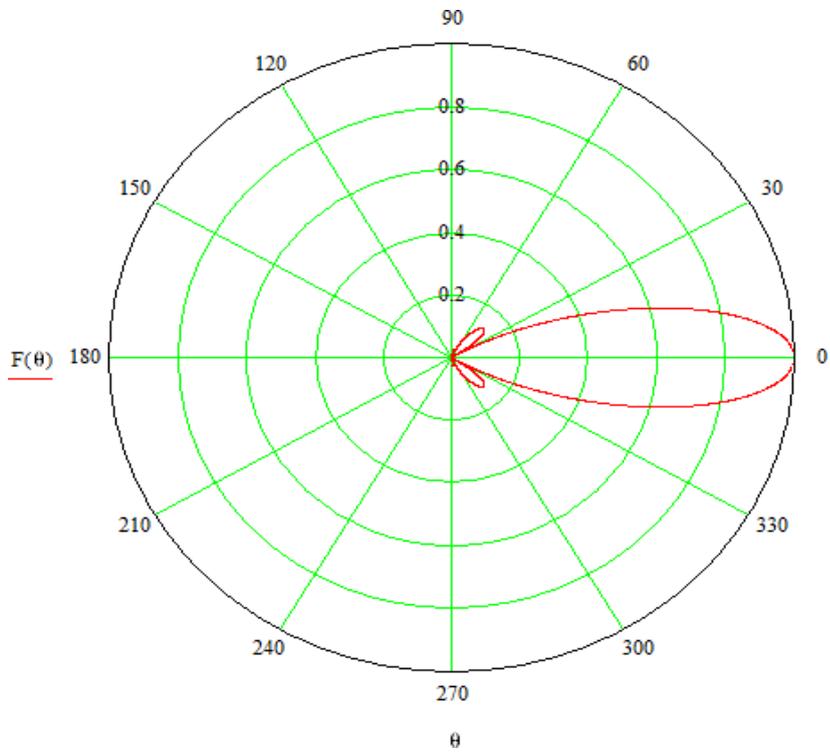


Рисунок 2.4 - Диаграмма направленности круглого преобразователя в полярных координатах.

Раскрытие основного лепестка:  $\theta = \arcsin\left(0.61 \cdot \frac{\lambda}{a}\right) = 0.547$

## 2.3 Обоснование принципиальной схемы

Схема понижающего трансформатора предназначена для понижения напряжения полученное от сети, необходимое для питания. Является гальванической развязкой от сети (рисунок 2.5).

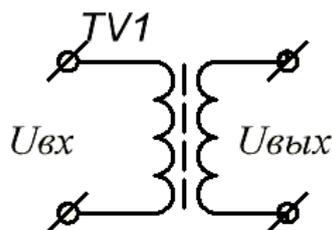


Рисунок 2.5 – Схема трансформатора

Схема выпрямителя предназначена для выпрямления напряжения поступающего от сети. При включении устройства в сеть конденсатор  $C1$  на входе начинает заряжаться. Так как питание производится от сети, то диодный мост следует защитить, для этого на входе ставим резистор, так как ток может в первый момент времени при включении может достигать больших значений. (рисунок 2.6).

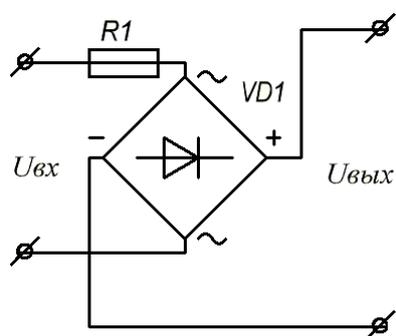


Рисунок 2.6 – Схема выпрямителя

Схема фильтра необходима для отсеечения импульсных и высокочастотных помех за счет работы  $C1$ ,  $C2$  и  $L1$ . Так как фильтр сетевой, после выпрямления, то была выбрана схема  $\Pi$  – образного несимметричного

фильтра. Так как установка питается от сети, то на элементы подаётся напряжение высокого уровня 220В, следовательно, элементы должны выдержать напряжение 400 В для надёжной работы и будут подобраны специальные элементы для работы с сетью. Резистор R разряжает конденсаторы после отключения БП от сети (рисунок 2.7).

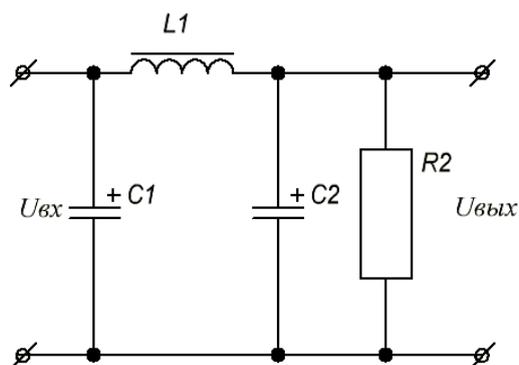


Рисунок 2.7 – Схема фильтра

Схема стабилизатора напряжения L78 (DD1) предназначен для защиты от тепловой перегрузки, который отключает цепь, когда подвергается воздействию чрезмерной перегрузки по мощности, внутренней защитой от короткого замыкания, которая ограничивает максимальный ток, который пройдет цепь. Конденсаторы C4-C6 необходимы для уменьшения пульсаций как по входу, так и по выходу (рисунок 2.8).

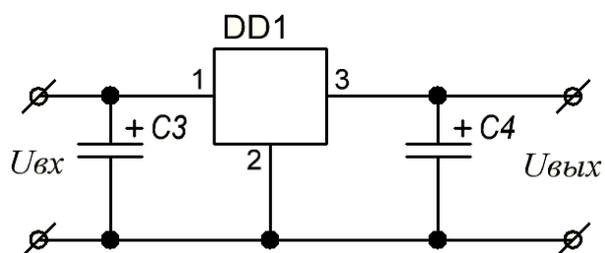


Рисунок 2.8 – Схема стабилизатора

На рисунке 2.9 приведена схема стабилизатора напряжения необходима для обеспечения защиты схемы в случае тепловой перегрузки, ограничения максимального тока и питания микроконтроллера (DD4), дисплея

(DD5) и кнопок(SV2-SV5), так же L7812 (DD6) необходим для стабилизации поступающего сигнала и дальнейшей ее фильтрации с помощью конденсаторов C8 и C9. Так же на выходе имеется напряжение +5 В необходимое для питания микросхем и элементов схемы. Так как разность в напряжение на входе и на выходе больше 2В, то можно воспользоваться линейным преобразователем.

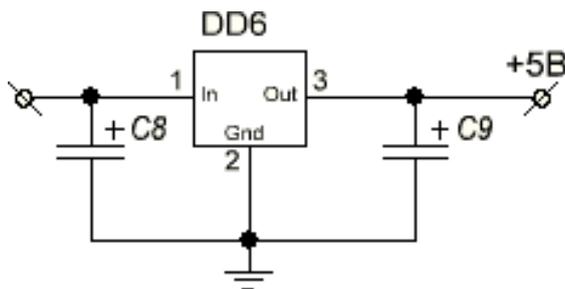


Рисунок 2.9– Схема стабилизатора

На рисунке 2.10 приведена схема включателя стенда предназначена для включения/выключения стенда и управления длительностью предстерилизационной обработки за счет своевременной подачи напряжения на базу биполярного транзистора, которое поступает с микроконтроллера DD4. Резистор R9 предназначен для надежного запираания транзистора в момент, когда кнопка разомкнута, так как в ином случае база транзистора будет висеть в воздухе и будет под воздействие помех. Резистор R10 необходим для создания напряжения  $U_{Бэ}$  для отпираания транзистора.

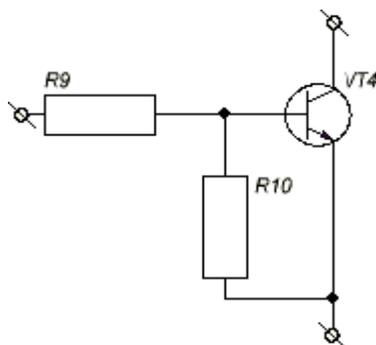


Рисунок 2.10- Схема управления питанием

На рисунке 2.11 приведена схема ключевого режима работы транзистора VT3, который реализуется с помощью электронного триггера DD3, который предназначен для управления им. При поступлении сигнала на вход C1 и Vcc, на выходе Q будет находиться высокий уровень напряжения, который будет отпирать транзистор VT3. В ином случае транзистор будет заперт. Резистор R8 для защиты.

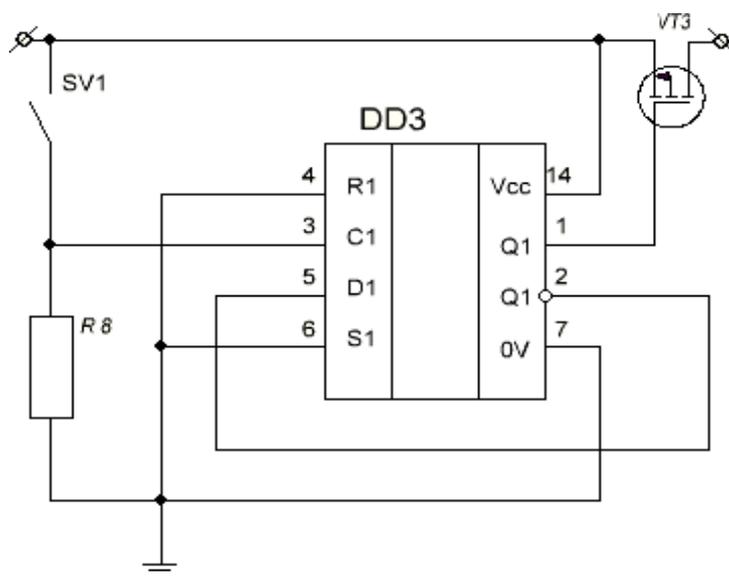


Схема 2.11 – Схема кнопки включения

На рисунке 2.12 приведена схема генератора: Микросхема IR2155 (DD2) представляет собой экономичный мультивибратор-автогенератор с широкими возможностями управления. Она позволяет задать частоту генерации близкую к 22 кГц, что делает выходное напряжение преобразователя пригодным для питания большого количества приборов. Для питания используется вход один, это же напряжение через диод VD1 подается на 8 вход для питания ключей. Выходы два и три используются для задания частоты колебания схемы благодаря R9 и C10. Вывод четыре является общим. Вывод шесть предназначен для возврата верхнего уровня питания. С выводов пять и семь микросхемы снимается сигнал генератора и подается через

ограничительные резисторы R5 и R6 на затворы силовых полевых транзисторов VT1, VT2. Транзисторы VT1 и VT2 работают в ключевом режиме. Для увеличения экономичности потребления тока и мощность от питания, и увеличения статичности уровня выходного напряжения транзисторы VT1 и VT2 являются комплементарные. Конденсаторы C6 и C7 необходимы для подключения первичной обмотки к трансформатору, так же они подавляют высокочастотные помехи. Сопротивления R6 и R7 разряжают конденсаторы C6 и C7 соответственно.

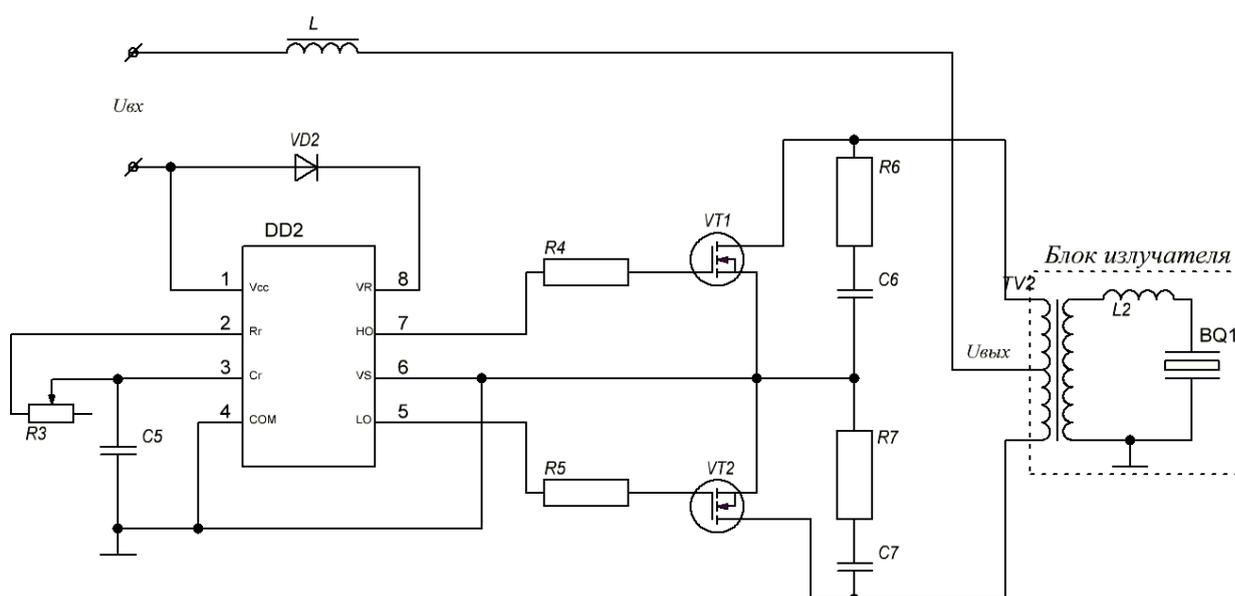


Рисунок 2.12 – Схема генератора

На рисунке 2.13 приведена схема трансформатора, фильтра и излучателя: Трансформатор используется для получения нужного уровня напряжения. Через трансформатор могут передаваться помехи, чтобы от них избавиться используется дроссель L2. Излучатель озвучивает ванну с медицинским инструментом.

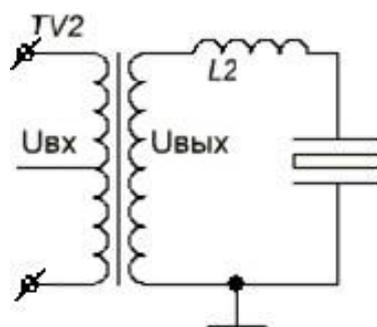


Рисунок 2.13 – Схема трансформатора, фильтра и излучателя

Схема блока управления, которая приведена на в Приложении Г используется для выбора режима предстерилизационной обработки и отображение выбранного режима и оставшего времени до окончания процедуры. Управление и взаимосвязь элементов данного блока осуществляется при помощи микроконтроллера DD4 (STM8S003K3). Светодиоды HL1-HL4 (BL-L542UWC) предназначены для отображения выбранного режима работы, они подключены к DD4 через защитные резисторы R11-R14. С помощью тактовых кнопок SV2-SV5 осуществляется выбор режима работы. Кнопки реализованы при помощи резисторов R17-R24 и конденсаторов C10-C13 которые предназначены для защиты от скачков напряжения и тока, дребезга и повышают стабильность работы схемы. Так же в программном коде DD4 предусмотрена защита от дребезга. Так как резистор является подтягивающим, а не стягивающим, то необходим инвертор, для этих целей используется триггер Шмитта DD7-DD10 (74HC14N), так как он не только инвертирует сигнал, но и преобразует его в цифровой. DD5 (WH1602) дисплей, используется для отображения оставшегося времени обработки. Резистор R16 нужен для настройки и регулировки контрастности изображения на экране, резистор R15 необходим для задания высокого уровня сигнала.

## 2.4 Расчет электрической схемы

Для начала необходимо рассчитать понижающий трансформатор. Изначальные данные для расчета трансформатора: напряжение питания  $U_c$  равно 220 В, напряжение выходное  $U_n = 20$  В, ток нагрузки  $I_n = 4$  А.

$$n = \frac{U_c}{U_n} = \frac{220}{25} = 8.8.$$

где  $U_n$  – напряжение вторичной обмотки, В;

$U_c$  – напряжение первичной обмотки, В.

Мощность вторичной обмотки составляет:

$$P = U_n \cdot I_n = 25 \cdot 3.2 = 80 \text{ Вт.}$$

где  $P$  – мощность вторичной обмотки, Вт.

$I_n$  – максимальный ток вторичной обмотки, А.

Габаритная мощность трансформатора:

$$P_{\Gamma} = \frac{P}{\eta} = \frac{80}{0.95} = 84.2 \text{ В.}$$

где  $P_{\Gamma}$  – габаритная мощность трансформатора;

$\eta$  – коэффициент потерь.

$$I_1 = 1,1 \cdot \left(\frac{P_{\Gamma}}{U_c}\right) = 1,1 \cdot \left(\frac{84,2}{220}\right) = 0,421 \text{ А.}$$

где  $I_1$  – ток первичной обмотки, А.

Площадь сечения тороида вычисляется по формуле:

$$S_{\text{расч}} = \sqrt{\frac{P_{\Gamma}}{1,2}} = \sqrt{\frac{80}{1,2}} = 8,1 \text{ см}^2.$$

где  $S_{\text{расч}}$  – площадь вычисляемого тороида,  $\text{см}^2$ .

Зная площадь сечения подбирают размеры сердечника  $D_c$ ,  $d_c$  и  $h_c$  чтобы они соответствовали размерам в формуле:

$$S = \left(\frac{D_c - d_c}{2}\right) \cdot h_c = \left(\frac{10 - 6,4}{2}\right) \cdot 6,4 = 11,5 \text{ см}^2.$$

где  $S$  - площадь сечения тороида,  $\text{см}^2$ ;

$D_c$  - внешний диаметр,  $\text{см}^2$ ;

$d_c$  - внутренний диаметр,  $\text{см}^2$ ;

Выбираем из ОЛ 50/80-40 площадь сечения равную  $12\text{см}^2$ .

$$S_{\text{окр}} = \frac{\pi \cdot d_c^2}{4} = 32 \text{ см}^2.$$

где  $S_{\text{окр}}$  – площадь окружности трансформатора,  $\text{см}^2$ .

Внутренний диаметр рассчитывается по формуле с условием для расчета

$d_c \geq d'c$ :

$$d'c = \sqrt{(2,4 \cdot S)} = \sqrt{(2,4 \cdot 11,5)} = 5,2 \text{ см}^2.$$

где  $d'c$  – внутренний диаметр трансформатора,  $\text{см}^2$ .

Условие выполняется т. к. –  $6,4 > 5,2$ .

Далее необходимо провести расчет числа витков на вольт, так как тороид из стали Э320, тогда:

$$w = \frac{32}{S} = \frac{32}{11,5} = 2,8 \text{ витков/В.}$$

где  $w$  – количество витков на вольт для первичной обмотки, витков/В.

Число витков первичной обмотки рассчитывается по формуле:

$$W_1 = w \cdot U_c = 2,8 \cdot 220 = 612 \text{ витков,}$$

$$W_2 = w \cdot U_H = 2,8 \cdot 25 = 70 \text{ витков.}$$

где  $W_1$  – число витков в первичной обмотке;

$W_2$  – число витков во вторичной обмотке.

Так как в тороиде имеются потери, то увеличим потери на 3 процента.

$$W'_2 = W_2 \cdot 1,03 = 70 \cdot 1,03 = 73 \text{ витков.}$$

Диаметр провода первичной обмотки рассчитывается по формуле:

$$d_1 = 1,13 \cdot \sqrt{\left(\frac{I_1}{\Delta}\right)} = 1,13 \cdot \sqrt{\left(\frac{0,421}{3}\right)} = 0,423 \text{ мм.}$$

где  $d_1$  - диаметр внешней обмотки, мм.

Ближайший диаметр провода в сторону увеличения 0,43 мм.

Диаметр провода вторичной обмотки рассчитывается по формуле:

$$d_2 = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{I_n}{\Delta}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{4}{3}} = 1,3 \text{ мм}$$

где  $d_2$  - диаметр внешней обмотки, мм;

$I_n$  – ток нагрузки, А.

Для расчета выпрямителя изначальные данные: напряжение питания напряжение входное  $U_n = 20$  В, ток нагрузки  $I_n = 4$  А. На входе присутствует предохранитель R1 номиналом 5А.

$$U_{\text{ср}} = \frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot U_{\text{вх}}}{\pi} = 22,5 \text{ В,}$$

где  $U_{\text{ср}}$  – среднее прямое напряжение, В;

$U_{\text{вх}}$  – напряжение на входе диодного моста, В.

$$I_{\text{ср}} = \frac{U_{\text{ср}}}{R_2} = \frac{22,5}{330} = 68 \text{ мА,}$$

где  $I_{\text{ср}}$  – средний ток, А.

$$\epsilon = \frac{2}{3} = 0,6,$$

где  $\epsilon$  – коэффициент заполнения.

$$U_{\text{обр. макс.}} = \sqrt{2} \cdot U_{\text{вх}} = 35 \text{ В,}$$

где  $U_{\text{обр. макс.}}$  – максимальное обратное напряжение, В.

$$I_{\text{д. ср}} = 0,5 \cdot I_{\text{ср}} = 34 \text{ мА,}$$

где  $I_{\text{д. ср}}$  – средний ток диода, А.

$$I_{\text{д. макс}} = \frac{\pi}{2} \cdot I_{\text{ср}} = 53 \text{ мА.}$$

где  $U_{\text{ср}}$  – среднее напряжение, В.

$I_{\text{ср}}$  – средний ток, А

Для расчет схемы фильтра возьмем C1 и C2 равные 10 мкФ, суммарная емкость составляет 20 мкФ. Из формул следует:

$$f_c = \frac{1}{\pi \cdot \sqrt{L1C}}; f_0 = \frac{f_c}{\sqrt{2}}; R2 = \sqrt{\frac{L1}{C}};$$

Из расчетов получаем  $L=2$  Гн,  $R2=318$  Ом.

Из ряда E24 выбираем  $L1=2$  Гн,  $R2=330$  Ом.

Мощность, выделившаяся на резисторе рассчитывается из формулы:

$$P = \frac{U_{вх}^2}{R} = \frac{25^2}{330} = 1.9 \text{ Вт.}$$

Для расчета стабилизатора возьмем конденсаторы номиналами предложенными производителями:  $C4=0,33$  мкФ,  $C5=0,1$  мкФ. [19]

Для расчета расчет схемы стабилизатора используя datasheet стабилизатора L7812ABV берем номиналы конденсаторов из стандартной схемы подключения. Для данного стабилизатора используем конденсаторы номиналами  $C8=330$ нФ,  $C9=100$ нФ.

Для расчета схемы управления питанием, ключа необходимо выполнение условия  $\beta \geq I_k/I_b$ , где  $I_k$  и  $I_b$  это ток коллектора и базы соответственно. Напряжение, которое отпирает транзистор равно 5В. Максимальный ток, который может поступить на коллектор меньше 2А, а падение напряжения между базой и эмиттером  $U_{бэ}$  составляет 0.2В, из datasheet получаем, что  $\beta = 30$ , следовательно получим, что при таких параметрах ток базы  $I_b \geq I_k/\beta = 2/30 = 0,06\text{А} = 6\text{мА}$ . Напряжение на резисторе R9 составит  $R = U / I = (5-0.2) / 0.06 = 80$  Ом. Из стандартного ряда выбираем 82 Ом. Для качественной работы транзистора в закрытом состоянии примем резистор номиналом более чем в 10 раз больше R9, следовательно,  $R10=1,1$  кОм. Этого напряжения хватит для уравнивания потенциалов эмиттера и базы.

Для расчета схемы кнопки включения транзистор будет идентичен транзисторам VT1 и VT2 (IRFZ44EPBF), так как параметры сигналов, проходящих через них, будут практически одинаковы. Резистор R8 примем 430 Ом.

Для расчета R3 и C5 воспользуемся формулой из data sheets:

$$f = \frac{1}{1,4 \cdot (R3 + 150) \cdot C5};$$

Зададимся конденсатором C5=1 пФ,  $f = 22$  кГц, получим  $R3 = 35,56$  Ом. Из ряда E24 выбираем ближайшее  $R3=36$  кОм. Диод VD2 аналогичен диодам VD1, так как параметры для их расчета практически идентичны. В качестве транзисторов используем транзисторы серии IRFZ44EPBF, так как данные транзисторы обладают рядом характеристик, удовлетворяющих для эксплуатации в схеме и имеют большой запас. Резисторы R4 и R5 имеют сопротивление 10 Ом. Конденсаторы C6 и C7 предназначены для подавления высокочастотных помех, резисторы R6 и R7 для их разряда. Зададимся резисторами R7 и R8 равными 100 Ом, тогда:

$$C8 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R7 \cdot f} = 10 \text{ пФ.}$$

Исходные данные для расчета трансформатора:

Напряжение на первичной обмотке трансформатора:  $U_{1m} = 14$  В;

Напряжение на вторичной обмотке трансформатора:  $U_{2m} = 20$  В.

Длительность импульсов:  $t_u = 25$  мкс;

Временной интервал между импульсами в серии:  $t_n = 25$  мкс;

Частота импульсов:  $f = 22$  кГц;

Сопротивление нагрузки:  $R_H = 10$  Ом.

Сердечник трансформатора выполним из электротехнической стали. Из справочника [6] выбираем электротехническую сталь 3412, обладающий следующими параметрами:

$$\mu_n = 2300$$

$$\Delta B = 0,3 \text{ Тл}$$

Для расчёта необходимо задаться следующими значениями:

Плотность тока в обмотках:  $j = 2$  А/мм<sup>2</sup>;

Коэффициент заполнения стали:  $K_{ст} = 0,8$ ;

Коэффициент заполнения окна медью:  $K_{ок} = 0,3$ ;

Коэффициент полезного действия (можно выбирать в диапазоне от 0.8 до 0.95):  $\eta = 0.9$ .

Найдём коэффициент заполнения для сигнала.

$$\gamma = \frac{t_{и}}{T} = 0,5.$$

где  $t_{и}$  - время импульса, с;

$T$  – период, с.

Найдём коэффициент трансформации трансформатора.

$$n = \frac{U_2}{U_1} = \frac{20}{15} = 1,4.$$

где  $U_1$  – напряжение вторичной обмотки, В;

$U_2$  – напряжение первичной обмотки, В.

Найдём амплитуду тока, протекающего во вторичной обмотке:

$$I_2 = \frac{U_2}{R_H} = \frac{20}{10} = 4 \text{ A.}$$

Найдём амплитуду тока первичной обмотки:

$$I_1 = n \cdot I_2 \cdot \frac{1}{\eta} = 5 \text{ A.}$$

Найдём действующие значения токов и напряжений:

$$U_{1д} = U_1 \cdot \sqrt{\gamma} = 10,5 \text{ В,}$$

$$U_{2д} = U_2 \cdot \sqrt{\gamma} = 14 \text{ В,}$$

$$I_{1д} = I_1 \cdot \sqrt{\gamma} = 3,5 \text{ А,}$$

$$I_{2д} = I_2 \cdot \sqrt{\gamma} = 2,8 \text{ А.}$$

Мощность рассчитывается по формуле:  $P_2 = U_{2д} \cdot I_{2д} = 39 \text{ Вт.}$

Типоразмер сердечника определяется по формуле:

$$S_{ок} \cdot S_{ст} = \frac{2 \cdot P_2 \cdot \sqrt{\gamma}}{\Delta B \cdot j \cdot f \cdot K_{ст} \cdot K_{ок} \cdot \eta} = \frac{2 \cdot 39 \cdot \sqrt{0,5}}{0,5 \cdot 2 \cdot 22000 \cdot 0,8 \cdot 0,3 \cdot 0,9} = 0,012 \text{ см}^4$$

Из справочника [6] выбираем сердечник: *ОЛ20/32–8*. Сердечник имеет кольцевую форму с прямоугольным поперечным сечением.

Сердечник имеет параметры:

$$S_{ст} = 0,48 \text{ см}^2,$$

$$S_{ок} = 2,94 \text{ см}^2,$$

$$S_{ок} \cdot S_{ст} = 1,411 \text{ см}^4,$$

$$D = 32 \text{ мм},$$

$$d = 20 \text{ мм},$$

$$h = 8 \text{ мм},$$

$$l_{ср} = 8,16 \text{ см}.$$

Рассчитаем количество витков:

$$W1 = \frac{U1 \cdot \gamma}{\Delta B \cdot f \cdot S_{ст} \cdot K_{ст}} = \frac{11 \cdot 0,5}{0,5 \cdot 50 \cdot 0,96 \cdot 10^{-4} \cdot 0,8} = 6,5 \text{ витка}.$$

Округлим количество витков до 7.

$$W2 = n \cdot W1 = 9,8 \text{ витка}$$

Округлим количество витков до 10.

1. Произведём расчёт и выбор проводов первичной и вторичной обмоток.

$$S1 = \frac{I1}{j} = 1,75 \text{ мм}^2$$

$$S2 = \frac{I2}{j} = 1,4 \text{ мм}^2$$

$$d1 = 1,13 \cdot \sqrt{S1} = 1,49 \text{ мм}$$

$$d2 = 1,13 \cdot \sqrt{S2} = 1,33 \text{ мм}$$

Из справочника [5] выбираем провода ПЭВ-1:

$$S1 = 1,8 \text{ мм}^2$$

$$S2 = 1,4 \text{ мм}^2$$

$$d1 = 1,5 \text{ мм}^2$$

$$d2 = 1,4 \text{ мм}^2$$

2. Проведём проверку коэффициента заполнения окна медью.

$$K_{ок} = \frac{S1 \cdot W1 + S2 \cdot W2}{S_{ок}} = \frac{1,75 \cdot 7 + 1,33 \cdot 10}{2,94} = 0,087 < 0,3$$

Видно, что полученный коэффициент заполнения меньше 0,3.

Рассчитаем индуктивность намагничивания, где  $\mu_0 = 400$ .

$$L_{\mu} = \frac{\mu_0 \cdot \mu_H \cdot W1^2 \cdot S_{ст}}{l_{ср}} = \frac{4 \cdot 10^{-7} \cdot \pi \cdot 400 \cdot 7^2 \cdot 0.48}{8,16} = 1,4 \text{ мГн}$$

3. Рассчитаем индуктивность рассеивания.

Рассчитаем среднюю длину витка и длину намотки:

$$l_B = (d + (D - d) \cdot 2 + (d + h) \cdot 2) = 100 \text{ мм}$$

$$l_H = \pi \cdot d = 62.8 \text{ мм}$$

Из справочника [5] выбираем лакоткань марки ЛШМС-105. В качестве номинальной толщины данной лакоткани выберем 0,05 мм.

Следовательно, толщина изоляции между обмотками будет равна

$$\Delta_{из} = 0,08 \text{ мм}$$

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{\mu_0 \cdot W1^2 \cdot l_B}{l_H} \cdot \left( \Delta_{из} + \frac{d1 + d2}{3} \right) = \\ &= \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 7^2 \cdot 100 \cdot 10^{-6}}{62.8 \cdot 10^{-6}} \cdot \left( 0.08 \cdot 10^{-3} + \frac{1.5 + 1.4}{2} \right) = \\ &= 0.14 \text{ мГн} \end{aligned}$$

4. Произведём расчёт паразитной ёмкости.

Примем диэлектрическую проницаемость материала изоляции равной  $\varepsilon = 4$ .

$$\text{Диэлектрическая постоянная: } \varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\Phi}{\text{м}}$$

$$C_{из} = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot l_H \cdot b}{\Delta_{из}} = \frac{4 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 62,8 \cdot 100}{0,08} = 2,78 \text{ нФ}$$

$$C_n = \frac{C_{из}}{3} \cdot (n - 1)^2 = 0,15 \text{ нФ}$$

3. Расчет фильтра:

Ёмкость ультразвукового излучателя составляет 7,6 нФ, рассчитаем резонансную частоту для более эффективной работы излучателя.

$$f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{C \cdot L2}}$$

Расчетная индуктивность составила  $L2=7.47 \text{ мГн}$ .

#### 4. Расчет схемы блока управления:

Для начала рассчитаем параметры светодиодов. Светодиоды возьмем BL-L542UWC, из datasheet примем параметры защитных резисторов R11-R14 равными 270 Ом. Ток потребляемый светодиодами равен 20мА, следовательно, мощность, выделяемая на резисторах равна 0,1Вт. Для реализации тактовых кнопок резисторы примем сопротивление резисторов R17-24 = 1,1 кОм. Емкость конденсаторов C10-C13 примем 100нФ, так как имея резисторы в 1,1 кОм, от которых зависит скорость заряда, емкости конденсатора будет достаточно для защиты от дребезга. В качестве триггера Шмитта используем микросхему 74СН14, так как она подходит по характеристикам. Резистор R15 из datasheet примем равным 1,1 кОм, резистор R16 подстроечный, рекомендуемый диапазон сопротивления от 100 Ом до 1,1кОм.

#### Подбор компонентов:

Предохранитель R1: Предохранитель стеклянный быстродействующий H520 (ZH214), 5 А, 250В;

Резистор R2: Резистор кремневый SQP-5 5 Вт, 330 Ом, 5%;

Резистор R3: Резистор переменный, СПЗ-4АМ, 0.125 Вт, 68 кОм, 3-20, 20%

Резистор R4: Чип резистор 0.062Вт 0402 100 Ом, 5%

Резистор R5: Чип резистор 0.062Вт 0402 100 Ом, 5%

Резистор R6: Чип резистор 0.062Вт 0402 10 Ом, 1%

Резистор R7: Чип резистор 0.062Вт 0402 10 Ом, 1%

Резистор R8: Чип резистор 0.062Вт 0402 430 Ом, 1%

Резистор R9: Чип резистор 0.062Вт 0402 82 Ом, 1%

Резистор R10, R15, R17- R24: Чип резистор PCF0402PR-1K1BT1 1Вт 0402 1,1 кОм, 1%

Резисторы R11-R14: Чип резистор 0.062Вт 0402 270 Ом, 1%

Резистор R16: Резистор переменный ППБ-16Г 100 Ом, 16 Вт, 10%,

Диодный мост VD1: MB151 диодный мост 15А, 100В;

Диод VD2: кремниевый диод 10A10, 10A 1000В  
Конденсатор С1, С2: EEEFK1C100R, ЧИП электролит.конд. 10мкф;  
Конденсатор С3: конденсатор керамический К73-17 имп, 0.33 мкФ  
Конденсатор С4: конденсатор керамический К73-17 имп, 0.1 мкФ  
Конденсатор С5: конденсатор керамический К10-17Б имп, 1 Пф  
Конденсатор С6, С7: конденсатор керамический К10-17Б имп, 10 Пф  
Конденсатор С8: конденсатор керамический К10-17Б имп, 330 Пф  
Конденсатор С9-С13: конденсатор керамический К10-17Б имп, 100 Пф  
Светодиоды СН1-СН4: BL-L542UGC  
DD1: Стабилизатор L78S24CV, +24В А2 2%  
DD2: Самопитаемый полумостовой драйвер IR2155PBF  
DD3: Двойной триггер D – типа 564ТМ2  
DD4: микроконтроллер 8-Бит STM8S003K3  
DD5: Дисплей WH1602A-YGH-CT(K) ЖКИ 16x2  
DD6: Стабилизатор L78S05CV, +5В А2 4%  
DD7: Инвертирующий триггер Шмитта 74СН14N.652  
Транзистор VT1- VT3: Полевой IRFZ44EPBF, N-канал 60В 48А  
Транзистор VT4: Биполярный NPN КТ808АМ  
Ультразвуковой преобразователь ВQ1: ультразвуковой пьезокерамический Вт  
Langevin 100

## **2.5 Экспериментальная часть**

В ходе преддипломной практики был реализован блок управления и написана программа управления. Код программы и полный алгоритм работы приведены в приложении В. На рисунке 2.16 приведена часть алгоритма работы программы. Алгоритм работает следующим образом: в первую

очередь идет настройка портов микроконтроллера, обозначение переменных и прерываний, далее идет проверка нажатия кнопок включения какого-либо режима работы ультразвуковой ванны, в случае нажатия одной из кнопок, запускается таймер, в зависимости от нажатой кнопки таймер начинает отсчет работы ванны, включается индикатор, обозначающий включение какого-либо режима работы и отправляются данные на обработку для дальнейшего отображения на дисплее времени работы ванны. После завершения счета таймером ванна выключается и продолжается проверка нажатия кнопки. Алгоритмы для всех режимов работы идентичны. Полный код программы в приложении Б.

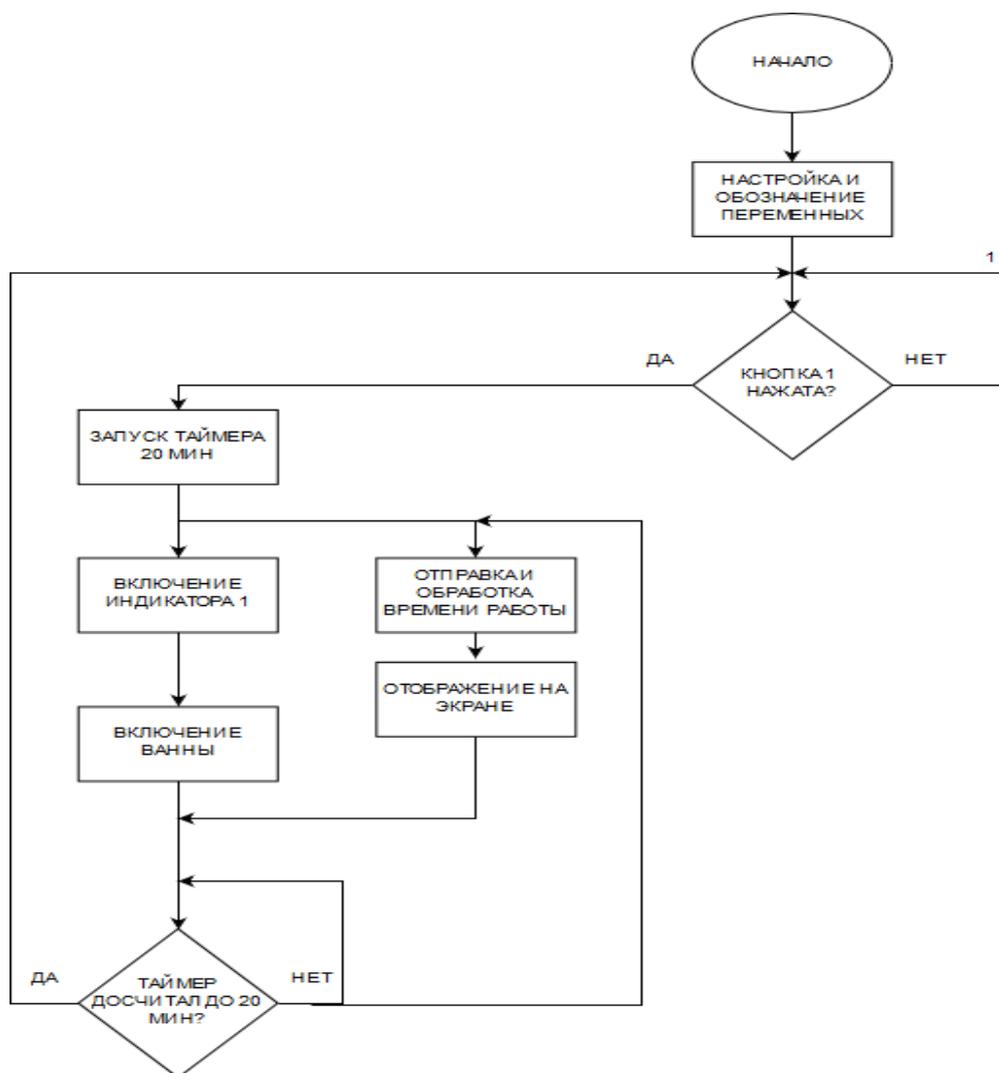


Рисунок 2.16 – Алгоритм работы программы управления

Был собран и отлажен блок управления лабораторного стенда, на рисунке 2.17 представлен внешний вид схемы управления.

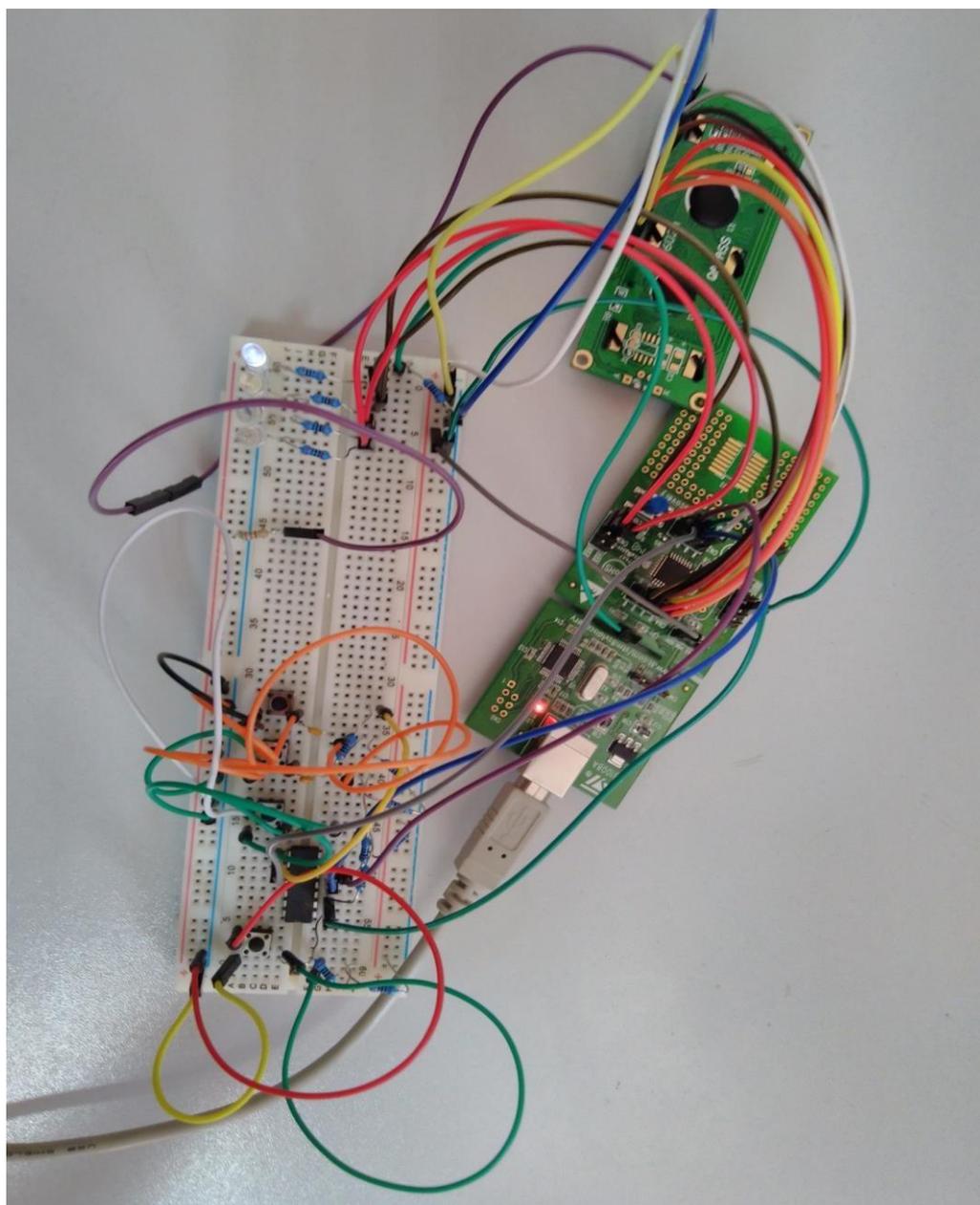


Рисунок 2.17 – Блок управления.

## **ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА**

### **ИЗУЧЕНИЕ ПРЕДСТЕРИЛИЗАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ МЕДИЦИНСКОГО ИНСТРУМЕНТА**

#### **Цель работы**

Ознакомление студентов с ультразвуковым методом предстерилизационной обработки.

#### **3.1 Описание лабораторной установки**

Ультразвуковая установка УЗО – «МЕДЭЛ» - это прибор, предназначенный для очистки небольшой медицинских инструментов посредством воздействия на них ультразвуковым излучением.

#### **Принцип работы прибора**

Чистка происходит за счет кавитации. Кавитация - это появление мелких газовых пузырьков в жидкости, которые пульсируют, а в последствии схлопываются делая, в небольшой области, повышение температуры и появление микротечений, в следствии чего появляется гидродинамический удар, за счет чего происходит удаление грязи. Схлопывание происходит посредством акустического давления. Процесс кавитации протекает

беспрерывно на протяжении воздействия на объект ультразвука. Ультразвуковая чистка является очень эффективным средством, так как за счет микротечений новый раствор поступает в труднодоступные места, а отделенные пленки загрязнений не застаиваются и их уносит течением. Локальное изменение температуры, также, как и упругие волны положительно сказываются на качестве обработки. Для повышения оперативности обработки при большом объеме инструмента желательно размещать установки парами: одна - для моющего раствора, другая - для дистиллированной воды с целью более качественной отмывки от моющего раствора.

### **3.2 Учет результатов постановки проб**

Процесс проведения и учет результатов проб описан в СанПиН 2.1.3.2630-10 «Контролируемое изделие протирают марлевой салфеткой, смоченной реактивом, или наносят 2 - 3 капли реактива на изделие с помощью пипетки. При положительной азопирамовой пробе в присутствии следов крови немедленно или не позднее, чем через 1 мин, появляется вначале фиолетовое, затем быстро в течение нескольких секунд переходящее в розово-сиреневое или буроватое окрашивание реактива. Азопирам, кроме гемоглобина, выявляет наличие на изделиях остаточных количеств пероксидаз растительного происхождения, окислителей, а также ржавчины и кислот. При наличии на исследуемых изделиях ржавчины и указанных окислителей наблюдается бурое окрашивание реактива, в остальных случаях происходит окрашивание в розово-сиреневый цвет.» [22]

### 3.3. Программа работы

1. Изучить принцип работы ультразвуковой установки для предстерилизационной обработки.

2. Подготовить установку к работе. Подготовить медицинский инструмент к предстерилизационной обработки, для этого необходимо:

- Перед включением выдержите установку в помещении с температурой от +10 °С до +35 °С не менее 4-х часов, в случае ее транспортировки или длительного простоя при температуре ниже 10 °С.
- Разместите ультразвуковой генератор на подставке. Подставка обеспечивает возможность организации компактного рабочего места, защиту ультразвукового генератора от попадания влаги, удобное расположение составных частей установки, органов управления и индикации, возможность применения дополнительных емкостей-контейнеров.
- Разместите излучатель на средней полке. Для того, чтобы раствор, стекающий с излучателя не попал на поверхность рабочего места.
- Размещать подставку на рабочем месте следует таким образом, чтобы не было натяжения кабеля, соединяющего излучатель и генератор, а также сетевого шнура, подсоединяемого к электросети.
- При необходимости наружные поверхности установки продезинфицируйте 3 процентным раствором перекиси водорода.

1. Провести предстерилизационную обработку медицинского инструмента. Для этого необходимо:

- Уложите в поддон на отражатель инструменты, ножницы, скальпель и пинцет таким образом, чтобы к ним обеспечивался свободный доступ

раствора. Разъемные изделия должны быть в разобранном виде, а инструменты, имеющие замковые части, должны быть раскрытыми.

- Опустите поддон с инструментами в корпус
- Залейте инструменты моющим или моюще-дезинфицирующим раствором до отметки, находящейся на внутренней боковой поверхности поддона.
- Подключите ультразвуковой генератор к сети и включите его выключателем сетевого питания.
- Установите необходимую величина для обработки медицинского инструмента. Установка и запоминание установленного времени обработки осуществляется следующим образом. Нажатием и удержанием в нажатом положении кнопки УСТАНОВКА, добейтесь появления на цифровом индикаторе ВРЕМЯ требуемой продолжительности обработки, при этом допускается переход показаний цифрового табло ВРЕМЯ через ноль. Запись установленной продолжительности обработки в долговременную энергонезависимую память ультразвукового генератора осуществляется нажатием на кнопку ОБРАБОТКА
- После завершения обработки выключите ультразвуковой генератор.
- Достаньте емкость с инструментами.
- Ополосните инструменты в течение 3 мин под проточной водой, а затем в дистиллированной – в течение 0,5 мин. После споласкивания инструменты подсушите до исчезновения влаги.

2. Проверьте качество проведенной обработки. Нанесите 2-3 азопирамовой пробы, подождите, более одной минуты и по полученным результатам оцените качество обработки.

3. Сделать выводы.

## **ГЛАВА 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОВБЕРЕЖЕНИЕ**

Целью данного раздела является оценка конкурентной способности стенда для предстерилизационной обработки медицинского инструмента, также определение сильных, слабых сторон и определение вектора дальнейшего развития.

**4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.**

### **4.1.1 Анализ конкурентных технических решений**

Предстерилизационная очистка (ПСО) изделий медицинского назначения самый трудоёмкий и травмоопасный этап, от качества проведения которого зависит распространение инфекций.

После эксплуатации инструмент опасен. Для дальнейшей работы с ним его надо продезинфицировать, точнее избавиться от патогенной флоры, которая попала на инструмент во время работы от больного. Для заражения достаточно: небольшого укола или любое повреждение целостности кожного покрова обрабатываемого. ПСО представляет собой механическую очистку, отмывку от различных загрязнений (биологические жидкости; костная, жировая, эпителиальная ткани, лекарства и т. д.). От них, до недавнего времени, избавлялись с помощью щеток, салфеток, ершиков. При таком ручном труде требовать качественной однородной обработки поверхностей,

особенно сложных инструментов с замковыми частями, каналами и т. д. Кроме того, многие моющие – дезинфицирующие растворы фиксируют белковые загрязнения, как бы приваривая к инструментам кровь, гной, кусочки тканей. Отмыть их особенно в труднодоступных местах становится и вовсе проблематично, так же это занимает большое количество времени. Риск травматизма и, следовательно, инфицирования при ПСО крайне велик.

Преимущества ультразвуковой мойки является возможность автоматизировать процесс ПСО: качество отчистки инструмента одинаково по всей площади поверхности, даже инструментов имеющих сложную форму, значительное сокращения требуемого времени на данную процедуру и так же практически отсутствует риск заражения.

Потенциальными потребителями данного устройства являются предприятия сферы здравоохранения.

Ближайшими конкурентами для данной разработки являются компании Steelco, NAMROL и Runyes, соответственно Бк1, Бк2 и Бк3 в табл. 1 соответственно. Обозначение данной разработки в табл. 1 – Бф.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в табл. 4.1, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации:

- Соответствие требованиям потребителей – критерий характеризующий качество предстерилизационной обработки, характеризующийся положительной проверкой азопирамовой и другими пробами;
- Время процедуры – критерий характеризующий, длительность процедуры.
- Простота эксплуатации – достаточно важный показатель, так как большая часть потребителей являются работники медицинской сферы и не имеют технического образования, интерфейс является простым и не требует специальных знаний;

- Цена - не должна быть слишком высокой для удовлетворения потребностей как можно большего числа организаций;
- Предполагаемый срок эксплуатации – стоимость;
- Послепродажное обслуживание – послепродажная настройка и калибровка прибора специалистом;

Таблица 4.1 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
		Бф	Бк1	Бк2	Бк3	Кф	Кк1	Кк2	Кк3
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>									
1. Соответствие требованиям потребителей	0,30	4	5	4	3	1,2	1,5	1,2	0,9
2. Время процедуры	0,20	4	3	4	3	0,8	0,6	0,8	0,6
3. Простота эксплуатации	0,10	5	2	4	5	0,5	0,2	0,4	0,5
4. Цена	0,15	5	2	4	4	0,75	0,3	0,6	0,6
5. Предполагаемый срок эксплуатации	0,15	3	4	5	3	0,45	0,6	0,75	0,45
6. Послепродажное обслуживание	0,10	5	2	3	4	0,5	0,2	0,3	0,4
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>26</b>	<b>17</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>4,2</b>	<b>3,4</b>	<b>4,05</b>	<b>3,45</b>

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i B_i$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Проведя оценку конкурентоспособности, мы видим, что предлагаемая разработка оказалась самой успешной за счет сочетания в себе таких сильных сторон, имеющих наибольший вес как соответствие требованиям потребителей, время процедуры и цена.

Самым слабым конкурентом оказалась Steelco, так как, не смотря на высокое качество обработки и предполагаемый срок эксплуатации, цена и время необходимое для обработки оказались слишком велики.

#### **4.1.2 SWOT – анализ**

Для проведения SWOT-анализа исследования определим сильные и слабые стороны, а также возможности и угрозы, которые представлены в приложении С.

Далее необходимо выявить соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Проанализировав их в итоге получим итоговую матрицу. В табл. 4.1 приведены соответствия и анализ взаимодействия сторон проекта.

Анализ позволяет определить сильные и слабые стороны данного продукта и оценить имеющиеся возможности и угрозы для проекта. Из анализа следует, что имеющиеся возможности хорошо комбинируют с сильными сторонами С1, С6. Это дает понимание, что данные сильные стороны являются наиболее простыми в их усилении. Основной угрозой является введение дополнительных государственных требований для продукта, так как этот параметр влияет сразу на 5 из 6 сильных сторон. Так же Сл4 является самой сильной так как все угрозы влияют на нее. Эти данные дают понятие в каком направлении нужно двигаться для развития проекта: за счет получения ресурсов со стороны ТПУ и получения гранта провести модернизацию продукта. Это поможет усилить такие сильные стороны, как удобство в использовании (интерфейс), невысокая цена, энергоэффективность

технологии и простота сборки и обслуживания, что значительно улучшит позиции на рынке и повысит количество потенциальных потребителей.

Таблица 4.2 – SWOT-анализ

	<b>Сильные стороны:</b> С1 – Удобное в использовании (интерфейс); С2 – Невысокая цена; С3 – Простота сборки и обслуживания; С4 – Наличие потенциальных потребителей; С5 – Безопасен в эксплуатации	<b>Слабые стороны:</b> Сл1 – Ненадежность конструкции; Сл2 – Отсутствие необходимого оборудования для производства; Сл3 – Требуется большое количество ресурсов для производства (труда и времени); Сл4 – Отсутствие денежных средств для производства;
<b>Возможности:</b> В1 – Возможность получения грант; В2 – Использование оборудования для разработки на базе ТПУ; В3 – использование информационной базы ТПУ; В4 – Использование инфраструктуры ОЭЗ ТВТ Томск	Данные возможности могут существенно повлиять на развитие сильных сторон и сделать их еще сильнее. Улучшения интерфейса и простота обслуживания сделают продукт более приоритетным относительно конкурентов. Это в свою очередь увеличит число потенциальных клиентов. Получения гранта, оборудования на базе ТПУ и использование их информационной базы также позволят усовершенствовать продукт. Дальнейшая доработка позволит сделать продукт более надежным в эксплуатации.	Слабости можно сильно компенсировать имеющимися возможностями в перспективе, так как дальнейшая доработка поможет убрать такой недостаток, как ненадежность конструкции. Это поможет усовершенствовать продукт. Также грант, информация и оборудование ТПУ помогут в реализации данной возможностей и избавят от недостатков денежных средств и ресурсов необходимых для улучшения продукта.
<b>Угрозы:</b> У1 – Появление конкурента; У2 – Недостаток спроса на продукт, в перспективе; У3 – Введение дополнительных государственных требований для продукта; У4 – Отсутствие трудовых ресурсов (рабочих)	Угрозы негативно отразятся на проекте, так как конкуренты могут сильно сократить количество потенциальных клиентов, вследствие чего возникнет недостаточный спрос продукта. Введение дополнительных государственных требований для продукта является наиболее опасной угрозой, так как это может сильно усложнить производство, разработку продукта и ослабить такие сильные стороны, как невысокая цена, простота сборки, обслуживания, что в свою очередь сделает продукт неконкурентоспособным. Также это приведет к увеличению себестоимости и цены продукта.	Наличие сильного конкурента усугубит ситуацию, связанную с денежными средствами, это скажется как на возможностях, так и на слабых сторонах. Это может привести к снижению спроса на продукт, ухудшит финансовое положение проекта. В результате введения дополнительных государственных требований для продукта его могут запретить для производства из-за ненадежности конструкции. Отсутствие трудовых ресурсов может ухудшить финансовое положение, так как для решения данной угрозы потребуются большое финансирование (наем специалистов из-за рубежа и т. п.).

Также частично или полностью решаются все слабые стороны продукта: ненадежность конструкции, отсутствие необходимого оборудования для производства, необходимость большого количество ресурсов для производства, что избавит от основной угрозы – введения дополнительных государственных требований для продукта, так как продукт при должной доработке будет соответствовать им.

## **4.2 Планирование научно-исследовательских работ**

### **4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования**

Прежде чем приступать к любому проекту, необходимо составить план работы. В таблице 4.2 приведен перечень и наименование необходимых работ для написания ВКР. Исполнителями выступают научный руководитель (доцент отделения ОЭИ Болотина И.О.), студент (Ухов С. А.)

Таблица 4.2 – Перечень работ и распределение исполнителей

№ работы	Наименование работы	Исполнители работы
1	Выбор научного руководителя работы	Ухов С. А.
2	Составление и утверждение темы работы	Болотина И. О., Ухов С. А.
3	Составление календарного плана-графика выполнения работы	Болотина И. О.
4	Подбор и изучение литературы по теме работы	Ухов С. А.
5	Проектирование структурной схемы	Ухов С. А.
6	Расчет ультразвукового датчика	Ухов С. А.
7	Проектирование принципиальной схемы	Ухов С. А.
8	Расчет принципиальной схемы	Ухов С. А.

#### Продолжение таблицы 4.2

9	Проведение эксперимента	Ухов С. А.
10	Согласование выполненной работы с научным руководителем	Болотина И. О., Ухов С. А.
11	Выполнение других частей работы (финансовый менеджмент, социальная ответственность)	Ухов С. А.
10	Подведение итогов, оформление работы	Ухов С. А.

Как видно из таблицы, большая часть работы выполняется студеном самостоятельно. Научный руководитель контролирует соблюдение студентом графика работ, а также проверяет результаты. Далее определим срок выполнения каждой из работ, для этого выявив трудоемкость.

#### 4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости следующая формула:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{mini} + 2 \cdot t_{maxi}}{5},$$

$t_{ож}$  – 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.;

Продолжительность каждой работы  $T_{pi}$  вычисляется по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

где  $Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одну и ту же работу.

#### 4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Далее, основываясь на данных п.3.2.1. и п.3.2.2. произведем разработку графика работ. Согласно производственному календарю (для 6-дневной рабочей недели) в 2019 году 365 календарных дней ( $T_{кал}$ ), 299 рабочих дней, 66 выходных/праздничных дней ( $T_{вых}+T_{пр}$ ).

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 66} = 1,22$$

Длительность работ в календарных днях находится по формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}$$

Временные показатели приведены в табл. 4.3.

Таблица 4.3 – Временные показатели проведения научного исследования

№ работ	Наименование работы	Исполнители работы	Трудоемкость работ, чел.-дни			Длительность работ, дни	
			$t_{min}$	$t_{max}$	$t_{ож}$	$T_p$	$T_k$
1	Выбор научного руководителя бакалаврской работы	Ухов С. А.	2	4	2	2	3
2	Составление и утверждение темы бакалаврской работы	Болотина И. О.	2	4	3	2	2
		Ухов С. А.	1	2	1	1	1

Продолжение таблицы 4.3

3	Составление календарного плана-графика выполнения бакалаврской работы	Болотина И. О.	1	2	1	1	1
4	Подбор и изучение литературы по теме бакалаврской работы	Ухов С. А.	9	18	13	13	16
5	Проектирование структурной схемы	Ухов С. А.	9	18	13	13	16
6	Расчет ультразвукового датчика	Ухов С. А.	6	12	8	8	10
7	Проектирование принципиальной схемы	Ухов С. А.	9	18	13	13	17
8	Расчет принципиальной схемы	Ухов С. А.	6	12	8	8	10
9	Проведение эксперимента	Ухов С. А.	3	6	4	2	2
10	Согласование выполненной работы с научным руководителем	Болотина И. О.	4	8	6	4	6
		Ухов С. А.	1	2	1	1	1
11	Выполнение других частей работы (финансовый менеджмент, социальная ответственность)	Ухов С. А.	9	18	13	13	17
12	Подведение итогов, оформление работы	Ухов С. А.	10	14	12	12	16

Согласно данным таблицы 4.3 (по числу календарных дней) построим график Гантта для удобства представления информации.

Разработанный календарный план-график показывает, что наиболее трудоемкими являются такие пункты, как «Подбор и изучение литературы по теме бакалаврской работы» отведено 16 рабочих дней, «Проектирование структурной схемы» отведено 16 рабочих дней, «Проектирование принципиальной схемы» отведено 17 рабочих дней. В ходе работы руководитель темы задействован в течение 9 календарных дней, инженер-дипломник - в течение 109 календарных дней. Общая продолжительность работ в календарных днях составила 118 дней (рис. 4.1).



Рисунок 4.1 – График Ганта

Оранжевый цвет – календарные дни инженера; синий цвет – календарные дни научного руководителя.

### 4.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ учтены следующие виды расходов:

— материальные затраты НТИ;

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

Все перечисленные виды расходов для данного проекта (ВКР) будут рассчитаны ниже.

### 4.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

В данном разделе производится расчет стоимости всех электронных компонентов, согласно перечню элементов, необходимых для функционирования электрической части коллиматора.

Затраты на материалы представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Затраты на материалы

Наименование материала	Количество, шт.	Цена за 1 ед., руб.	Затраты, руб.
<i>Резисторы</i>			
H520 (ZH214), 5 А, 250В	1	5	5
SQP-5 5 Вт, 330 Ом, 5%;	1	11	11
СПЗ-4АМ, 0.125 Вт, 68 кОм, 20%	1	110	110
0.062Вт 0402 100 Ом, 5%	1	1	1
0.062Вт 0402 100 Ом, 5%	1	1	1
0.062Вт 0402 10 Ом, 1%	1	1	1
0.062Вт 0402 10 Ом, 1%	1	1	1
0.062Вт 0402 430 Ом, 1%	1	1	1
0.062Вт 0402 82 Ом, 1%	1	1	1
PCF0402PR-1K1BT1 1Вт 0402 1,1 кОм	10	44	440

Продолжение таблицы 4.4

0.062Вт 0402 270 Ом, 1%	1	1	1
ППБ-16Г 100 Ом, 16 Вт, 10%	1	440	440
<i>Конденсаторы</i>			
ЕЕЕFK1С100R, ЧИП 10мкф	2	28	56
К73-17 имп, 0.33 мкФ	1	16	16
К73-17 имп, 0.1 мкФ	1	9	9
К10-17Б имп, 1 пФ	1	4	4
К10-17Б имп, 10 пФ	2	3	6
К10-17Б имп, 330 Пф	1	7	7
К10-17Б имп, 100 Пф	5	6	30
<i>Пьезоэлектрический преобразователь</i>			
Вт Langevin 100	1	1020	1020
L78S24CV, +24В А2 2%	1	20	20
L78S05CV, +5В А2 4%	1	29	29
IR2155PBF	1	130	130
564ТМ2	1	150	150
STM8S003K3	1	74	74
WH1602	1	460	460
74СН14N.652	1	16	16
BL-L542UWC	4	13	52
MB151 диодный мост 15А, 100В	1	95	95
1PS302	1	20	20
IRFZ44EPBF, N-канал 60В 48А	3	42	126
MJE15030G	1	134	134

Итого: затраты на комплектующие составили 3467 руб.

### 4.3.2 Расчет амортизационных затрат на оборудование

В затратах на проект необходимо учитывать так же амортизацию основных активов (материальных и нематериальных). Для написания ВКР использовались следующие программы:

- SolidWorks (учебная версия);
- Altiumdesigher (бесплатная пробная версия);
- Microsoft Office (Word).

Для реализации на практике использовались различные инструменты и оборудование, однако стоимость не достигает 40000 рублей, поэтому амортизационные отчисления не рассчитывают на такие активы. Проведем расчет амортизации на ПК, который использовался для написания ВКР:

Первоначальная стоимость ПК 40000 рублей; срок полезного использования для машин офисных код 330.28.23.23 составляет 2-3 года, берем 3 года; планируем использовать ПК в течение 4 месяцев. Тогда:

- норма амортизации:

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

- годовые амортизационные отчисления:

$$A_g = 20000 \times 0,33 = 6600 \text{ рублей};$$

- ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_m = \frac{6600}{12} = 550 \text{ рублей};$$

- итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 550 \times 4 = 2200 \text{ рублей}.$$

Полученную сумму включим в бюджет проекта.

### **4.3.3 Основная заработная плата**

Поскольку, трудовые затраты так же необходимо учитывать при формировании бюджета проекта, выполним расчет основной заработной

платы исполнителей проекта, согласно графику работ, разработанному в п.3.2.1-3.2.3.

Основная заработная плата исполнителей рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда, которая предполагает состав заработной платы:

- 1) Оклад – определяется предприятием.;
- 2) Стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд и т.д;
- 3) Иные выплаты; районный коэффициент.

Заработная плата сотрудников, непосредственно участвующих в выполнении работ по проектированию (включая премии, доплаты), включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$Зп = Зосн + Здоп, \text{ где}$$

Зосн – основная заработная плата, руб.

Здоп – дополнительная заработная плата, руб.

Проведем расчет основной заработной платы.

Заработная плата основная:

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

Здн – среднедневная заработная плата, руб.

Кпр – премиальный коэффициент (0,3);

Кд – коэффициент доплат и надбавок (0,2-0,5);

Кр – районный коэффициент (для Томска 1,3);

Тр – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дни

$$\text{Среднедневная заработная плата: } Здн = \frac{Зм \times М}{Fд}, \text{ где}$$

Зм – оклад работника за месяц, руб.

М – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 48 раб. дней М=10,4 месяца, 6-дневная неделя;

Fд – действительный годовой фонд рабочего времени персонала, раб.

дн.

Для удобства представления информации о показателях рабочего времени сведем полученные данные в таблицу 4.5.

Таблица 4.5 – Показатели рабочего времени для 2019 года при 6-дневной рабочей неделе

Показатели рабочего времени	Дни
Календарные дни	365
Нерабочие дни (праздники/выходные)	66
Потери рабочего времени (отпуск/невыходы по болезни)	56
Действительный годовой фонд рабочего времени	243

Для расчета основной заработной платы инженера берем оклад, равный 21760 руб.

$$З_{дн} = \frac{З_{м} \times М}{Ф_{д}} = \frac{21760 \times 10,4}{243} = 931,3 \text{ руб.}$$

Для расчета основной заработной платы научного руководителя- 33664 руб.

$$З_{дн} = \frac{З_{м} \times М}{Ф_{д}} = \frac{33664 \times 10,4}{243} = 1440,7 \text{ руб.}$$

Таблица 4.6 – Показатели основной заработной платы основных исполнителей проекта

Исполнители	Здн, руб.	Кпр	Кд	Кр	Тр	Зосн
Инженер	931,3	0,3	0,2	1,3	109	197947,8
Научный руководитель	1440,7	0,3	0,2	1,3	9	25272
Итого:						223219,8

Для удобства представления сведем вычисленные значения в таблицу 4.6. Таким образом, затраты на основную заработную плату составили 223219,8 руб.

#### 4.3.4 Дополнительная заработная плата

В данную статью расходов 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 процентов от суммы основной заработной платы). Таким образом, дополнительная заработная плата составит:

Инженер:  $197947,8 \times 0,12 = 23753,7$  руб.

Руководитель:  $25272 \times 0,12 = 3032,6$  руб.

Итого: 26786,3 руб.

Добавим эту сумму к основной заработной плате, полученные данные представлены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 - Заработная плата исполнителей

Заработная плата	Научный руководитель	Инженер
Основная заработная плата, руб.	25272	197947,8
Дополнительная заработная плата, руб.	3032,6	23753,7
Итого, руб.	28304,6	221701,5

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

Согласно налоговому кодексу РФ, дополненному ФЗ 243-ФЗ от 03.07.2016, работодатель платит отчисления во внебюджетные фонды в размере определенного процента от заработной платы сотрудника. Данные

отчисления включают в себя: отчисления на социальное страхование (2.9 процента), пенсионные отчисления (22 процента) и медицинское страхование (5.1 процента). Суммируя, получим 30 процентов от полной заработной платы сотрудника. Рассчитаем затраты на отчисления во внебюджетные фонды:

Инженер:  $(221701,5) \times 0,3 = 66510,45$ руб.

Руководитель:  $(28304,6) \times 0,3 = 8491,38$  руб.

Суммарные отчисления во внебюджетные фонды составили 75001,83руб.

#### **4.3.6 Накладные расходы**

Накладные расходы учитывают прочие затраты, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, электроэнергия и т.д. Данная статья расходов носит приблизительный характер, поэтому берется коэффициент 0.16 от суммы всех прочих расходов:

16 процентов от (материальные затраты + затраты на специальное оборудование + затраты на основную заработную плату + затраты на дополнительную заработную плату + страховые взносы).

Таким образом:

$M_p = (3467 + 2200 + 223219,8 + 26786,3 + 75001,83) \times 0,16 =$   
52908 руб

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

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 9.

В ходе формирования бюджета затрат на реализацию проекта были сведены воедино все статьи, по которым производился расчет затрат. Данные приведены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Бюджет затрат

Вид затрат	Сумма, руб.	Удельный вес, %
Материальные затраты	3467	0,8
Затраты на специальное оборудование	2200	0,6
Затраты на основную заработную плату	223219,8	58,3
Затраты на дополнительную заработную плату	26786,3	7
Страховые взносы	75001,83	19,6
Накладные расходы	52908	13,8
Общий бюджет	440064,96	100%

Из данной таблицы видно, что основной статьёй расходов при реализации проекта стали расходы на заработную плату исполнителей. Провести сравнительный анализ с аналогичными расходами конкурентов не представляется возможным ввиду отсутствия необходимой информации в свободном доступе. В ходе данной работы была спроектирована электрическая схема стенда для предстерилизационной обработки ультразвуком медицинского инструмента. В ходе SWOT-анализа была проведена оценка конкурентоспособности аппарата. Согласно полученным данным, разрабатываемый аппарат может довольно успешно конкурировать на рынке ультразвуковых ванн. Для уменьшения влияния слабых сторон и минимизации угроз необходим поиск дополнительного финансирования для

успешного прохождения лицензирования, а также улучшение характеристик аппарата (уменьшение стоимости и увеличение функциональных возможностей).

Для успешной реализации проекта был разработан календарный график-план, для удобства представленный в графическом виде (диаграмма Ганта). Количество дней, требуемых для реализации проекта составила 118 рабочих дней, из которых 109 распределено на инженера. Так же был рассчитан бюджет затрат на проведение исследования. Общий бюджет составил 440064 руб., из которых 58,8 процента заработная плата инженера и научного руководителя.

В ходе экспериментов были получены положительные результаты. При снятии амидопириновой пробы реагирующее вещество окрасилось в оранжевый цвет, что свидетельствует высоком качестве предстерилизационной обработке.

## ГЛАВА 5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Научно исследовательская работа направлена на разработку стенда для предстерилизационной обработки медицинского инструмента. Предстерилизационная очистка (ПСО) изделий медицинского назначения (ИМН) самый трудоёмкий и травмоопасный этап, от качества проведения которого зависит распространение инфекций (ВБИ). Последствия обработки медицинских инструментов включает в себя три этапа: дезинсекцию, предстерилизационную очистку (ПСО) и стерилизацию. После эксплуатации инструмент опасен. Для дальнейшей работы с ним его надо продезинфицировать, точнее избавиться от патогенной флоры, которая попала на инструмент во время работы от больного. Это требуется для того, чтобы не заразился персонал, обрабатывающий инструменты, и инфекция не получила распространение [1]. Для заражения достаточно: небольшого укола. Итак, ПСО представляет собой механическую очистку, отмывку от различных загрязнений. От них, до недавнего времени, избавлялись с помощью щеток, салфеток, ершиков. Не всегда эти загрязнения видимы. При таком ручном труде требовать качественной однородной обработки поверхностей, особенно сложных инструментов. Риск травматизма и, следовательно, инфицирования при ПСО крайне велик.

Преимущества ультразвуковой мойки является возможность автоматизировать процесс ПСО: качество отчистки инструмента одинаково по всей площади поверхности, даже инструментов имеющих сложную форму; отчистка большой партии инструмента. Использование ультразвуковой мойки значительно сокращает время проведения стерилизации медицинских инструментов примерно в 2-3 раза и качество обработки поверхности равняется 100 процента, чего нельзя сказать при ПСО, помимо этого

практически полностью избавляет от шансов заражения, так как отсутствует тактильный контакт с зараженным инструментом.

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

### **5.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.**

Согласно ТК РФ, N 197 -ФЗ каждый работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

## **5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.**

Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. Оно должно занимать площадь не менее 6 м<sup>2</sup>, высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем - не менее 20 м<sup>3</sup> на одного человека. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает оператор, должна составлять 720 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 x 1000 кв. мм. Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина - 350 мм. Также рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

## **5.2 Производственная безопасность**

Разрабатываемый стенд для предстерилизационной обработки подразумевает использование ультразвукового прибора, с точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке стенда или работе с оборудованием, а также требования по организации рабочего места.

## 5.2.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [2]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы:

Таблица 5.1 - Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке стенда для предстерилизационной обработки медицинского инструмента

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Разработка стенда для предстерилизационной разработки медицинского инструмента 2) Работа со стендом	1. Неудовлетворительное освещение рабочей зоны; 2. Повышенный уровень шума на рабочем месте; 3. Неудовлетворительный микроклимат на рабочем месте; 4. Повышенный уровень ультразвуковых колебаний;	1. Поражение электрическим током; 2. Использование медицинские инструменты;	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 СанПиН 2.2.4.1191-03 СП 52.13330.2011 СанПиН 2.2.4.548-96 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 СП 52.13330.2016 ГОСТ 30494-2011 ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ СанПиН 2.2.4/2.1.8.582-96 СанПиН 2.2.2.540-96 СанПиН 2.2.4.3359-16

## **5.2.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов**

При разработке и использовании стенда для предстерилизационной обработки в аудитории 208, корпуса 4 ТПУ, основным источником опасных факторов является взаимодействие с зараженными инструментами, а также электрический ток, являющийся источником питания для оборудования. Использование данного оборудования может привести к наличию таких вредных факторов, как недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенная или пониженная влажность, температура и скорость движения воздуха и повышенный уровень ультразвуковых колебаний. К основной документации, которая регламентирует вышеперечисленные вредные факторы относится "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах" СанПиН 2.2.4.3359-16 [4].

Для предотвращения поражения электрическим током помещения, где размещаются рабочие место 4 корпус, 208 аудитория, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации.

Для предупреждения электротравматизма необходимо проводить соответствующие организационные и технические мероприятия: 1) оформление работы нарядом или устным распоряжением; 2) проведение инструктажей и допуск к работе; 3) надзор во время работы. Уровень напряжения для питания в данной аудитории 220 В, для серверного оборудования 380 В. По опасности поражения электрическим током помещение 208, 4 корпуса ТПУ относится к первому классу – помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с

токонепроводящими полами, с температурой 18-20 °С, с влажностью 40-50 процентов) [18].

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются: 1) прикосновение к токоведущим частям электроустановки, находящейся под напряжением; 2) прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящимся под напряжением; 3) ошибочное включение электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала; 4) поражение шаговым напряжением и др.

Основными техническими средствами защиты, согласно ПУЭ, являются защитное заземление, автоматическое отключение питания, устройства защитного отключения, изолирующие электрозащитные средства, знаки и плакаты безопасности. Наличие таких средств защиты предусмотрено в рабочей зоне. В целях профилактики периодически проводится инструктаж работников по технике безопасности. Рассчитано защитное заземление для оборудования, которое находится в аудитории 208, 4 корпуса ТПУ [18]. Разработанные мероприятия и расчеты обеспечивают безопасную эксплуатацию электроустановок в аудитории 208, 4 корпуса ТПУ.

В аудитории 208, 4 корпуса ТПУ имеется естественное (боковое двухстороннее) и искусственное освещение. Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации стенда должно осуществляться системой общего равномерного освещения.

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения стенда в котором проводится предстерилизационная обработка должна быть 200 лк [36]. Нормируемые показатели приведены в таблице 5.2. В качестве источников света при искусственном освещении следует применять преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ и компактные люминесцентные лампы (КЛЛ).

Таблица 5.2: Нормируемые показатели освещения помещений жилых зданий

Помещение	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО $e_n$ , %		КЕО $e_n$ , %				
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	Освещенность рабочих поверхностей, лк	Показатель дискомфорта М, не более	Коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более
Кабинеты	Г-0,0	3,0	1,0	1,8	0,6	300	-	-

При устройстве отраженного освещения в производственных и административно-общественных помещениях допускается применение металлогалогенных ламп. В светильниках местного освещения допускается применение ламп накаливания, в том числе галогенные.

При работе в аудитории 208, 4 корпуса ТПУ характер шума – широкополосный с непрерывным спектром более 1 октавы. Согласно [19]. Уровень шума в аудитории 208, 4 корпуса ТПУ не более 80 дБА и соответствует нормам.

В помещениях жилых и общественных зданий следует обеспечивать оптимальные или допустимые параметры микроклимата в обслуживаемой зоне. Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха

Таблица 5.3: Предельно допустимые уровни звукового давления

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

Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы, связанные с нервно-эмоциональным напряжением (на постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.).

Согласно нормативно-технической документации при нормировании параметров микроклимата выделяют холодный период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10°C и ниже и теплый период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше +10°C.

Лаборатория является помещением I, а категории (с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением), поэтому должны соблюдаться следующие требования, приведенные в таблице 5.4, в которой описаны оптимальные параметры микроклимата во всех типах помещений с использованием ПЭВМ:

Таблица 5.4 – оптимальные параметры микроклимата

Температура, °С	Относ. влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
19	62	< 0,1
20	58	< 0,1
21	55	< 0,1

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 5.5[7]. В помещениях, оборудованных ПЭВМ, проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ЭВМ.

Таблица 5.5 – Допустимые величины интенсивности теплового облучения

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м <sup>2</sup> , не более
50 и более	35
25-50	70
не более 25	100

Для создания и автоматического поддержания в лаборатории независимо от наружных условий оптимальных значений температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, в холодное время года используется водяное отопление, в теплое время года применяется кондиционирование воздуха. Кондиционер представляет собой

вентиляционную установку, которая с помощью приборов автоматического регулирования поддерживает в помещении заданные параметры воздушной среды.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) ультразвука при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю, в течение всего рабочего стажа не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ ультразвука не исключает нарушение здоровья у сверхчувствительных людей;

Должно соблюдаться нормируемые параметры воздушного ультразвука - это эквивалентные уровни звукового давления в децибелах в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами, измеренные на заданном интервале времени при работе источника ультразвука, и нормируемые параметры контактного ультразвука - это максимальные значения усредненной во времени пик-пространственной интенсивности -  $I_{spta}$  контактного ультразвука, распространяющегося от источника в водоподобной гелиевой среде. В таблице 5.6 приведены предельно допустимые уровни звукового давления воздушного ультразвука на рабочих местах:

Таблица 5.6 - предельно допустимые уровни звукового давления воздушного ультразвука

Третьоктавные полосы частот, кГц	Уровни звукового давления, дБ
12,5	80
16,0	90
20,0	100
25,0	105
31,5 - 100,0	110

## **5.3 Экологическая безопасность**

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений.

### **5.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду**

Стенд для предстерилизационной обработки при эксплуатации не наносит вреда окружающей среде. С точки зрения влияния на окружающую среду можно рассмотреть влияние стенда при его утилизации.

Большинство электронных комплектующих содержит бериллий, кадмий, мышьяк, поливинилхлорид, ртуть, свинец, фталаты, огнезащитные составы на основе брома и редкоземельные минералы [??]. Это очень вредные вещества, которые не должны попадать на свалку после истечения срока использования, а должны правильно утилизироваться.

Утилизация электронных компонентов осуществляется по специально разработанной схеме, которая должна соблюдаться в организациях:

1. На первом этапе необходимо создать комиссию, задача которой заключается в принятии решений по списанию морально устаревшей или не рабочей техники, каждый образец рассматривается с технической точки зрения.
2. Разрабатывается приказ о списании устройств. Для проведения экспертизы привлекается квалифицированное стороннее лицо или организация.

3. Составляется акт утилизации, основанного на результатах технического анализа, который подтверждает негодность для дальнейшего применения.
4. Формируется приказ на утилизацию. Все сопутствующие расходы должны отображаться в бухгалтерии.
5. Утилизацию оргтехники обязательно должна осуществлять специализированная фирма.
6. Получается специальная официальной формы, которая подтвердит успешность уничтожения электронного мусора.

После оформления всех необходимых документов, компоненты вывозятся со склада на перерабатывающую фабрику. Все полученные в ходе переработки материалы вторично используются в различных производственных процессах.  
[39]

### **5.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.**

Процесс исследования представляет из себя работу с информацией, такой как технологическая литература, статьи, ГОСТы и нормативно-техническая документация, работа с программным обеспечением, таким как Altium, DipTrace и т. д. Таким образом процесс исследования не имеет влияния негативных факторов на окружающую среду.

## **5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

### **5.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС**

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-94 «ЧС - это нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или определенной территории (акватории), вызванное аварией, катастрофой, стихийным или экологическим бедствием, эпидемией, эпизоотией (болезнь животных), эпифитотией (поражение растений), применением возможным противником современных средств поражения и приведшее или могущее привести к людским или материальным потерям».

С точки зрения выполнения проекта характерны следующие виды ЧС:

1. Пожары, взрывы;
2. Внезапное обрушение зданий, сооружений;
3. Геофизические опасные явления (землетрясения);
4. Метеорологические и агрометеорологические опасные явления;

Так как объект исследований представляет из себя математическую модель, работающий в программном приложении, то наиболее вероятной ЧС в данном случае можно назвать пожар в аудитории с серверным оборудованием. В серверной комнате применяется дорогостоящее оборудование, не горючие и не выделяющие дым кабели. Таким образом возникновение пожаров происходит из-за человеческого фактора, в частности, это несоблюдение правил пожарной безопасности [??]. К примеру, замыкание электропроводки - в большинстве случаев тоже человеческий фактор. Соблюдение современных норм пожарной безопасности позволяет исключить возникновение пожара в серверной комнате.

- Согласно СП 5.13130.2009 предел огнестойкости серверной должен быть следующим: перегородки - не менее EI 45, стены и перекрытия - не менее REI 45. Т.е. в условиях пожара помещение должно оставаться герметичным в течение 45 минут, препятствуя дальнейшему распространению огня.
- Помещение серверной должно быть отдельным помещением, функционально не совмещенным с другими помещениями. К примеру, не допускается в помещении серверной организовывать мини-склад оборудования или канцелярских товаров.
- Согласно СП 5.13130.2009 в системах воздуховодов общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха защищаемых помещений следует предусматривать автоматически закрывающиеся при обнаружении пожара воздушные затворы (заслонки или противопожарные клапаны).

#### **5.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС**

При проведении исследований наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара в помещении. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Задачи пожарной профилактики можно разделить на три комплекса мероприятий:

- обучение, в т.ч. распространение знаний о пожаробезопасном поведении (о необходимости установки домашних индикаторов задымленности и хранения зажигалок и спичек в местах, недоступных детям);
- пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;
- обеспечение оборудованием и технические разработки (установка переносных огнетушителей и изготовление зажигалок безопасного пользования).

В соответствии с ТР «О требованиях пожарной безопасности» для административного жилого здания требуется устройство внутреннего противопожарного водопровода.

Согласно НПБ 104-03 "Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях" для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении должны быть установлены дымовые оптико-электронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей.

Также помещения должны быть оснащены средствами пожаротушения, а именно огнетушителями типа ОУ-2, ОУ-5 или ОП-5 (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники).

Аудитория 208, 4 корпуса ТПУ оснащена первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-3 1шт., ОП-3, 1шт. (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, Е.).

Таблица 5.8 – Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках

Напряжение, кВ	Тип огнетушителя (марка)
До 1,0	порошковый (серии ОП)
До 10,0	углекислотный (серии ОУ)

Согласно НПБ 105-03 помещение, предназначенное для проектирования и использования результатов проекта, относится к типу П-2а.

Согласно НПБ 105-03 помещение, предназначенное для проектирования и использования результатов проекта, относится к типу В1 – пожароопасное:

Таблица 5.9. Категории помещений по пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
П-2а	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Целью дипломной работы является спроектировать лабораторный стенд для ультразвуковой предстерилизационной обработки медицинских инструментов. В ходе реализации дипломной работы были задействованы источники литературы, как печатные, так и электронные. В основе рассмотрения техники безопасности труда лежат соответствующие санитарно-эпидемиологические правила и нормы. Рассмотрены вопросы актуальности данной разработки заключается в усовершенствовании процесса предстерилизационной обработки используемого медицинского инструмента, это необходимо, так как он является очень энергозатратным и травмоопасным, так как при стандартной предстерилизационной обработке медицинского инструмента часто используется ручной труд, в следствии чего качество и время, затраченные на обработку, являются неудовлетворительными. Также при взаимодействии с используемым инструментом высока вероятность заражения, так как для этого достаточно получения небольшого пореза, укола или наличие на руке микроскопического повреждения целостности кожного покрова.

В результате дипломного проектирования были получены следующие теоретические и практические результаты, а именно: необходимые теоретически знания, было выяснено, что для более эффективной отчистки инструмента от различных загрязнений, а именно крови, различных тканей и жидкостей организма, лучше использовать нижний порог ультразвуковой частоты, в диапазоне 20-50 кГц. Это связано с тем, что при использовании ультразвука низкой частоты на микроорганизмы дополнительно действует и механическое воздействие, из-за которого часть клеток разжижается и внешний слой клетки рвется. При обработки медицинского инструмента ультразвуком качество обработки всей поверхности значительно возрастает, особенно в местах труднодоступных для щеток и других инструментов, которые используют при ручной обработке, а затраченные ресурсы, такие как,

время обработки, расходные материалы и себестоимость процедуры снижаются. Это связано с тем, помимо механического ультразвукового и кавитационного воздействий, во время процедуры возникает акустическое течение, за счет которого отслоившаяся грязь уносится от инструмента и вместо нее поступает новый раствор, в котором происходит обработка. При проведении эксперимента теоретические результаты полностью совпадали с практическими. Также стоит отметить, что взятии азопирамовой пробы результаты оказались положительными, что свидетельствует о качестве предстерилизационной обработки. В дипломной работе было получено, что ультразвуковой датчик ланжевена стоит располагать над обрабатываемым объектом используя метод погружения с использованием сетки большого диаметра и специального рельефного металлического отражателя, расположенного на дне ванны. В таком случае при обработке от инструмента отслоившиеся пластины грязи не будут препятствовать, наличие на дне специального рельефного металлического отражателя будет улучшать однородности акустического поля и повышать эффективность обработки, чему будет способствовать использование корзины и широкой сеткой, так как она практически не будет оказывать негативного воздействия на отраженные от отражателя волны.

В ходе проектирования структурной схемы, ее расчета и программного обеспечения были получены результаты, которые полностью согласуются с теорией. Так как проектируемый стенд питается от сети следует учесть, что в момент включения прибора напряжение и ток могут принимать высокие значения, исходя из этого на входе необходимо поставить защитный резистор для защиты устройства и учесть данный факт при расчетах элементов ИВЭП. При реализации схемы управления питания было выяснено, что для подачи необходимого уровня мощности следует использовать большее значение напряжения, это необходимо для уменьшения тока необходимого для питания схемы, следовательно, уменьшается ток необходимый для отпирания

транзистора. Следует прикрепить к транзисторам радиаторы, так как при работе транзисторы греются. При расчете ультразвукового датчика выяснили, что граница ближней зоны составляет менее 10 мм (9,4мм) это следует учитывать, так как при расположении обрабатываемого инструмента ближе 9,4 мм. Результат обработки будет неудовлетворительным.

В дипломной работе были выполнены все поставленные задачи, а именно спроектировать лабораторный стенд для ультразвуковой предстерилизационной обработки медицинских инструментов, система управления и написана программа, в дополнении к этому была составлена лабораторная работа, предназначенная для изучения студентами процесса предстерилизационной отчистки медицинского инструмента и её проверки.

Для улучшения спроектированного стенда можно внести дополнительные функциональные возможности, такие как система управления для изменения частоты ультразвукового излучения. Это позволит повысить эффективность ультразвуковой предстерилизационной обработки, так как различные микроорганизмы по-разному подвержены воздействию ультразвукового излучения разной частоты. В случае такой доработки следует дополнить систему управления для выведения на экран выбранной частоты работы ланжевена.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Болотина И.О., Солдатов А.И., Цехановский.А. Применение ультразвука в медицине / Учебное пособие. –Томск, Изд-во ТПУ, 2009. - 205 с.
2. Атьков О.Ю. Основные тенденции развития ультразвуковых методов диагностики // Визуализация в клинике. – 2002. – № 20. – С.
3. Руководство по эксплуатации УЗО – «МЕДЭЛ».
4. Тропезникова М.Ф., Герасимов Л.Н., Кулачков С.М., Уренков С.Б., Герасимов Р.Л. Дистанционная ударно-волновая литотрипсия на новом отечественном литотрипторе «ЛГК – компакт 9701У» // Урология, 2000. –№
5. Акберов Р.Ф., Бобровский И.А. Опыт применения дистанционной литотрипсии в лечении больных мочекаменной болезнью на аппарате «TRIPNER XI DIREX Ltd» // Казанский медицинский журнал, 2002. – Т. 83. – № 2.
6. Семагина Н.В. и др. Изучение экстракции биологически активных веществ из лекарственного сырья под действием ультразвука // Химико-фармацевтический журнал, 2000. – Т. 34. – №
7. Дергачев, А. И. Ультразвуковая диагностика заболеваний внутренних органов. Справочное пособие / А.И. Дергачев. - М.: Издательство Российского Университета дружбы народов, 2013. - 336 с.
8. Скворцов С.П., Нечаев В.И. Определение интенсивности кавитации по параметрам кавитационного шума // 16-я Международная научно-техническая конференция «Медико-технические технологии на страже здоровья»: матер. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. С. 34-36.
9. Скворцов С.П., Нечаев В.И., Масленков Н.С., Кравченко А.П. Экспериментальное исследование модели пульсации пузырьков в ультразвуковой кавитационной области // 16-я Международная научно-техническая конференция «Медико-технические технологии на страже здоровья»: матер. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. С. 36-38.

10. Блют, Э. Ультразвуковая диагностика Практич. решение клинических проблем т.4 УЗИ в педиатрии / Э. Блют. - Витебск: Медицинская литература, 2011. - 160 с.
11. Блют, Э. Ультразвуковая диагностика Практич. решение клинических проблем т.1 УЗИ живота / Э. Блют. - Витебск: Медицинская литература, 2010. - 176 с.
12. Блют, Э. Ультразвуковая диагностика Практич. решение клинических проблем т.2 УЗИ в урологии и гинекологии / Э. Блют. - Витебск: Медицинская литература, 2010. - 176 с.
13. СанПиН 2.1.3. 1375-03 «Гигиенические требования к размещению, устройству, оборудованию и эксплуатации больниц, родильных домов и других лечебных стационаров» (при оказании косметологических услуг)
14. СП 1.1.1058-01 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» (в ред. Изменений и дополнений № 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 27.03.2007 № 13)
15. ОСТ 42-21-2-85 «Стерилизация и дезинфекция изделий медицинского назначения»
16. IR2155 [Электронный ресурс] / Datasheet – Режим доступа: <https://www.infineon.com/dgdl/ir2155.pdf> (дата обращения 04.02.2019).
17. L7812 [Электронный ресурс] / Datasheet – Режим доступа: <https://www.infineon.com/dgdl/l7812.pdf> (дата обращения 04.02.2019).
18. L7805 [Электронный ресурс] / Datasheet – Режим доступа: <https://www.infineon.com/dgdl/l7805.pdf> (дата обращения 04.02.2019).
19. STM8 [Электронный ресурс] / Datasheet – Режим доступа: <https://www.infineon.com/dgdl/stm8.pdf> (дата обращения 04.02.2019).
20. Электроника и микропроцессорная техника: Учеб. Для вузов/ В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. – 5-е изд., стер. – М.: Высш. Шк., 2008. – 798 с.: ил.

21. СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность»
22. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ, Томск 2019
23. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2015
24. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий, 2003
25. СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах
26. СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях, 2003
27. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение, 2011
28. СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»
29. СН 2.2.4/2.1.8.562–96, Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки, 1996
30. ГОСТ 30494-2011, Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях, 2011
31. ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования, 1984
32. СанПиН 2.2.4/2.1.8.582-96 Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения

33. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).  
Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление (с Изменением N1)
34. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.  
Актуализированная редакция
35. Системы противопожарной защиты УСТАНОВКИ ПОЖАРНОЙ  
СИГНАЛИЗАЦИИ И ПОЖАРОТУШЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИЕ, 2009
36. НПБ 105-03, Определение категорий помещений, зданий и наружных  
установок по взрывопожарной и пожарной опасности, 2003
37. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред.  
от 05.02.2018)
38. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее  
место при выполнении работ сидя, 2017
39. ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК. Седьмое издание,  
2002
40. Специальная оценка условий труда в ТПУ. 2018
41. ГОСТ Р 12.1.019-2009 «Электробезопасность. Общие требования и  
номенклатура видов защиты»
42. СанПиН 2.2.4./2.1.8.582—96 «Гигиенические требования при работах с  
источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного,  
медицинского и бытового назначения»
43. ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования»
44. ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы.  
Классификация»
45. ГОСТ Р 12.1.019-2009 «Электробезопасность. Общие требования и  
номенклатура видов защиты»

## Приложение А

(обязательное)

Технические характеристики ультразвуковых установок

Технические характеристики ультразвуковой установки УЗО 5 – «МЕДЭЛ» приведены в табл. А.1

Табл. А.1 – Характеристики УЗО 5 – «МЕДЕЛ»

1. Питание установки	
а) напряжение сети, В	220±10%
б) частота сети, Гц	50
в) потребляемая мощность, Вт, не более	230
2. Характеристики ультразвукового генератора:	
а) выходное напряжение, В	300
б) частота выходного напряжения, кГц	22±1,6
в) выходная мощность, Вт	150±30
3. Габаритные размеры, мм, не более:	
а) ультразвукового генератора	300×200×80
б) ультразвуковой ванны	280×200×300
4. Внутренние размеры (объём) ультразвуковой ванны, мм (л), не менее	205×130×150 (4)
5. Масса, кг, не более:	
а) ультразвукового генератора	3
б) ультразвуковой ванны	8

Технические характеристики ультразвуковой установки Elmasonic Clean BOX0.9л приведены в табл. А.2.

Табл. А.2 – Характеристики Elmasonic Clean BOX0.9л

Технические характеристики	Значение
Объем:	0,9 л
Рабочая частота	46 кГц
Мощность:	30 Вт
Таймер	от 1 до 99 мин

Наружные габариты	212 x 122 x 130 мм
Внутренние габариты	194 x 84 x 60 мм
Размер ячейки корзины	6 x 6 мм
Вес	1 кг
Корпус из нержавеющей стали	

Технические характеристики ультразвуковой установки Eurosonic Energy приведены в табл. А.3

Табл. А.3 – Характеристики Eurosonic Energy.

<b>Технические характеристики</b>	<b>Значение</b>
Емкость	3 литра
Рабочая частота	35 КГц
Акустическая мощность	85 Вт
Размеры ванны	238 x 135 x 98 мм
Питание	230 В 50 Гц
Потребляемая мощность	250 Вт
Размеры	256 x 220 x 156 мм
Масса	3,4 кг

Приложение Б

(обязательное)

Программа работы блока управления.

```

#include "iostm8s003k3.h"           //обращение к библиотеке портов и тд
#include "intrinsics.h"

//задание переменных
int A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4, del3, del4;
unsigned char status=0;             //регистры статуса порта
unsigned int mksecond=0;           //10^-6
unsigned int milesecond=0;        //регистры RTC
unsigned int second=0;
unsigned int minute=0;
unsigned int hour=0;
const unsigned char HSE=0xb4;     //внешний герератор
const unsigned char HSI=0xe1;     //внутренний генератор

//прототипы функций
void delay (unsigned int n); //временная задержка
void TIM4_setup(void);
void disp_set_init (void) //будущая прога для дисплея

void _0_init (void);              //вывод символа 0
void _1_init (void);              //вывод символа 1
void _2_init (void);              //вывод символа 2
void _3_init (void);              //вывод символа 3
void _4_init (void);              //вывод символа 4
void _5_init (void);              //вывод символа 5
void _6_init (void);              //вывод символа 6
void _7_init (void);              //вывод символа 7
void _8_init (void);              //вывод символа 8
void _9_init (void);              //вывод символа 9
void _emp_init (void);            //символ пробел

void _curs01_init (void);         //курсор ячейка 01
void _curs09_init (void);         //курсор ячейка 09
void _curs41_init (void);         //курсор ячейка 41
void _curs49_init (void);         //курсор ячейка 49
void _curs05_init (void);         //курсор ячейка 05
void _curs141_init (void);        //курсор ячейка 0D
void _curs45_init (void);         //курсор ячейка 45
void _curs142_init (void);        //курсор ячейка 4D

void delay_init (void);
void delay2_init (void);
void disp_set_init (void);        //подпр инициализ и начальных зн дисплея

int main (void)
{
    __enable_interrupt();         //разрешение глобального прерывания (асемблерная)

    //смена типа такторого генератора
    CLK_SWCR_SWEN=1;              //разрешаем переключение смену ТГ
    CLK_SWR=HSE;                  //записываем новое значение типа ТГ
}

```

```

//настраиваем таймер TIM4
TIM4_setup();

//настройка портов D 0
PD_DDR_bit.DDR0=1;           //Вывод конфигурируется на вывод
PD_CR1_bit.C10=1;           //Выдох типа Push-pull
PD_CR2_bit.C20=1;           //Скорость переключения до 10 МГц

//режимы работы ванны
Hello_word: //флаг

// режим работы 20мин
if (PB_IDR_bit.IDR3 == 1)
{
TIM4_setup();

        if(minute<=20)           // 20 мин светим
        {
            PC_ODR_bit.ODR1=0;   //вкл светодиода
            PB_ODR_bit.ODR5=1;   //вкл режима ванны
        }
        else                       //задержка
        {
            TIM4_SR1= 0;         //выкл таймер
            PC_ODR_bit.ODR1=1;   //выкл светодиода
            PB_ODR_bit.ODR5=0;   //выкл режима ванны
            mksecond=0;          //обнуление регистров RTC
            milesecond=0;       //регистры RTC
            second=0;
            minute=0;
            hour=0;
        }
        goto hello_world;
}

// режим работы 30мин
else if (PB_IDR_bit.IDR2 == 1)
{
TIM4_setup();

        if(minute<=30)           // 30 мин светим
        {
            PC_ODR_bit.ODR2=0;   //вкл светодиода
            PB_ODR_bit.ODR5=1;   //вкл режима ванны
        }
        else                       //задержка
        {
            TIM4_SR1= 0;         //выкл таймер
            PC_ODR_bit.ODR2=1;   //выкл светодиода
            PB_ODR_bit.ODR5=0;   //выкл режима ванны
        }
}

```

```

        mksecond=0;           //обнуление регистров RTC
        milesecond=0;        //регистры RTC
        second=0;
        minute=0;
        hour=0;
    }
    goto hello_world;
}

// режим работы 40мин
else if (PB_IDR_bit.IDR1 == 1)
{
    TIM4_setup();

    if(minute<=40)           // 40 мин светим
    {
        PC_ODR_bit.ODR3=0;   //вкл светодиода
        PB_ODR_bit.ODR5=1;   //вкл режима ванны
    }
    else                       //задержка
    {
        TIM4_SR1= 0;         //выкл таймер
        PC_ODR_bit.ODR3=1;   //выкл светодиода
        PB_ODR_bit.ODR5=0;   //выкл режима ванны
        mksecond=0;         //обнуление регистров RTC
        milesecond=0;       //регистры RTC
        second=0;
        minute=0;
        hour=0;
    }
    goto hello_world;
}

// режим работы 50мин
else if (PB_IDR_bit.IDR0 == 1)
{
    TIM4_setup();

    if(minute<=50)           // 50 мин светим
    {
        PC_ODR_bit.ODR4=0;   //вкл светодиода
        PB_ODR_bit.ODR5=1;   //вкл режима ванны
    }
    else                       //задержка
    {
        TIM4_SR1= 0;         //выкл таймер
        PC_ODR_bit.ODR4=1;   //выкл светодиода
        PB_ODR_bit.ODR5=0;   //выкл режима ванны
        mksecond=0;         //обнуление регистров RTC
        milesecond=0;       //регистры RTC
        second=0;
    }
}

```

```

        minute=0;
        hour=0;
    }
    goto hello_world;
}
int dec4, A4;

scanf("%d", dec4);
A4 = 128;
for(int i = 1; i <= 8; i++)
{
    if(dec4 >= A4)
    {
        printf("1");
        dec4 -= A4;
    }
    else
        printf("0");

    A4 /= 2;
}
return 0;

    int dec3, A3;
    A=A4;
scanf("%d", dec3);
A3 = 128;
for(int i = 1; i <= 8; i++)
{
    if(dec3 >= A3)
    {
        printf("1");
        dec3 -= A3;
    }
    else
        printf("0");

    A3 /= 2;
}
return 0;

}

//временная задержка
void dalay (unsigned int n)
{
    while (n--> 0);
}

// настройка таймера ТИМ4
void TIM4_setup (void)

```

```

{
    TIM4_CR1_CEN=1;           //разрешаем таймер
    TIM4_PSC=4;               //задаем предделитель таймера 16МГц/16 (т. к. 2^4=16)
    TIM4_CR1_ARPE=1;         //разрешаем автолоадер
    TIM4_ARR=201;             //задаем значение до которого будет считать
    TIM4_IER_UIE=1;          //разрешаем прерывание от таймера
}

```

//функция обработки прерывания

#pragma vector=TIM4\_OVR\_UIF\_vector //функция обработки прерывания

\_\_interrupt void TIMR\_4\_ISR(void)

```

{
    TIM4_SR_UIF=0;           // сброс флага прерывания от таймера
    ++msecond;
    if(mksecond>=5)          //считаем время
    {
        mksecond=0;
        ++milesecond;
        if(milesecond>=1000)
        {
            milesecond=0;
            ++second;
            if(second>=60)
            {
                second=0;
                ++minute;
                if(minute>=60)
                {
                    minute=0;
                    ++hour;
                }
            }
        }
    }
}

```

/\*void disp\_set\_init (void) //подпр инициализ и начальных зн дисплея (прога дисплея)

```

{
    delay2_init ();
    delay2_init ();
    delay2_init ();

    PB_ODR_bit.ODR7 = 0;
    PD_ODR_bit.ODR3 = 0;
    PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
    PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
    PD_ODR_bit.ODR5 = 1;
    PD_ODR_bit.ODR4 = 1;

    PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
    delay_init ();
}

```

```

PD_ODR_bit.ODR2 = 0;

delay2_init ();

    PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
    delay_init ();
    PD_ODR_bit.ODR2 = 0;

    delay_init ();

PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;

delay2_init ();

    PD_ODR_bit.ODR4 = 0;
    PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
    delay_init ();
    PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
    delay2_init ();

    PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
    delay_init ();
    PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
    delay2_init ();
    PD_ODR_bit.ODR7 = 1; //N
    PD_ODR_bit.ODR6 = 0; //F
    PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
    delay_init ();
    PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
    delay2_init ();

    PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
    PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
    PD_ODR_bit.ODR5 = 0;
    PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
    delay_init ();
    PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
    delay2_init ();

    PD_ODR_bit.ODR7 = 1;
    PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
    delay_init ();
    PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
    delay2_init ();

    PD_ODR_bit.ODR7 = 0;//000000
    PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
    delay_init ();
    PD_ODR_bit.ODR2 = 0;

```

```

delay2_init ();

PD_ODR_bit.ODR4 = 1;//000001
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
delay2_init ();

PD_ODR_bit.ODR4 = 0;//000000
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
delay2_init ();

PD_ODR_bit.ODR6 = 1;
PD_ODR_bit.ODR5 = 1;
PD_ODR_bit.ODR4 = 0;
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
delay2_init ();

PB_ODR_bit.ODR7 = 0; //disp on
PD_ODR_bit.ODR3 = 0;
PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;
PD_ODR_bit.ODR4 = 0;

PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;

delay2_init ();

PD_ODR_bit.ODR7 = 1;
PD_ODR_bit.ODR6 = 1;
PD_ODR_bit.ODR5 = 1;
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;

PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;

delay2_init ();

delay2_init ();
_curs01_init ();

    _emp_init ();
    _L_init ();

```

```
_1_init ();  
_eq_init ();  
_emp_init ();  
_emp_init ();  
_0_init ();
```

```
_emp_init ();  
_emp_init ();  
_L_init ();  
_2_init ();  
_eq_init ();  
_emp_init ();  
_emp_init ();  
_0_init ();
```

```
delay2_init ();  
PB_ODR_bit.ODR7 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR7 = 1;  
PD_ODR_bit.ODR6 = 1; //set ddram address на ячейку 2 строки 2  
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR4 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;  
delay_init ();  
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
```

```
PD_ODR_bit.ODR7 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;
```

```
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;  
delay_init ();  
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
```

```
_emp_init ();  
_L_init ();  
_3_init ();  
_eq_init ();  
_emp_init ();  
_emp_init ();  
_0_init ();
```

```
_emp_init ();  
_emp_init ();
```

```
_L_init ();  
_4_init ();  
_eq_init ();  
_emp_init ();  
_emp_init ();  
_0_init ();
```

```

}

void _0_init (void)//ВЫВОД СИМВОЛА 0
{
    PB_ODR_bit.ODR7 = 1;
    PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
    PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
    PD_ODR_bit.ODR5 = 1;
    PD_ODR_bit.ODR4 = 1;
    delay2_init ();
    PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
    delay_init ();
    PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
    delay2_init ();
    PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
    PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
    PD_ODR_bit.ODR5 = 0;
    PD_ODR_bit.ODR4 = 0;
    delay2_init ();
    PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
    delay_init ();
    PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
}

void _1_init (void)//ВЫВОД СИМВОЛА 1
{
    PB_ODR_bit.ODR7 = 1;
    PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
    PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
    PD_ODR_bit.ODR5 = 1;
    PD_ODR_bit.ODR4 = 1;
    delay2_init ();
    PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
    delay_init ();
    PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
    delay2_init ();
    PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
    PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
    PD_ODR_bit.ODR5 = 0;
    PD_ODR_bit.ODR4 = 1;
    delay2_init ();
    PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
    delay_init ();
    PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
}

void _2_init (void)//ВЫВОД СИМВОЛА 2
{
    PB_ODR_bit.ODR7 = 1;
    PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
    PD_ODR_bit.ODR6 = 0;

```

```

PD_ODR_bit.ODR5 = 1;
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
PD_ODR_bit.ODR5 = 1;
PD_ODR_bit.ODR4 = 0;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
}

```

void \_3\_init (void)//ВЫВОД СИМВОЛА 3

```

{
PB_ODR_bit.ODR7 = 1;
PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
PD_ODR_bit.ODR5 = 1;
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
PD_ODR_bit.ODR5 = 1;
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
}

```

void \_4\_init (void)//ВЫВОД СИМВОЛА 4

```

{
PB_ODR_bit.ODR7 = 1;
PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
PD_ODR_bit.ODR5 = 1;
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
delay2_init ();
}

```

```

PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
PD_ODR_bit.ODR6 = 1;
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;
PD_ODR_bit.ODR4 = 0;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
}

```

```

void _5_init (void)//ВЫВОД СИМВОЛА 5

```

```

{
PB_ODR_bit.ODR7 = 1;
PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
PD_ODR_bit.ODR5 = 1;
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
PD_ODR_bit.ODR6 = 1;
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
}

```

```

void _6_init (void)//ВЫВОД СИМВОЛА 6

```

```

{
PB_ODR_bit.ODR7 = 1;
PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
PD_ODR_bit.ODR5 = 1;
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
PD_ODR_bit.ODR6 = 1;
PD_ODR_bit.ODR5 = 1;
PD_ODR_bit.ODR4 = 0;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
}

```

```
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;  
}
```

```
void _7_init (void)//ВЫВОД СИМВОЛА 7
```

```
{  
PB_ODR_bit.ODR7 = 1;  
PD_ODR_bit.ODR7 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR5 = 1;  
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;  
delay2_init ();  
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;  
delay_init ();  
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;  
delay2_init ();  
PD_ODR_bit.ODR7 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR6 = 1;  
PD_ODR_bit.ODR5 = 1;  
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;  
delay2_init ();  
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;  
delay_init ();  
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;  
}
```

```
void _8_init (void)//ВЫВОД СИМВОЛА 8
```

```
{  
PB_ODR_bit.ODR7 = 1;  
PD_ODR_bit.ODR7 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR5 = 1;  
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;  
delay2_init ();  
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;  
delay_init ();  
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;  
delay2_init ();  
PD_ODR_bit.ODR7 = 1;  
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR4 = 0;  
delay2_init ();  
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;  
delay_init ();  
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;  
}
```

```
void _9_init (void)//ВЫВОД СИМВОЛА 9
```

```
{  
PB_ODR_bit.ODR7 = 1;  
PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
```

```

PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
PD_ODR_bit.ODR5 = 1;
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR7 = 1;
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
}

```

```

void _L_init (void)// СИМВОЛ L

```

```

{
PB_ODR_bit.ODR7 = 1;
PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
PD_ODR_bit.ODR6 = 1;
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;
PD_ODR_bit.ODR4 = 0;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR7 = 1;
PD_ODR_bit.ODR6 = 1;
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;
PD_ODR_bit.ODR4 = 0;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
}

```

```

void _star_init (void)// СИМВОЛ ЗВЕЗДА

```

```

{
PB_ODR_bit.ODR7 = 1;
PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
PD_ODR_bit.ODR5 = 1;
PD_ODR_bit.ODR4 = 0;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
}

```

```

delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR7 = 1;
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
PD_ODR_bit.ODR5 = 1;
PD_ODR_bit.ODR4 = 0;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
}

```

```

void _eq_init (void)//СИМВОЛ РАВНО

```

```

{
PB_ODR_bit.ODR7 = 1;
PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
PD_ODR_bit.ODR5 = 1;
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR7 = 1;
PD_ODR_bit.ODR6 = 1;
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
}

```

```

void _emp_init (void)//СИМВОЛ ПРОБЕЛ

```

```

{
PB_ODR_bit.ODR7 = 1;
PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
PD_ODR_bit.ODR5 = 1;
PD_ODR_bit.ODR4 = 0;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;
PD_ODR_bit.ODR4 = 0;
delay2_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
}

```

```
delay_init ();  
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;  
}
```

```
void _curs01_init (void)//курсор ячейка 01
```

```
{  
PD_ODR_bit.ODR3 = 0;  
PB_ODR_bit.ODR7 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR7 = 1;  
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR4 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;  
delay_init ();  
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
```

```
  
PD_ODR_bit.ODR7 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;  
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;  
delay_init ();  
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;  
}
```

```
void _curs09_init (void)//курсор ячейка 09
```

```
{  
PD_ODR_bit.ODR3 = 0;  
PB_ODR_bit.ODR7 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR7 = 1;  
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR4 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;  
delay_init ();  
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
```

```
  
PD_ODR_bit.ODR7 = 1;  
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;  
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;  
delay_init ();  
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;  
}
```

```
void _curs41_init (void)//курсор ячейка 41
```

```
{  
PD_ODR_bit.ODR3 = 0;  
PB_ODR_bit.ODR7 = 0;  
PD_ODR_bit.ODR7 = 1;
```

```
PD_ODR_bit.ODR6 = 1;
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;
PD_ODR_bit.ODR4 = 0;
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
```

```
PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
}
```

```
void _curs49_init (void)//курсор ячейка 49
```

```
{
PD_ODR_bit.ODR3 = 0;
PB_ODR_bit.ODR7 = 0;
PD_ODR_bit.ODR7 = 1;
PD_ODR_bit.ODR6 = 1;
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;
PD_ODR_bit.ODR4 = 0;
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
```

```
PD_ODR_bit.ODR7 = 1;
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
}
```

```
void _curs05_init (void)//курсор ячейка 05
```

```
{
PD_ODR_bit.ODR3 = 0;
PB_ODR_bit.ODR7 = 0;
PD_ODR_bit.ODR7 = 1;
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;
PD_ODR_bit.ODR4 = 0;
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
```

```
PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
PD_ODR_bit.ODR6 = 1;
```

```
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
}
```

```
void _curs141_init (void)//курсор ячейка 0D
```

```
{
PD_ODR_bit.ODR3 = 0;
PB_ODR_bit.ODR7 = 0;
PD_ODR_bit.ODR7 = 1;
PD_ODR_bit.ODR6 = 0;
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;
PD_ODR_bit.ODR4 = 0;
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
```

```
PD_ODR_bit.ODR7 = 1;
PD_ODR_bit.ODR6 = 1;
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
}
```

```
void _curs45_init (void)//курсор ячейка 45
```

```
{
PD_ODR_bit.ODR3 = 0;
PB_ODR_bit.ODR7 = 0;
PD_ODR_bit.ODR7 = 1;
PD_ODR_bit.ODR6 = 1;
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;
PD_ODR_bit.ODR4 = 0;
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
```

```
PD_ODR_bit.ODR7 = 0;
PD_ODR_bit.ODR6 = 1;
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
}
```

```
void _curs142_init (void)//курсор ячейка 4D
```

```
{
```

```

PD_ODR_bit.ODR3 = 0;
PB_ODR_bit.ODR7 = 0;
PD_ODR_bit.ODR7 = 1;
PD_ODR_bit.ODR6 = 1;
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;
PD_ODR_bit.ODR4 = 0;
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;

```

```

PD_ODR_bit.ODR7 = 1;
PD_ODR_bit.ODR6 = 1;
PD_ODR_bit.ODR5 = 0;
PD_ODR_bit.ODR4 = 1;
PD_ODR_bit.ODR2 = 1;
delay_init ();
PD_ODR_bit.ODR2 = 0;
}

```

```

{
    minute=a;
    scanf("%d", &a);

    a /= 1;
    A1 = (((a % 10) + 7) % 10) * 100;
    a /= 10;
    A2 = (((a % 10) + 7) % 10) * 1000;
    A1 += A2;
    a /= 10;
    A3 = ((a % 10) + 7) % 10;
    A1 += A3;
    a /= 10;
    A4 = (((a % 10) + 7) % 10) * 10;
    A1 += A4;

    printf("%d\n", A1);

    return 0;
}

```

```

int main(void)
{
    int dec4, A4;

    scanf("%d", &dec4);
    A4 = 128;
    for(int i = 1; i <= 8; i++)
    {
        if(dec4 >= A4)
        {

```

```

        printf("1");
        dec4 -= A4;
    }
    else
        printf("0");

    A4 /= 2;
}
return 0;

    int dec3, A3;
    A=A4;
    scanf("%d", &dec3);
    A3 = 128;
    for(int i = 1; i <= 8; i++)
    {
        if(dec3 >= A3)
        {
            printf("1");
            dec3 -= A3;
        }
        else
            printf("0");

        A3 /= 2;
    }
    return 0;
}

void delay_init (void)
{
    for(j=0; j<50; j++); //>100мкс
}

void delay2_init (void)
{
    for(j=0; j<800; j++); //>5мс
}

```

## Приложение В

(обязательное)

Алгоритм работы блока управления

Приложение Г

(обязательное)

ФЮРА.942714.015ЭЗ Генератор ультразвуковых колебаний

Схема электрическая принципиальная