

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии
 Отделение школы (НОЦ) электронной инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| |
|--|
| Тема работы |
| Разработка устройства бесконтактной дезинфекции для рук |
| УДК <u>614.484:615.281.014.83</u> |

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------------|---------|------|
| 1Д81 | Ливенцова Анастасия Дмитриевна | | |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------|----------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОЭИ | Иванова Вероника Сергеевна | к.т.н. | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------------------|------------------------|---------|------|
| Профессор | Гасанов Магеррам Али оглы | д-р экон. наук | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|------------------------|------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Авдеева Ирина Ивановна | — | | |

Нормоконтроль

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------------------|------------------------|---------|------|
| Ассистент | Кулагин Антон Евгеньевич | к.ф.-м.н. | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|--------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОЭИ | Дикман Екатерина Юрьевна | к.т.н. | | |

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

| Код компетенции | Наименование компетенции |
|---|--|
| Универсальные компетенции | |
| УК(У)-1 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач |
| УК(У)-2 | Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений |
| УК(У)-3 | Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде |
| УК(У)-4 | Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах) |
| УК(У)-5 | Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах |
| УК(У)-6 | Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни |
| УК(У)-7 | Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности |
| УК(У)-8 | Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов |
| УК(У)-9 | Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи |
| УК(У)-10 | Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности |
| УК(У)-11 | Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению |
| Общепрофессиональные компетенции | |
| ОПК(У)-1 | Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, |

| | |
|--|--|
| | проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем |
| ОПК(У)-2 | Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, интеллектуально-правовых, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов и процессов |
| ОПК(У)-3 | Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики биотехнических систем и технологий |
| ОПК(У)-4 | Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности |
| ОПК(У)-5 | Способен участвовать в разработке текстовой, проектной и конструкторской документации в соответствии с нормативными требованиями |
| Профессиональные компетенции | |
| ПК(У)-1 | Способность к разработке и интеграции биотехнических систем и технологий |
| ПК(У)-2 | Способность к проведению технического обслуживания биотехнических систем и медицинских изделий |
| Профессиональные компетенции университета | |
| ДПК(У)-1 | Способность выбирать метод и разрабатывать программу экспериментальных исследований, проводить медико-биологические исследования с использованием технических средств, выбирать метод обработки результатов исследований |

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

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **12.03.04 Биотехнические системы и технологии**
 Отделение школы (НОЦ) **электронной инженерии**

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (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 |
|--------|--------------------------------|
| 1Д81 | Ливенцова Анастасия Дмитриевна |

Тема работы:

| | |
|--|-------------------------|
| Разработка устройства бесконтактной дезинфекции рук | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | 335-45/с от 21.12.21 |

Срок сдачи студентом выполненной работы:

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|---|---|
| <p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p> | <p>Необходимо разработать устройство, автоматической бесконтактной дезинфекции для рук. Устройство должно реагировать на появление рук в зоне действия инфракрасного датчика движения, затем распылять 5–6 мл дезинфицирующего средства с двух сторон от рук. Распыление должно производиться под углом 60° для достижения наилучшего качества обработки. Расположение устройства: гипермаркеты, супермаркеты, торговые центры с проходимостью 200–700 человек в день. Предусмотреть замену</p> |
|---|---|

| | |
|--|--|
| | емкости с дезинфицирующим средством не чаще 1 раза в день. |
| <p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Литературный обзор; 2. Выбор и обоснование структурной схемы 3. Разработка принципиальной схемы; 4. Разработка корпуса и сборка 3D-модели устройства; 5. Разработка 3D-модели платы: <p>В качестве дополнительных разделов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; – Социальная ответственность; |
| <p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p> | <p>Блок-схема алгоритма ПО для микроконтроллера;</p> <p>Чертеж электрической принципиальной схемы;</p> <p>Чертеж печатной платы;</p> <p>Чертеж устройства.</p> |
| <p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p> | |
| Раздел | Консультант |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Гасанов Магеррам Али оглы |
| Социальная ответственность | Авдеева Ирина Ивановна |
| <p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p> <p style="text-align: center;">нет</p> | |

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

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------|----------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОЭИ | Иванова Вероника Сергеевна | к.т.н, доцент | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------------|---------|------|
| 1Д81 | Ливенцова Анастасия Дмитриевна | | |

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

Студенту:

| | |
|---------------|--------------------------------|
| Группа | ФИО |
| 1Д81 | Ливенцова Анастасия Дмитриевна |

| | | | |
|----------------------------|--|----------------------------------|---|
| Школа | Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности | Отделение школы (НОЦ) | Отделение электронной инженерии |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 12.03.04 Биотехнические системы и технологии |

| | |
|--|---|
| Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»: | |
| <i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | <i>Затраты на выполнение НИ включают в себя затраты на сырье, материалы, комплектующие изделия, специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ, основную и дополнительную заработную платы исполнителей, отчисления на социальные нужды, накладные расходы. В реализации проекта задействованы два человека: научный руководитель, инженер (студент).</i> |
| <i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i> | <i>В соответствии с нормами и нормативными расходования материалов: ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов», ГОСТ 31532-2012 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения».</i> |
| <i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i> | <i>УСН, страховые взносы – 30,2% от ФОТ.</i> |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке: | |
| <i>1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i> | <i>Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта</i> |
| <i>2. Разработка устава научно-технического проекта</i> | <i>Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.</i> |
| <i>3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i> | <i>Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НТИ</i> |
| <i>4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i> | <i>Проведение оценки экономической эффективности исследования получения полиметилметакрилата суспензионным способом</i> |
| Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. «Портрет» потребителя результатов НТИ 2. Сегментирование рынка 3. Оценка конкурентоспособности технических решений 4. Матрица SWOT 5. График проведения и бюджет НТИ 6. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ 7. Потенциальные риски | |

| | |
|--|------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 01.03.2022 |
|--|------------|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------------------|------------------------|---------|------------|
| Профессор | Гасанов Магеррам Али оглы | д-р экон. наук | | 01.03.2022 |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------------|---------|------------|
| 1Д81 | Ливенцова Анастасия Дмитриевна | | 01.03.2022 |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| | | | |
|--------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| Группа | | ФИО | |
| 1Д81 | | Ливенцова Анастасия Дмитриевна | |
| Школа | Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности | Отделение (НОЦ) | Отделение электронной инженерии |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/ специальность | 12.03.04 Биотехнические системы и технологии |

Тема ВКР:

| | |
|--|---|
| Разработка устройства бесконтактной дезинфекции для рук | |
| Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»: | |
| Введение | <p><i>Объект исследования</i> устройство для бесконтактной дезинфекции рук с возможностью обработки с двух сторон</p> <p><i>Область применения</i> профилактика вирусных инфекций</p> <p><i>Рабочая зона:</i> лаборатория</p> <p><i>Размеры помещения</i> 40 м²</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны</i> рабочий стол, паяльная установка, 3D принтер, ПК</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> пайка, 3D печать, программирование</p> |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке: | |
| 1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке | <ol style="list-style-type: none"> 1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) 2. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. 3. СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение. 4. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности 5. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания 6. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. 7. ТИ Р М-075-2003 Межотраслевая типовая инструкция по охране труда для работников, занятых пайкой и лужением изделий паяльником. 8. ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования. |
| 2. Производственная безопасность при разработке: | <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий - факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека; |

| | |
|--|--|
| | <p>- производственные факторы, связанные с электростатическими полями</p> <p>Вредный факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Умственное перенапряжение - Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума/вибрации; - отсутствие или недостаток необходимого естественного или искусственного освещения; - факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами - выделение вредных веществ при пайке <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: наушники, беруши, защитные ограждения, проведение мероприятий по ознакомлению с правилами технической безопасности, использование защитных перчаток, обеспечение качественной вентиляции.</p> |
| 3. Экологическая безопасность при разработке. | <p>Воздействие на селитебную зону: не происходит</p> <p>Воздействие на литосферу происходит из-за отходов при пайке и 3D печати, перегорания люминесцентных ламп освещения, утилизации отходов при выходе из строя компонентов устройства, утилизация компонентов эксплуатации, утилизация макулатуры</p> <p>Воздействие на гидросферу отходы после промывки оборудования, отходы дезинфицирующего средства, биологические отходы, отходы жизнедеятельности</p> <p>Воздействие на атмосферу: выделение свинца при пайке.</p> |
| 4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке | <p>Возможные ЧС:</p> <p>Природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.);</p> <p>Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.);</p> <p>Техногенные аварии (отказ систем безопасности; нарушение, пожар, обрушение зданий, сооружений);</p> <p>Наиболее типичная ЧС: пожар</p> |
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | |

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|------------------------|------------------------|---------|------------|
| Старший преподаватель | Авдеева Ирина Ивановна | — | | 01.03.2022 |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------------|---------|------------|
| 1Д81 | Ливенцова Анастасия Дмитриевна | | 01.03.2022 |

Реферат

Выпускная квалификационная работа: с 76., 15 рис., 23 табл., 34 источника, 11 прил.

Ключевые слова: дезинфектор, бесконтактная дезинфекция, антисептик, вирус, пандемия.

Объектом исследования является разработка устройства бесконтактной дезинфекции для рук.

Цель работы – разработка устройства бесконтактной дезинфекции для рук.

В процессе исследования проводилось изучение методов дезинфекции, конструкций существующих роботов-дезинфекторов, изучение программной среды STM32F407. Разработка корпуса устройства проводилось в программе SolidWorks. Плата печатная электрическая выполнена в САПР Altium Designer.

Область применения: гипермаркеты, супермаркеты, торговые центры с проходимостью 200–700 человек в день.

Экономическая эффективность/значимость работы: двухсторонняя обработка позволяет повысить качество и эффективность дезинфекции.

В будущем планируется дальнейшая модификация устройства.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы следующие нормативные ссылки:

ГОСТ Р 58151.1-2018. Средства дезинфицирующие. Общие технические требования.

СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.

СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение.

Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022)

ТИ Р М-075-2003 Межотраслевая типовая инструкция по охране труда для работников, занятых пайкой и лужением изделий паяльником.

ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001) Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования.

ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация

ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

ОКПД 90.02.14.149. Услуги по обезвреживанию и транспортированию прочих опасных отходов, не включенных в другие группировки.

СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

дезинфекция: Комплекс мероприятий, направленный на уничтожение возбудителей инфекционных заболеваний и разрушение токсинов на объектах внешней среды для предотвращения попадания их на кожу, слизистые и раневую поверхность. Является одним из видов обеззараживания.

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения:

МК – микроконтроллер;

ИК – инфракрасный;

ПО – программное обеспечение;

ПК – персональный компьютер;

СИЗ – средства индивидуальной защиты;

СКЗ – средства коллективной защиты;

ЧАС – соединения четвертичного аммония.

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение..... | 16 |
| 1 Литературный обзор | 17 |
| 1.1 Существующие методы дезинфекции..... | 17 |
| 1.2 Используемые средства химической дезинфекции | 19 |
| 1.3 Существующие на рынке аппараты бесконтактной дезинфекции для рук | 21 |
| 1.3.1 Бесконтактный аппарат для дезинфекции рук ASL-1 | 22 |
| 1.3.2 Бесконтактный дозатор дезинфицирующего средства CSD | 23 |
| 1.3.3 Бесконтактный аппарат для дезинфекции Next uno | 24 |
| 1.4 Патентный обзор | 25 |
| 1.5 Сравнение устройств бесконтактной дезинфекции | 27 |
| 2 Разработка структурной схемы устройства бесконтактной дезинфекции... .. | 28 |
| 3 Разработка принципиальной схемы | 30 |
| 3.1 Выбор микроконтроллера | 30 |
| 3.2 Разработка датчика движения..... | 31 |
| 3.3 Выбор насоса | 31 |
| 3.4 Разработка устройства управления насоса | 33 |
| 3.5 Разработка табло индикации..... | 33 |
| 3.6 Выбор распылителей | 34 |
| 3.7 Расчет компонентов принципиальной схемы | 35 |
| 3.8 Трассировка печатной платы | 37 |
| 4 Разработка корпуса и сборка 3D-модели устройства..... | 38 |
| 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение... .. | 42 |
| 5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований | 42 |
| 5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования | 42 |
| 5.1.2 Анализ конкурентных технических решений | 42 |
| 5.1.3 Технология QuaD | 44 |
| 5.1.4 SWOT – анализ | 46 |

| | |
|---|----|
| 5.2 Планирование научно-исследовательских работ..... | 47 |
| 5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования | 47 |
| 5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ | 48 |
| 5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования | 49 |
| 5.2.4 Бюджет научно-технического исследования | 50 |
| 5.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования..... | 56 |
| 6 Социальная ответственность | 60 |
| 6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | 60 |
| 6.2 Производственная безопасность | 61 |
| 6.2.1 Факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами..... | 62 |
| 6.2.2 Факторы, связанные с электростатическими полями. | 63 |
| 6.2.3 Отсутствие или недостаток необходимого естественного или искусственного освещения..... | 63 |
| 6.2.4 Выделение вредных веществ при пайке | 64 |
| 6.2.5 Факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека;..... | 65 |
| 6.2.6 Факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий. | 66 |
| 6.2.7 Умственное перенапряжение | 67 |
| 6.2.8 Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума..... | 67 |
| 6.2.9 Вибрация | 68 |
| 6.3 Экологическая безопасность..... | 69 |
| 6.3.1 Влияние на атмосферу..... | 69 |
| 6.3.2 Влияние на литосферу и гидросферу..... | 69 |
| 6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях..... | 70 |
| Заключение | 71 |

| | |
|--|-----|
| Заключение | 72 |
| Список использованных источников | 73 |
| Приложение А Алгоритм работы ПО микроконтроллера STM32F407G..... | 77 |
| Приложение Б Программный код для микроконтроллера STM32F407 | 80 |
| Приложение В Схема электрическая принципиальная ФЮРА.941714.001 Э385 | |
| Приложение Г Перечень компонентов ФЮРА.941714.001 ПЭЗ | 87 |
| Приложение Д Сборочный чертеж ФЮРА.941714.001 СБ | 90 |
| Приложение Е Сборочный чертеж Спецификация ФЮРА.941714.001 СБ.... | 92 |
| Приложение Ж Плата печатная ФЮРА.941714.001..... | 95 |
| Приложение И Чертеж общего вида ФЮРА.941714.001 ВО | 97 |
| Приложение К Чертеж общего вида Спецификация ФЮРА.941714.001 ВО100 | |
| Приложение Л Временные показатели проведения научного исследования | 102 |
| Приложение М Календарный план-график проведения НИОКР | 105 |

Введение

Почти в каждой среде на планете содержатся бактерии и вирусы. Большинство них безвредны для человека. Но существуют также болезнетворные организмы и вирусы, которые могут быть опасными или даже смертельными. Одним из самых заразных и опасных заболеваний в новейшей истории является COVID-19, вызываемый вирусом SARS-CoV-2.

Регулярное использование правильных типов дезинфицирующих средств имеет решающее значение для предотвращения распространения заболеваний, таких как COVID-19, грипп и обычная простуда.

Устройство для бесконтактной дезинфекции предназначено для поддержания гигиены рук, а также для защиты от распространения различных вирусов и болезнетворных микроорганизмов в помещениях, в том числе с высокой проходимостью, например, на производстве, в лечебных учреждениях, в детских и учебных заведениях, в аэропортах и других местах.

Главное достоинство дезинфекторов подобного типа – автоматическая бесконтактная подача дезинфектора. Поскольку пользователям не нужно прикасаться к частям устройства, обеспечивается защита от перекрестного заражения. Помимо этого, бесконтактные дезинфицирующие средства позволяют сократить расход гигиенических материалов, таких как бумажные полотенца, салфетки, моющие средства, снизить потребление энергии и воды, и практически полностью исключить образование отходов.

В ходе разработки устройства бесконтактной дезинфекции необходимо изучить существующие методы и средства дезинфекции, провести анализ современных устройств, понять какие у них есть преимущества и недостатки. Разработать принципиальную схему, адаптированную под доступную компонентную базу, и спроектировать корпус устройства.

1 Литературный обзор

Требования к дезинфекторам устанавливаются согласно действующему стандарту ГОСТ Р 58151.1-2018. «Средства дезинфицирующие. Общие технические требования». Настоящий стандарт распространяется на химические дезинфицирующие средства и антисептики и устанавливает общие технические требования, обеспечивающие безопасность жизни и здоровья населения, охрану окружающей среды и предупреждение действий, вводящих в заблуждение потребителей путем предоставления недостоверной информации о средствах [1].

1.1 Существующие методы дезинфекции

Объекты, которым необходима дезинфекция, различаются по назначению; по области применения; по структуре и консистенции; по уровню зараженности; по природе и форме возбудителей инфекции; по месту их расположения.

В некоторых случаях вирусы и бактерии находятся только на поверхности объектов обеззараживания (посуда, хирургическое оборудование, стекло), а в других – как на поверхностях, так и внутри (пищевые продукты, почва).

Подобные различия в способах дезинфекции определяют потребность выбора таких способов, методов и средств дезинфекции, которые способны обеспечить успешное, при этом не причиняющее вреда, обеззараживание объектов. Для дезинфекции применяются следующие методы: механический, физический, химический и биологический.

Перечисленные методы могут использоваться как отдельно, так и совместно с другими методами, как например, химический и механический, химические и физические, физические и механические.

Механический метод дезинфекции не уничтожает вирусы и микроорганизмы, а лишь удаляет их и их переносчиков с поверхностей, которые подлежат обеззараживанию.

Обработка с использованием механического метода обеззараживания очищает обрабатываемые объекты от пыли, грязи, жирных или белковых частиц и удаляет некоторое количество микроорганизмов, которые находятся на предметах, в воде и в воздухе.

Физический метод дезинфекции – это метод, при котором для дезинфекции используют высокую либо низкую температуру; высушивание; воздействие на зараженные объекты различными средствами радиации, например, ультрафиолетовые, инфракрасные, гамма или бета лучи. В отдельных случаях для обеззараживания применяют ультразвук или высокочастотные токи.

Химический метод дезинфекции представляет собой применение химических веществ, которые обеспечивают гибель вирусов и микроорганизмов на поверхностях объектов, в воде, в воздухе, и в различных субстратах.

Химическая дезинфекция имеет наибольшую степень надежности. У данного метода дезинфекции широкая сфера применения в антисептических средствах и противоэпидемической практике. Химические средства дезинфекции применяются в виде водных растворов, гелей, порошков, аэрозолей.

При биологическом методе дезинфекции уничтожение микроорганизмов в окружающей среде производится при помощи биологических средств.

Это является причиной тому, что метод носит строго специфический характер. Как правило его используют на полях с целью обеззараживания сточных вод, орошения и фильтрации, при обеззараживании мусора и отходов в компостах, в биотермических камерах и так далее [2].

На основании проведенного обзора методов дезинфекции можно прийти к выводу, что для дезинфекции рук наиболее подходящим является химический способ дезинфекции с использованием дезинфицирующих жидкостей. Данный способ наиболее успешно справляется с поставленной задачей по уничтожению болезнетворных вирусов и бактерий, и при этом остается безопасным для человека.

1.2 Используемые средства химической дезинфекции

Поскольку на рынке существует множество видов дезинфицирующих средств, важно понимать, как они работают, включая их преимущества и недостатки, чтобы принять обоснованное решение о том, как наилучшим образом производить дезинфекцию и защитить себя и окружающих.

При обслуживании коммерческих и промышленных объектов используется несколько широких категорий дезинфицирующих средств. Ниже приведены несколько наиболее распространенных типов.

- Перекись водорода. Продукты на основе перекиси водорода, разработанные в виде готовых к применению дезинфицирующих средств, считаются безопасными, экологичными и устойчивыми к воздействию окружающей среды. Это происходит потому, что они распадаются на природные элементы воды и кислорода. Дезинфицирующие средства на основе перекиси водорода, как правило, быстро убивают широкий спектр бактерий и вирусов, являются умеренно кислыми и эффективными чистящими средствами. Однако пользователям следует соблюдать осторожность с концентрированной перекисью водорода, так как она может быть нестабильной и опасной.

- Соединения четвертичного аммония или ЧАС. Они являются лучшим выбором для дезинфекции в больницах и учреждениях из-за их низкой стоимости и быстрого действия против широкого спектра микроорганизмов. В состав ЧАС могут входить различные моющие средства, обеспечивающие как чистящую, так и дезинфицирующую способность. Дезинфицирующие средства на основе ЧАС, обладают как очищающей способностью, так и широким спектром действия для уничтожения многих распространенных и опасных бактерий и вирусов (включая новые патогены и SARS-CoV-2). Однако дезинфицирующие средства с содержанием ЧАС не являются достаточно надежным средством дезинфекции.

- Соединения хлора. Убивают множество организмов, включая устойчивые вирусы, и настоятельно рекомендуются для очистки жидкостей

организма. Дезинфицирующие средства на основе хлора недороги и имеют относительно быстрое время уничтожения, однако они могут вызывать коррозию и вызывать изменение цвета, а также раздражение, если их не использовать по назначению.

– Спирты. При разведении в воде спирты эффективны против большинства микроорганизмов, однако для обеззараживания влажных поверхностей часто требуются более концентрированные растворы. Недостатками являются то, что они быстро испаряются (и, следовательно, могут оставаться на поверхности недостаточно долго, чтобы уничтожить вирусы и бактерии) и они легковоспламеняющиеся.

– Альдегиды. Очень эффективны в отношении бактерий, вызывающих туберкулез, но для эффективной дезинфекции им необходимо высокое соотношение компонентов на миллион. Некоторые бактерии выработали устойчивость к альдегидам и, как было установлено, вызывают астму и другие проблемы со здоровьем. Они также могут оставлять жирный осадок и должны находиться в щелочном растворе.

– Йодофоры. Могут использоваться для дезинфекции некоторых полукритических медицинских приборов, однако они могут окрашивать поверхности и иметь неприятный запах

– Фенольные соединения. Эффективен против патогенных бактерий, включая микобактерии туберкулеза, а также грибков и вирусов, но также очень токсичен и агрессивен, атакуя поверхности, когда они атакуют организмы на них. В некоторых районах действуют ограничения на утилизацию фенолов [3].

На данный момент наиболее популярными являются дезинфекторы на спиртовой основе. В бытовых условиях используются небольшие антисептики объемами от 20 до 100 миллилитров. В промышленной среде (технические предприятия, медицинские организации и так далее) – в объемах 1000 – 5000 миллилитров. Обычно они используются в виде геля либо спрея.

Дезинфекторы с большим объемом используемой жидкости используются в общественных местах для поддержания санитарных норм

посетителей. Такие дезинфекторы разделяются на две категории: контактные и бесконтактные. Контактные подразумевают под собой емкость объемом 700 – 1500 мл в которую проведена трубка с дозатором или диспенсером, на который необходимо нажать рукой или локтем для получения необходимого количества антисептика. Однако такой способ не является достаточно эффективным, поскольку к дозатору прикасается большое количество людей и уже после первого такого применения диспенсер не будет стерильным для дальнейшего обеспечения чистоты рук.

В таком случае стоит отдать предпочтение бесконтактным устройствам, где дезинфицирующая жидкость подается в определенном количестве, когда в зоне встроенного датчика появляются руки. Следовательно, подобный способ дезинфекции является наиболее эффективным.

Антисептический гель, используемый в дезинфицирующих устройствах – наиболее популярный вид антисептика для повседневного использования. Флаконы имеют дозаторы для порционного выдавливания средства.

Антисептические спреи имеют более высокое содержание спирта и более выраженный запах. Устройства, оснащенные большинством таких антисептиков, дают возможность равномерно распылять дезинфицирующее средство и покрывают большую площадь обработки. Преимущество дезинфицирующих спреев является отсутствие «липким» эффектом, который может возникнуть при использовании некоторых гелей. Следовательно, при выборе антисептика лучшим выбором будет использование спрея.

1.3 Существующие на рынке аппараты бесконтактной дезинфекции для рук

Аппараты бесконтактной дезинфекции предназначены для обработки рук методом распыления антисептика без контакта с поверхностями. Антисептик препятствует заражению воздушно капельными и контактными бактериальными

заболеваниями, вирусными, кишечными, грибковыми, инфекционными. Среди прочих преимуществ.

- Экономия (не расходуются: полотенца и салфетки, вода и электроэнергия для ее подогрева);
- Доступность (установка в любом удобном месте);
- Простота в эксплуатации (достаточно просто разместить руки в нише, антисептик быстро высыхает, не оставляет следов, нет необходимости смывать водой);
- Многонаправленное действие (против вирусов, бактерий, грибков);
- Безопасность (применяемые средства смертельны для вирусов, но безопасны для человека).

1.3.1 Бесконтактный аппарат для дезинфекции рук ASL-1

Бесконтактный аппарат для дезинфекции рук ASL-1 (рис. 1.1) предназначен для бесконтактной обработки рук жидким антисептиком [4]. В таблице 1.1 отображены основные характеристики устройства.



Рисунок 1.1 – Бесконтактный аппарат для дезинфекции рук ASL-1

Таблица 1.1 – Технические характеристики ASL-1

| Характеристики | Значения |
|--|--------------|
| Габариты (высота × ширина × глубина), мм | 1250×350×255 |
| Вес, кг | 10 |
| Размеры резервуара для ёмкости (ширина × глубина × высота), мм | 260×180×36 |
| Напряжение переменное, В/частота, Гц | 220/50 |
| Интервал между распылениями, с | 0,1–10 |
| Объем антисептика на одно распыление, мл | 0,44–10,4 |

Однако данный дезинфектор имеет и свои недостатки:

- а) Учитывая размеры резервуара для емкости, дезинфицирующей жидкости будет недостаточно для непрерывной работы в течении дня. Соответственно требуется вмешательство человека для пополнения резервуара;
- б) Устройство имеет достаточно большие габариты и вес из-за того, что является напольным. Следовательно, на сборку такого аппарата затрачивается большее материалов, чем если бы устройство было подвесным.

1.3.2 Бесконтактный дозатор дезинфицирующего средства CSD

Дозатор предназначен для оптимизации расхода дезинфицирующего средства. В то время как при обычном использовании используется около 10 мл дезинфицирующего средства для одной операции, это дезинфицирующее средство выполняет ту же работу, распыляя облако дезинфицирующего средства объемом 5–6 мл [5]. Устройство и его структура показаны на рисунке 1.2.

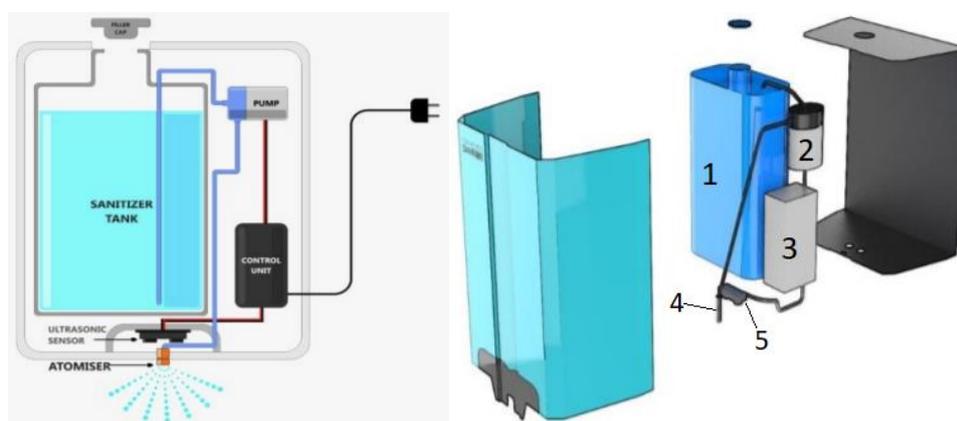


Рисунок 1.2 – Бесконтактный дозатор дезинфицирующего средства CSD.

где 1 – емкость с дезинфицирующим средством;

- 2 – насос;
- 3 – датчик управления.
- 4 – распылитель;
- 5 – ультразвуковой датчик.

Так же среди преимуществ можно выделить:

- а) Устройство является навесным и поэтому занимает не много места.

Габариты дозатора составляют 450×300×220 мм.

- б) Объем резервуара для дезинфицирующей жидкости – 5 л.

в) Угол распыления составляет 60°, что позволяет обработать обе руки одновременно.

1.3.3 Бесконтактный аппарат для дезинфекции Next uno

Бесконтактный аппарат для дезинфекции Next uno (рис 1.3) предназначен для обработки рук жидким дезинфицирующим средством при помощи дисперсного распыления [6]. Технические характеристики переведены в таблице 1.2.



Рисунок 1.3 – Бесконтактный аппарат для дезинфекции Next uno

Таблица 1.2 – Технические характеристики Next uno

| Характеристики | Значения |
|--|-------------|
| Габариты (высота × ширина × глубина), мм, не более | 450×280×200 |
| Вес, кг, не более | 5,5 |
| Объем емкости антисептика, л, не более | 3 |
| Напряжение питания, В | 220 |
| Интервал между распылениями, с | 1–2 |
| Объем антисептика на одно распыление, мл | 0,2–0,6 |

Управление системой производится при помощи микроконтроллера с ПО. Устройство имеет контроль наличия антисептика, дренажный поддон и звуковое оповещение со световой индикацией.

Устройство имеет возможность устанавливаться как на стене, при помощи кронштейна, так и на полу на стойке.

1.4 Патентный обзор

В процессе патентного обзора был найден патент RU 200294 U1, в котором описана модель автоматического бесконтактного дезинфектора для рук (рис 1.4) [7].

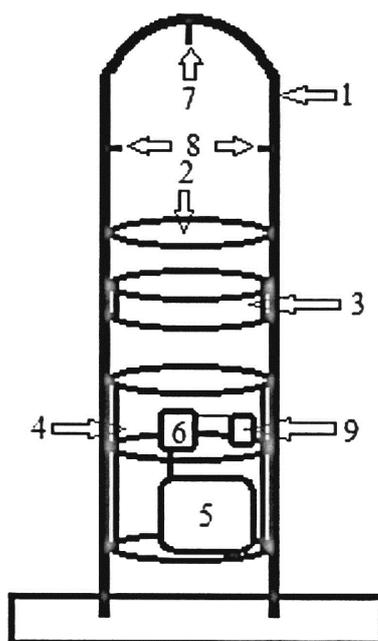


Рисунок 1.4 – Схематичное строение дезинфектора.

где 1 – стойка;

2 – лоток сбора используемой дезинфицирующей жидкости с отверстием для слива дезинфицирующей жидкости;

3 – накопитель используемой дезинфицирующей жидкости;

4 – корпус;

5 – емкость с дезинфицирующей жидкостью;

6 – электронасос;

7 – форсунка, подсоединенная к электронасосу;

8 – датчик положения рук;

9 – блок управления.

Принцип работы дезинфектора следующий. Пользователь подносит руки над лотком сбора используемой дезинфицирующей жидкости в зону действия датчика положения рук, затем сигнал с датчика положения рук получает блок управления (или контроллер), который направляет посредством электронасоса дезинфицирующую жидкость на форсунку. После чего форсунка подает дезинфицирующую жидкость на руки пользователя, при этом остатки используемой дезинфицирующей жидкости попадают в лоток сбора используемой дезинфицирующей жидкости и после через отверстие попадают в накопитель используемой дезинфицирующей жидкости.

Недостатком рассмотренного устройства является неудобство его использования, так как устройство неустойчиво, появляется необходимость держать сам корпус, что негигиенично и снижает эффективность процесса дезинфекции. Кроме того, указанный дезинфектор выполнен без сливных коммуникаций и как следствие предназначен для использования ограниченного количества дезинфицирующих средств. А именно только тех средств, подающих в процессе эксплуатации аэрозольное облако, которое максимально быстро высыхает и испаряется на руках естественным образом. При этом, порции дезинфицирующего средства вынуждено маленькие, что в комплексе и приводит к недостаточной дезинфекции рук.

1.5 Сравнение устройств бесконтактной дезинфекции

Изучив доступные на рынке устройства для бесконтактной дезинфекции, был изучен принцип бесконтактной дезинфекции и определены преимущества и недостатки. Одним из основных недостатков можно выделить то, что во всех описанных устройствах обработка рук происходит только с одной стороны. Это означает, что дальнейшее распределение дезинфицирующего средства представит пользователю устройства. В таком случае можно упустить некоторые области рук. В таблице 1.3 отражены преимущества, которые будут учтены при дальнейшей разработке устройства бесконтактной дезинфекции для рук.

Таблица 1.3 – Преимущества рассмотренных устройств

| Преимущества Название | Настенное крепление | Обработка под углом 60° | Сливной дренажный поддон | Световая индикация |
|---|------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| Бесконтактный аппарат для дезинфекции рук ASL-1 [2] | | | | + |
| Бесконтактный дозатор дезинфицирующего средства CSD [3] | + | + | + | |
| Бесконтактный аппарат для дезинфекции Next uno [4] | + | | + | + |
| Автоматический бесконтактный дезинфектор для рук [5] | | | + | |

Среди положительных качеств можно выделить наличие индикации состояния обработки, наличие дренажного поддона для слива остатков дезинфицирующего средства и распыление дезинфицирующего средства под углом 60°.

Наилучшим способом крепления и расположения устройства является использование настенного метода установки. Такие устройства занимают меньше места, а также на их сборку расходуется меньше материалов.

2 Разработка структурной схемы устройства бесконтактной дезинфекции

Разрабатываемое устройство бесконтактной дезинфекции для рук, которое должно реагировать на появление рук в зоне действия инфракрасного датчика движения, затем распылять 5–6 миллилитров дезинфицирующего средства с двух сторон от рук. Распыление должно производиться под углом 60° для достижения наилучшего качества обработки.

Расположение устройства: супермаркеты, торговые центры с проходимостью 200–700 человек в день. Необходимо предусмотреть замену емкости с дезинфицирующим средством не чаще 1 раза в день. Исходя из предъявленных требований была разработана структурная схема устройства (рис. 2.1)

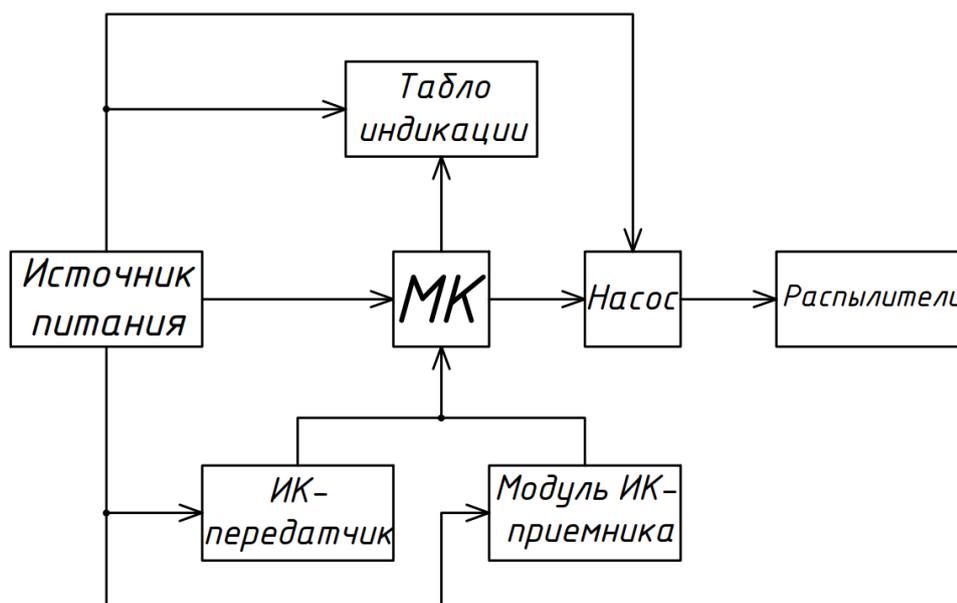


Рисунок 2.1 – Структурная схема устройства бесконтактной дезинфекции для рук

Основным компонентом схемы является микроконтроллер. Он осуществляет считывание состояния датчиков движения и подает сигнал на насос, который начинает перекачивать дезинфицирующую жидкость из емкости и подает ее на распылители.

Датчик движения представляет собой комбинацию из инфракрасного передатчика и модуля инфракрасного приемника. Общий принцип их работы будет заключаться в следующем: передатчик ИК сигнала излучает инфракрасный сигнал, который затем поступает на ИК. Между этими устройствами образуется «луч», пересечение которого каким-либо объектом (в нашем случае – руки пользователя) фиксируется микроконтроллером.

На табло индикации отображается состояние устройства: готов к использованию, производится дезинфекция. На основании структурной схемы необходимо провести выбор компонентов, а также разработать схему электрическую принципиальную.

4 Разработка корпуса и сборка 3D-модели устройства

При проектировании корпуса были учтены конструкции аналогов, существующих на рынке.

На основании конструкций аналогов для устройства предъявлены следующие требования:

- а) Устройство должно располагаться в торговых центрах и супермаркетах, где средняя проходимость составляет 200–700 человек в день;
- б) Установка устройства должна производиться подвесным настенным способом;
- в) Расход дезинфицирующей жидкости на одно применение составляет 5–6 мл;
- г) Индикация состояния работы;
- д) Работа устройства непрерывная, без замены емкости с дезинфицирующим средством или дозаправки в течение дня.

В таком случае можно просчитать количество дезинфицирующей жидкости, необходимой устройству для непрерывной работы в течении дня:

$$V = K_{\text{чел}} * P_1, \quad (4.1)$$

где V – объем, м³;

$K_{\text{чел}}$ – количество пользователей устройства за день, чел;

P_1 – расход антисептика на одно применение, мл.

$$V_{\text{мин}} = 200 * 5 = 1000 \text{ м}^3 = 1 \text{ л.}$$

$$V_{\text{макс}} = 700 * 6 = 4200 \text{ м}^3 = 4,2 \text{ л.}$$

Необходимый объем дезинфицирующей жидкости для работы в течении дня составляет 1–4 литров. Следовательно, при использовании максимальной емкости с дезинфицирующей жидкостью объемом 4 литра, можно рассчитать ее примерные габариты:

$$V = a^3, \quad (4.2)$$

где a – сторона, м.

$$a = \sqrt[3]{V}, \quad (4.3)$$

$$a = \sqrt[3]{4000} \approx 0,158 \text{ м.}$$

Таким образом, примем габариты емкости 150×150×180 мм. Габариты насоса, подобранного ранее составляют 70×70×100 мм.

Корпус должен быть сконструирован таким образом, чтобы была возможность ежедневно заменять либо заправлять емкость с дезинфицирующим средством, а также своевременно производить необходимое техническое обслуживание, которое будет включать в себя:

- Проверка качества крепления проводов и трубок для подачи дезинфицирующей жидкости;
- Проверка засорения распылителей;
- Очистка устройства от пыли и грязи;
- Проверка отсутствия механических повреждений.

На основе представленных требований была разработана 3D-модель устройства, показанная на рисунке 4.1. Она представляет собой устройство, предназначенное для настенного крепления. Крышка устройства открывается для доступа к внутренним составляющим устройства и проведения технического обслуживания.

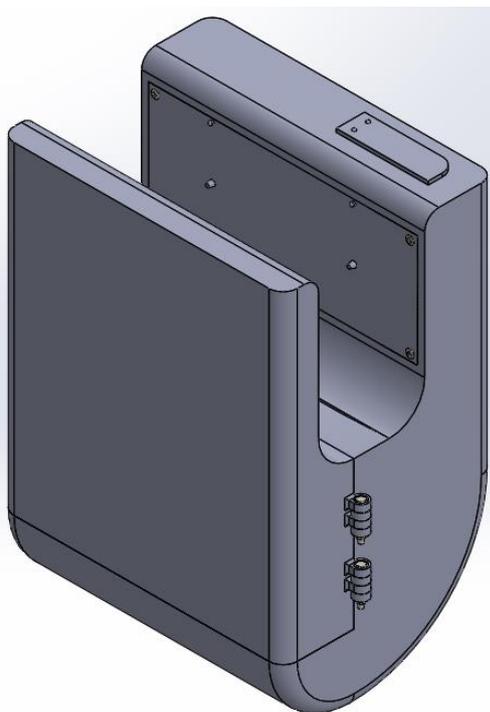
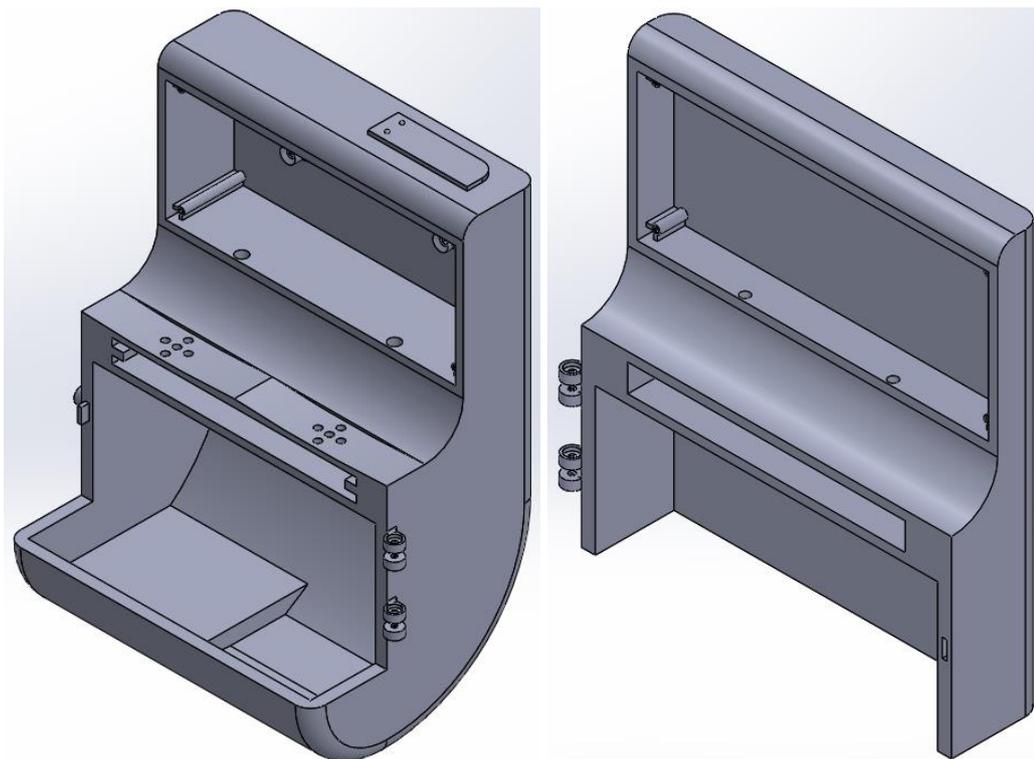


Рисунок 4.1 – 3D-модель устройства бесконтактной дезинфекции для рук

Главными составными частями устройства являются основание – рисунок 4.2а и крышка – рисунок 4.2б.

В основании будет располагаться емкость с дезинфицирующим средством и печатная плата. Присутствуют отверстия для слива остатков дезинфицирующего средства, под отверстиями находится ниша, в которой будет располагаться дренажный поддон. Табло индикации расположено на верхней панели.



а – основание корпуса

б – крышка корпуса

Рисунок 4.2 – Составные части корпуса

ИК-диоды, ИК-приемники и распылители расположены на съемной панели для доступа к проводам и трубкам для подачи дезинфицирующей жидкости. Так же на корпусе за съемной панелью находятся отверстия для крепления устройства к стене. В открытом виде устройство показано на рисунке 4.3. Чертеж устройства показан в Приложении И.

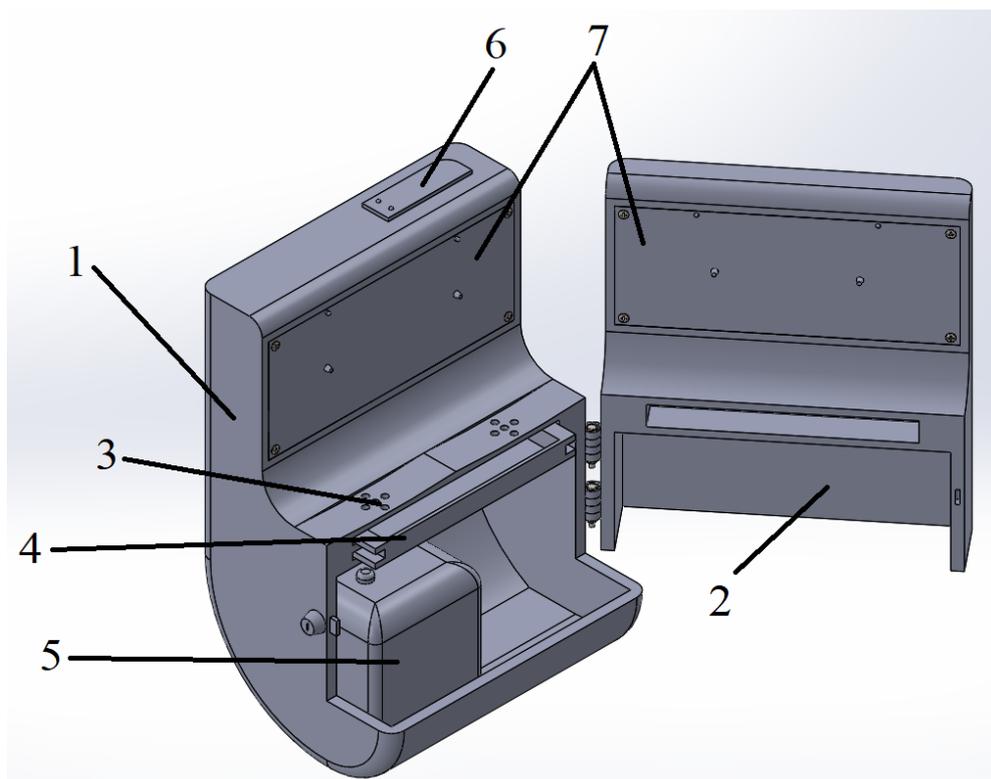


Рисунок 4.3 – 3D-модель устройства бесконтактной дезинфекции для рук в открытом виде

где 1 – основание;

2 – крышка;

3 – отверстия для слива остатков дезинфектора;

4 – дренажный поддон;

5 – емкость с дезинфицирующим средством;

6 – табло индикации;

7 – панели с ИК-передатчиками, ИК-приемниками и распылителями.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данном разделе необходимо произвести исследование о соответствии требованиям разработки устройства бесконтактной дезинфекции для рук. Цель исследования – определение потребности в интеллектуальных и материальных ресурсах, необходимых для проведения комплекса работ. В текущем разделе необходимо определить продолжительность работ, необходимо произвести расчет трудовых затрат проекта. Также необходимо организовать производство для уменьшения экономических затрат. Для эффективной организации производства необходимо экономически обосновать все инженерные решения.

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Тема научно-исследовательской работы – разработка устройства бесконтактной дезинфекции для рук. Данное устройство предназначено для дезинфекции рук в местах большого скопления людей, таких как: супермаркеты, кинотеатры, спортивные залы, вокзалы и аэропорты и т.д. Данное устройство должно пройти этапы проектирования, сборки, настройки и тестирования. После чего необходимо подготовить техническую документацию на данное устройство.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, пример которой приведен в таблице 5.1. В качестве конкурирующих разработок были выбраны: бесконтактный автомат для дезинфекции рук HANDI, обозначенный в карте как Б_{К1}, а также бесконтактный дезинфектор для рук NEXT UNO, обозначенный в карте как Б_{К2}. Данные устройства находятся в одинаковом ценовом диапазоне, а также на данный момент являются одними из лучших представителей автоматов защиты на рынке.

Таблица 5.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

| Факторные признаки | Вес критерия | Баллы | | | Конкурентоспособность | | |
|--|--------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
| | | Б _Ф | Б _{К1} | Б _{К2} | К _Ф | К _{К1} | К _{К2} |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Технические критерии оценки | | | | | | | |
| Безопасность | 0,1 | 5 | 4 | 5 | 0,5 | 0,4 | 0,5 |
| Надежность | 0,05 | 4 | 5 | 4 | 0,2 | 0,25 | 0,2 |
| Эффективность дезинфекции | 0,1 | 5 | 4 | 4 | 0,5 | 0,4 | 0,4 |
| Время работы | 0,05 | 4 | 5 | 4 | 0,2 | 0,25 | 0,2 |
| Простота эксплуатации | 0,01 | 5 | 3 | 4 | 0,05 | 0,03 | 0,04 |
| Применение в жилых помещениях | 0,01 | 4 | 3 | 3 | 0,04 | 0,03 | 0,03 |
| Экономические критерии оценки | | | | | | | |
| Цена | 0,1 | 5 | 3 | 4 | 0,5 | 0,3 | 0,4 |
| Возможность модернизации продукта после выхода | 0,01 | 4 | 4 | 4 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| Предполагаемый срок эксплуатации | 0,03 | 5 | 3 | 3 | 0,15 | 0,09 | 0,09 |
| Конкурентоспособность продукта | 0,03 | 5 | 4 | 4 | 0,15 | 0,12 | 0,12 |
| Уровень проникновения на рынок | 0,02 | 4 | 4 | 4 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| Итого | 0,51 | 50 | 43 | 42 | 2,41 | 1,99 | 2,1 |

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле

5.1:

$$K = \sum V_i * B_i, \quad (5.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Таким образом, конкурентоспособность разработки составила 2,41, в то время как конкурентоспособность аналогов получилась 1,99 и 2,1 соответственно. Результаты анализа конкурентных технических решений показывают, что данная научно-исследовательская разработка является довольно конкурентоспособной и имеет преимущества по таким показателям, как предполагаемый срок эксплуатации и цена.

5.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

а) Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:

- влияние нового продукта на результаты деятельности компании;
- перспективность рынка;
- пригодность для продажи;
- перспективы конструирования и производства;
- финансовая эффективность;
- правовая защищенность.

б) Показатели оценки качества разработки:

- динамический диапазон;
- вес;
- ремонтпригодность;
- энергоэффективность;
- долговечность;
- эргономичность;
- унифицированность;

- уровень материалоемкости разработки.

С помощью анализа конкурентных технических решений можно выявить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. Проведем данный анализ с помощью оценочной карты, представленной в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

| Критерии оценки | Вес критерия | Баллы | Макс. балл | Относит. значение | Сред. значение |
|---|--------------|-------|------------|-------------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Показатели оценки качества разработки | | | | | |
| Время работы | 0,05 | 75 | 100 | 0,75 | 3,75 |
| Надежность | 0,05 | 90 | 100 | 0,9 | 4,5 |
| Безопасность | 0,1 | 85 | 100 | 0,85 | 8,5 |
| Уровень шума | 0,01 | 80 | 100 | 0,8 | 0,8 |
| Простота эксплуатации | 0,03 | 75 | 100 | 0,75 | 2,25 |
| Ремонтопригодность | 0,05 | 80 | 100 | 0,8 | 4 |
| Показатели оценки коммерческого потенциала разработки | | | | | |
| Конкурентоспособность продукта | 0,03 | 80 | 100 | 0,8 | 2,4 |
| Уровень проникновения на рынок | 0,02 | 65 | 100 | 0,65 | 1,3 |
| Цена | 0,1 | 90 | 100 | 0,9 | 9 |
| Предполагаемый срок эксплуатации | 0,05 | 90 | 100 | 0,9 | 4,5 |
| Итого | 0,49 | | | | 41 |

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле 5.2:

$$P_{cp} = \sum B_i * B_i, \quad (5.2)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Показатель $P_{cp} = 41$ говорит о том, что разработка считается перспективной и следует развивать ее.

5.1.4 SWOT – анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов. Первый этап помогает выявить сильные и слабые стороны проекта, также возможности и угрозы.

Таблица 5.3 – SWOT-анализ

| | | |
|---|---|--|
| | <p>Сильные стороны:</p> <p>С1. Эффективная дезинфекция с двух сторон;</p> <p>С2. Эргономика. Устройство легкое и компактное;</p> <p>С3. Низкая стоимость;</p> <p>С4. Высокая надежность</p> | <p>Слабые стороны:</p> <p>Сл1. Долгое время обработки;</p> <p>Сл2. Возможны ложные срабатывания устройства.</p> |
| <p>Возможности:</p> <p>В1. Небольшая конкуренция внутри страны;</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт;</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p> | <p>Небольшая конкуренция внутри страны позволит ускорить выход на рынок и занять большую долю отечественного рынка.</p> <p>Появление дополнительного спроса на продукт возможно благодаря использованию доступных технических средств разработки.</p> | <p>Привлечение новых потребителей и заказчиков позволит ускорить выход на рынок.</p> <p>Повышение квалификации персонала позволит увеличить темп работы над проектами.</p> |
| <p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на устройство;</p> <p>У2. Повышение стоимости компонентной базы;</p> <p>У3. Несвоевременное финансирование проекта.</p> | <p>Снизить конкуренцию за счет простоты и удобства использования продукции.</p> | <p>Отсутствие спроса на новые технологии и нехватка финансирования может замедлить срок выхода на рынок и понизить квалификацию персонала.</p> |

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень

необходимости проведения стратегических изменений. Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Интерактивная матрица проекта

| | | Сильные стороны | | | Слабые стороны | | |
|------------------------|----|-----------------|----|----|----------------|-----|-----|
| | | C1 | C2 | C3 | C4 | Сл1 | Сл2 |
| Возможности проекта | B1 | + | – | – | + | + | – |
| | B2 | – | + | + | + | + | – |
| | B3 | + | – | – | + | 0 | – |
| Угрозы проекта | У1 | + | – | – | + | 0 | + |
| | У2 | + | – | – | – | + | + |
| | У3 | – | – | – | + | 0 | + |

Таким образом, сильные стороны проекта позволяют ускорить выход на отечественный рынок, а также, благодаря функциональным особенностям, увеличить спрос на данный продукт. Однако, разрабатываемое устройство уязвимо перед повышением стоимости компонентной базы и низким уровнем финансирования.

5.2 Планирование научно-исследовательских работ

5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

При создании нового продукта предприятию необходимо правильно планировать сроки выполнения отдельных этапов работ, учитывать расходы на материалы, зарплату. А также оценивать наиболее правильный вариант изготовления рабочего продукта. В первую очередь определяется полный перечень проводимых работ, а также продолжительность на каждом этапе. В результате планирования формируется график реализации проекта. Для построения работ необходимо соотнести соответствующие работы каждому исполнителю. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлен в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные этапы | № раб | Содержание работ | Должность исполнителя |
|--|-------|---|-------------------------------|
| Разработка технического задания | 1 | Составление и утверждение темы проекта | Студент, научный руководитель |
| | 2 | Постановка целей и задач, определение технических задания | Студент, научный руководитель |
| Выбор направления исследования | 3 | Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта | Студент |
| | 4 | Подбор литературы по теме работы | Студент, научный руководитель |
| | 5 | Изучение материалов и анализ существующих разработок | Студент, научный руководитель |
| Проектирование и разработка устройства | 6 | Разработка принципиальной и структурной схем | Студент |
| | 7 | Разработка 3D-модели устройства | Студент, научный руководитель |
| | 8 | Подбор компонентов | Студент |
| | 9 | Написание программного кода устройства | Студент |
| | 10 | Изготовление корпуса устройства | Студент |
| | 11 | Монтаж компонентов | Студент, научный руководитель |
| | 12 | Анализ полученных результатов | Студент, научный руководитель |
| Обобщение и оценка результатов | 13 | Оценка эффективности полученных результатов | Студент, научный руководитель |
| | 14 | Составление пояснительной записки | Студент |

5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Одним из важных этапов в научном исследовании является определение трудоемкости работ каждого участника, т.к. трудовые затраты образуют основную часть стоимости разработки. Трудоемкость выполнения работ оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный

характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется формула 5.3:

$$t_{ож\ i} = \frac{3*t_{min\ i} + 2*t_{max\ i}}{5}, \quad (5.3)$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} (формула 5.4), учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i}, \quad (5.4)$$

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

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

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

5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным отображением графика проведения научного исследования является построение ленточного графика в форме диаграммы Ганта. Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Необходимо длительность каждого из этапов работ из рабочих дней перевести в календарные дни при помощи формулы 5.5:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{кал}, \quad (5.5)$$

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

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

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле 5.6:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (5.6)$$

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

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

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

Согласно данным производственного и налогового календаря на 2022 год, количество календарных дней составляет 365 дней, количество рабочих дней составляет 247 дней, количество выходных и праздничных – 118 дней.

$$k_{кал} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48.$$

Все полученные значения приведены в таблице Л (Приложение Л). По результатам таблицы Л построен календарный план-график, представленный в таблице Л (Приложение Л). График построен для максимального по длительности исполнения работы в рамках научно-исследовательской работы с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени написания ВКР. Работы на графике выделены различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

5.2.4 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ необходимо обеспечить полное и верное отражение различных видов расходов, связанных с его выполнением.

5.2.4.1 Расчет материальных затрат исследования

Расчет материальных затрат осуществляется по формуле 5.7:

$$Z_m = (1 + k_T) * \sum_{i=1}^m C_i * N_{расxi}, \quad (5.7)$$

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

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

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, принимается в пределах (15–25) % от стоимости материалов.

Значения цен на материальные ресурсы были установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями изготовителями (либо организациями-поставщиками). Материальные затраты представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Материальные затраты

| Наименование | Количество | | Цена за ед., руб. | Затраты на материалы, (З _м), руб. | |
|--------------------------|------------|--------|-------------------|---|--------|
| | Исп. 1 | Исп. 2 | | Исп. 1 | Исп. 2 |
| Микроконтроллер STM32 | 1 | 1 | 7000 | 7000 | 7000 |
| Насос | 1 | 1 | 300 | 300 | 300 |
| Драйвер насоса | 0 | 1 | 420 | 0 | 420 |
| Распылители | 2 | 4 | 230 | 460 | 920 |
| ИК-передатчик | 2 | 2 | 120 | 240 | 240 |
| Модуль ИК-приемника | 2 | 2 | 270 | 540 | 540 |
| Желтый светодиод | 0 | 1 | 12 | 0 | 12 |
| Зеленый светодиод | 0 | 1 | 23 | 0 | 23 |
| АС-DC преобразователи | 1 | 1 | 1000 | 1000 | 1000 |
| Пластик | 0 | 2 | 550 | 0 | 1100 |
| Дезинфицирующая жидкость | 1 | 1 | 600 | 600 | 600 |
| Итого | | | | 10140 | 12155 |

Под Исп.1 и Исп.2 подразумеваются различные технические решения. Такие как, например, использование одной либо двух пар распылителей. Эти отличия не влияют на коммерческий потенциал или качество разработки.

5.2.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Все расчеты по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

| Наименование оборудования | Количество единиц оборудования | Цена единицы оборудования, руб. | Амортизационные отчисления за время использования оборудования, руб. |
|---------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|
| 3D принтер | 1 | 5300 | 417 |
| Компьютер | 1 | 70000 | 5250 |
| Итого | 2 | | 10616,25 |

Так как компьютер, используемый при выполнении работы, был в наличии, то он учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений.

5.2.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Расчет основной заработной плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату по формуле 5.8:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (5.8)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата ((12–20) % от $Z_{осн}$).

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (ассистента) рассчитывается по формуле 5.9:

$$Z_{осн} = Z_{дн} + T_p, \quad (5.9)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле 5.10:

$$Z_{дн} = \frac{Z_M * M}{F_d}, \quad (5.10)$$

где Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года.

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 5.8 – Баланс рабочего времени

| Показатели рабочего времени | Руководитель | Студент |
|-----------------------------|--------------|---------|
| Календарное число дней | 365 | 365 |
| Количество нерабочих дней: | | |
| - выходные дни | 92 | 92 |
| - праздничные дни | 26 | 26 |
| Потери рабочего времени: | | |
| - отпуск | 48 | 48 |
| - невыход по болезни | 5 | 5 |
| Действительный годовой фонд | 195 | 195 |

Месячный должностной оклад работника вычисляется по формуле 5.11:

$$Z_M = Z_{TC} * (1 + k_{пр} + k_d) * k_p, \quad (5.11)$$

где Z_{TC} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент равный 0,3 (т.е. 30 % от Z_{TC});

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

k_p – районный коэффициент, равный 1,25 (для Томска).

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Расчет основной заработной платы

| Исполнители | Разряд | Z_{TC} , руб | $k_{пр}$ | k_d | k_p | Z_M , руб | $Z_{дн}$, руб | T_p , руб | $Z_{осн}$, руб |
|------------------------|--------|----------------|----------|-------|-------|-------------|----------------|-------------|-----------------|
| Руководитель | к.т.н | 15000 | 0,3 | 0,2 | 1,3 | 31200 | 1664 | 48 | 79872 |
| Студент | – | 15000 | 0,3 | 0,2 | 1,3 | 31200 | 1664 | 176 | 292864 |
| Исп. 1 Итого $Z_{осн}$ | | | | | | | | | 372736 |
| Руководитель | к.т.н | 15000 | 0,3 | 0,2 | 1,3 | 31200 | 1664 | 44 | 73216 |
| Студент | – | 15000 | 0,3 | 0,2 | 1,3 | 31200 | 1664 | 158 | 262912 |
| Исп. 2 Итого $Z_{осн}$ | | | | | | | | | 336128 |

5.2.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при

предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.). Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле 5.11:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}}, \quad (5.11)$$

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

Таблица 5.10 – Расчет дополнительной заработной платы

| Исп. | Исполнитель | Основная заработная плата, руб | $k_{\text{доп}}$ | Дополнительная заработная плата, руб |
|------|------------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------------|
| 1 | Руководитель | 79872 | 0,12 | 9584,64 |
| | Студент | 292864 | 0,12 | 35143,68 |
| | Итого $Z_{\text{доп}}$ | 44728,32 | | |
| 2 | Руководитель | 73216 | 0,12 | 8785,92 |
| | Студент | 262912 | 0,12 | 31549,44 |
| | Итого $Z_{\text{доп}}$ | 40335,36 | | |

5.2.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды

В данном разделе рассчитаны отчисления во внебюджетные фонды. Согласно законодательству РФ, они являются обязательными, а именно отчисления органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС). Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы 5.12:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (5.12)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 5.11.

Таблица 5.11 – Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнитель | Основная заработная плата, руб. | | Дополнительная заработная плата, руб. | |
|-------------------------|------------------------------------|--------|--|----------|
| | Исп. 1 | Исп. 2 | Исп. 1 | Исп. 2 |
| Научный руководитель | 79872 | 73216 | 9584,64 | 8785,92 |
| Студент | 292864 | 262912 | 35143,68 | 31549,44 |
| <i>k_{внеб}</i> | 0,3 | | | |
| Итого | Исп. 1 | | Исп. 2 | |
| | 125239,3 | | 112939 | |

5.2.4.6 Расчет затрат на научные и производственные командировки

Научные и производственные командировки не планируются проводиться на данном этапе работ.

5.2.4.7 Контрагентные расходы

Контрагентные расходы, связанные с выполнением каких-либо работ в рамках исследования сторонними организациями, не потребуются.

5.2.4.8 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовый и телеграфный расходы и т.д. Их величина определяется по формуле 5.13:

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} * (\text{сумма статей}), \quad (5.13)$$

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

При величине коэффициента накладных расходов в размере 16%, накладные расходы составят:

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}} &= (6342 + 25000 + 140224,6 + 16826,9 + 42560,9) * 0,16 = \\ &= 36953 \text{ руб.} \end{aligned}$$

5.2.4.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 5.12.

Таблица 5.12 – Расчет бюджета затрат НТИ

| Наименование статьи | Сумма, руб | | Примечание |
|---|------------|-----------|---------------|
| | Исп. 1 | Исп. 2 | |
| 1. Материальные затраты НТИ | 10140 | 12155 | Таблица 5.6 |
| 2. Затраты на специальное оборудование для научных работ | 10616,25 | 10616,25 | Таблица 5.7 |
| 3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы | 372736 | 336128 | Таблица 5.9 |
| 4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы | 44728,32 | 40335,36 | Таблица 5.10 |
| 5. Отчисления во внебюджетные фонды | 125239,3 | 112939 | Таблица 5.11 |
| 6. Накладные расходы | 36953 | 36953 | Пункт 5.2.4.8 |
| 7. Бюджет затрат НТИ | 600232,87 | 549126,61 | Сумма ст. 1–6 |

Как говорилось выше, под Исп.1 и Исп.2 подразумеваются различные варианты технических решений. Таким образом, в первом исполнении предусмотрено использование двух распылителей, а во втором – четырех. Все эти отличия не влияют на коммерческий потенциал или качество разработки.

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат двух (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения. Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле 5.14:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (5.14)$$

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

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

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

Максимальная стоимость исполнения составляет 600232,87 руб., следовательно, интегральный финансовый показатель разработки для первого и второго исполнения составляет:

$$I_{\text{финр } 1}^{\text{исп. } i} = \frac{600232,87}{600232,87} = 1$$
$$I_{\text{финр } 2}^{\text{исп. } i} = \frac{549126,61}{600232,87} = 0,91$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля). Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим по формуле 5.15:

$$I_{pi} = \sum a_i * b_i, \quad (5.15)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Расчет показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 5.13.

Таблица 5.13 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

| Критерии \ Объект исследования | Весовой коэффициент параметра | Исп. 1 | Исп. 2 |
|--------------------------------|-------------------------------|--------|--------|
| 1. Ударопрочность | 0,3 | 5 | 4 |
| 2. Удобство в эксплуатации | 0,1 | 5 | 5 |
| 3. Помехозащищённость | 0,15 | 4 | 4 |
| 4. Энергоэффективность | 0,2 | 5 | 4 |
| 5. Надежность | 0,25 | 5 | 4 |
| Итого | 1 | 24 | 21 |

Таким образом, показатель ресурсоэффективности равен:

$$I_{p-исп1} = 5 * 0,3 + 5 * 0,1 + 4 * 0,15 + 5 * 0,2 + 5 * 0,25 + 5 * 0,15 = 4,6$$

$$I_{p-исп2} = 4 * 0,3 + 4 * 0,1 + 4 * 0,15 + 5 * 0,2 + 5 * 0,25 + 5 * 0,15 = 4,1$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп.1}}{I_{финр}} = \frac{4,6}{1} = 4,6.$$

$$I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп.2}}{I_{финр}} = \frac{4,1}{0,91} = 4,5.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле 5.16:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}, \quad (5.16)$$

Тогда для 1 и 2 исполнений сравнительная эффективность равна:

$$\mathcal{E}_{ср 1} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} = \frac{4,6}{4,5} = 1,02.$$

$$\mathcal{E}_{ср 2} = \frac{I_{исп.2}}{I_{исп.1}} = \frac{4,5}{4,6} = 0,97.$$

Сравнение эффективности разработок представлено в таблице 5.14.

Таблица 5.14 – Сравнительная эффективность разработки

| № п/п | Показатели | Исп. 1 | Исп. 2 |
|-------|---|--------|--------|
| 1 | Интегральный финансовый показатель разработки | 1 | 0,91 |
| 2 | Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки | 4,6 | 4,5 |
| 3 | Интегральный показатель эффективности | 4,6 | 4,1 |
| 4 | Сравнительная эффективность вариантов исполнения | 1,02 | 0,97 |

В ходе работы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был проведен сравнительный анализ двух вариантов исполнения научно-исследовательской работы. Бюджет первого исполнения составил 595912,87 руб., а второго – 542531,61 руб. Исходя из сравнительной оценки эффективности и полученных результатов, можно сделать вывод, что наиболее оптимальным вариантом исполнения научно-исследовательской работы является 2 вариант.

6 Социальная ответственность

В работе исследуется и разрабатывается устройство бесконтактной дезинфекции для рук. В процессе разработки предполагается работа за ПК, работа с оборудованием для пайки, печать на 3D-принтере. Исходя из этого, что необходимо организовать рабочее место в соответствии с нормами.

В данном разделе ВКР будут рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники безопасности и производственной безопасности. Возможные вредные и опасные факторы для организма человека, средства коллективной защиты (СКЗ) и средства индивидуальной защиты (СИЗ) от них. Так же описаны возможные чрезвычайные ситуации (ЧС) при работе и описаны способы уменьшения таких факторов, а также действия при ликвидации, возникшей ЧС.

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Правовые нормы трудового законодательства РФ регулируют отношения между работником и работодателем: трудовые отношения, трудоустройство работников, организацию труда, организацию подготовки и повышения квалификации; осуществление контроля над соблюдением законодательства и так далее.

Согласно ст. 91 ТК РФ нормальная продолжительность рабочего времени составляет 40 часов в неделю. При этом режим рабочего времени должен предусматривать следующие аспекты:

- продолжительность рабочей недели (пятидневная, шестидневная, рабочая неделя со скользящим графиком, неполная рабочая неделя);
- время начала и окончания работы;
- время перерывов в работе;
- число смен в сутки;
- чередование рабочих и нерабочих дней.

Согласно ст. 219 ТК РФ работники, которые трудятся во вредных условиях, должны работать максимум 36 часов в неделю, получать надбавку к окладу и дополнительный отпуск не менее недели, которым можно воспользоваться каждый год. Еще такие работники имеют право на льготную пенсию. Льготы назначают в зависимости от условий и степени вредности труда. В повышенном размере оплачивается также труд работников, занятых на работах в местностях с особыми климатическими условиями.

Нарушение норм ТК РФ влечёт санкции. Руководитель или работник может быть привлечён к уголовной, административной ответственности, а также дисциплинарному взысканию. Размер штрафов зависит от нарушений, прочих факторов. В случае серьёзных происшествий возможно заключение под стражу с отбыванием наказания в колониях [22].

6.2 Производственная безопасность

Рассмотрим вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при работе с устройством. Для выбора факторов используется ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [23].

Таблица 6.1 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке устройства дезинфекции

| № | Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015) | Нормативные документы |
|---|---|--|
| 1 | Факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами. | СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» |
| 2 | Факторы, связанные с электростатическими полями. | ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования. |

Продолжение таблицы 6.1

| | | |
|---|---|--|
| 3 | Отсутствие или недостаток необходимого естественного или искусственного освещения. | СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение. |
| 4 | Умственное перенапряжение. | Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) |
| 5 | Выделение вредных веществ при пайке Факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека; | ТИ Р М-075-2003 Межотраслевая типовая инструкция по охране труда для работников, занятых пайкой и лужением изделий паяльником. |
| 6 | Факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий | ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. |
| 8 | Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристике шума. | ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности |
| 9 | Вибрации | ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001) Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования |

6.2.1 Факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами

Для создания условий работы, соответствующих физиологическим потребностям организма, санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения.

Рабочая зона ограничивается высотой 2,2 м над уровнем пола, где находится рабочее место. При этом нормируются: температура, относительная влажность и скорость движения воздуха. Категории работ разграничиваются на основе интенсивности затрат энергии организма в ваттах.

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования. Микроклимат помещения соответствует оптимальным показателям на рабочих местах производственных помещений установленным согласно СанПиН 1.2.3685-21, а именно:

- Температура воздуха: 20 – 22°C;
- Температура поверхностей: 19 – 23°C;
- Относительная влажность воздуха: 60 – 40 %;
- Скорость движения воздуха: 0,2 м/с [24].

6.2.2 Факторы, связанные с электростатическими полями.

Основными источниками электростатических излучений в производственных помещениях, являются компьютеры и мобильные устройства, сеть, электропроводки, системные блоки, блоки питания.

Средства защиты работающих по ГОСТ 12.4.011-89 делятся на средства коллективной защиты и средства индивидуальной защиты. На рабочем месте применяются следующие СКЗ от статического электричества:

- Заземляющие устройства;
- Увлажняющие устройства;
- Экранирующие устройства.

А также применяются СИЗ:

- Специальная антиэлектростатическая одежда;
- Средства защиты рук антиэлектростатические [25].

6.2.3 Отсутствие или недостаток необходимого естественного или искусственного освещения

Помещения должны иметь естественное и искусственное освещение. Искусственное освещение должно обеспечивать в помещении освещенность, позволяющую выполнять операции, наладку оборудования без производственных дефектов и травматизма. Недостаточная освещенность является вредным фактором при выполнении сборочных и исследовательских

работ, требующих особую точность. При работе в таких условиях сначала происходит перенапряжение глаз, которое впоследствии может вызвать ухудшение зрения. В этом случае требуется дополнение рабочего места источниками света, в частности настольных ламп.

Освещение в недостаточной степени может привести к напряжению зрения, ослаблению внимания и преждевременной утомленности. Слепление, резь в глазах и раздражение могут быть вызваны чрезмерно ярким освещением. Свет на рабочем месте может создать сильные тени или отблески, а также дезориентировать работающего. Основным документом, регламентирующим нормы освещенности, является СНиП 23-05-95*.

При работе с ПК освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300–500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещение рабочей поверхности от систем общего освещения должна составлять не менее 200 лк при газоразрядных лампах и 100 лк при лампах накаливания.

Для местного освещения рабочих мест следует использовать светильники с непросвечивающими отражателями. Светильники должны располагаться так, чтобы их светящие элементы не попадали в поле зрения работающих на освещаемом рабочем месте и на других рабочих местах.

Рабочее место соответствует необходимым требованиям [26].

6.2.4 Выделение вредных веществ при пайке

Источником данного фактора на рабочем месте является процесс пайки, который сопровождается загрязнением воздушной среды свинцом как непосредственно при пайке, так и когда паяльники находятся в рабочем состоянии. В лаборатории, согласно ТИ Р М-075-2003, применяются следующие меры защиты:

а) эксплуатация или ввод в эксплуатацию участков пайки, не оборудованных вентиляцией – запрещено.

б) вентиляционные установки включаются до начала работ и выключаются после их окончания. Работа вентиляционной установки контролируется с помощью специальной сигнализации.

в) рабочие места оборудованы местными вытяжными устройствами, обеспечивающими скорость движения воздуха непосредственно на месте пайки не менее 0,6 м/с, независимо от конструкции воздухоприемников.

г) все вентиляционные установки, обслуживающие участки, на которых производится пайка, имеют паспорта с указанием скорости воздуха на месте пайки – 0,6 м/с.

д) для предупреждения работников о возможности поражения электрическим током на участках пайки паяльником должны быть вывешены предупредительные надписи, плакаты и знаки безопасности, а на полу положены деревянные решетки, покрытые диэлектрическими ковриками.

е) к выполнению работ по пайке паяльником допускаются работники в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие обучение, инструктаж и проверку знаний по охране труда, освоившие безопасные методы и приемы выполнения работ, методы и приемы правильного обращения с приспособлениями, инструментами и грузами.

ж) работники, выполняющие пайку паяльником, должны иметь II группу по электробезопасности [27].

6.2.5 Факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека;

Согласно ТИ Р М-075-2003 при пайке паяльником на работника могут воздействовать опасные и вредные производственные факторы:

- повышенная температура поверхности изделия, оборудования, инструмента и расплавов припоев;
- повышенная температура воздуха рабочей зоны;
- брызги припоев и флюсов

Для минимизации данных факторов предъявлены следующие требования и инструкции:

К выполнению работ по пайке паяльником допускаются работники в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие обучение, инструктаж и проверку знаний по охране труда, освоившие безопасные методы и приемы выполнения работ, методы и приемы правильного обращения с приспособлениями, инструментами и грузами.

Работники, выполняющие пайку паяльником, должны иметь II группу по электробезопасности.

В случае возникновения в процессе пайки паяльником каких-либо вопросов, связанных с ее безопасным выполнением, работник должен обратиться к своему непосредственному или вышестоящему руководителю.

Работники, занятые пайкой, должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты, такими как защитные очки и перчатки.

Приступать к огненным работам разрешается только после согласования их с пожарной охраной (ДПД) и выполнения мероприятий, предусмотренных в разрешении на проведение огневых работ [27].

6.2.6 Факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий

Данный фактор относится к опасным факторам, так как он может принести тяжкий вред здоровью человека. Работа устройства осуществляется посредством питания однофазного электрического тока напряжением 220 В. Источниками возникновения фактора являются:

- а) прикосновение к токоведущим частям электроустановки, находящейся под напряжением;
- б) прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящимся под напряжением;
- в) ошибочное включение электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала.

Для предотвращения поражения электрическим током в лаборатории, оборудование оснащено защитным заземлением, занулением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации.

Для предупреждения электротравматизма необходимо проводить соответствующие организационные и технические мероприятия:

- Оформление работы нарядом или устным распоряжением;
- Проведение инструктажей и допуск к работе;
- Надзор во время работы [28].

6.2.7 Умственное перенапряжение

Работа за ПК требует высокой концентрации, вызывает напряжение. При работе за ПК разработчик находится в сидячем положении, что негативно сказывается на состоянии здоровья. Также разработчик выполняет умственную работу, что влияет на функции нервной системы, влияет на зрение, слух и психическое здоровье человека.

Для снижения психофизических факторов назначены короткие дополнительные перерывы для отдыха работника в удобное для него время. Помимо этого, введен перерыв на спортивную гимнастику и коммуникацию рабочего коллектива, в целях сплочения коллектива и снижения умственного перенапряжения.

6.2.8 Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума ограничен ГОСТ 12.1.003-2014. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 50 дБА. При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть следующие средства защиты:

- Устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- Изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения (плиты из базальтового

волокна, плиты из древесноволокнистых листов, пространство между которыми заполнено кварцевым песком и другие);

- Применение спецодежды, специальная обувь и защитных средств органов слуха: наушники, беруши.

При разработке устройства превышение ПДУ шума отсутствует [29].

6.2.9 Вибрация

Допустимый уровень вибрации в жилых и общественных зданиях – уровень фактора, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к вибрационному воздействию. По способу передачи на человека различают:

- общую вибрацию, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека;

- локальную вибрацию, передающуюся через руки человека.

Нужно учитывать, что колебательные процессы присущи живому организму. Внутренние органы можно рассматривать как колебательные системы с упругими связями. Их собственные частоты лежат в диапазоне 3–6 Гц. При воздействии на человека внешних колебаний таких частот происходит возникновение резонансных явлений во внутренних органах, способных вызвать травмы, разрыв артерий, летальный исход.

Собственные частоты колебаний тела в положении лежа составляют 3–6 Гц, стоя – 5–12 Гц, грудной клетки – 5–8 Гц. Воздействие на человека вибраций таких частот угнетает центральную нервную систему, вызывая чувство тревоги и страха. Воздействие производственной вибрации на человека вызывает изменения физиологического и функционального характера.

При разработке устройства используются паяльные установки, предполагающие использование вентиляции, поэтому присутствует вибрация, находящаяся в пределах допустимой нормы [30].

6.3 Экологическая безопасность

В данном разделе необходимо выбрать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения и прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности с точки зрения биосферных процессов

При разработке устройства бесконтактной дезинфекции оказывается влияние на литосферу, гидросферу и атмосферу. Влияние на селитебную зону не происходит.

6.3.1 Влияние на атмосферу

В ходе ВКР разрабатывается устройство, которое состоит из множества электронных компонентов. Электрические соединения выполняются преимущественно оловянно-свинцовым припоем. Свинец является одним из токсичных металлов и включен в списки приоритетных загрязнителей атмосферы. Поэтому в последние годы человечество отказывается от свинцовых припоев и покрытий, что ведет к изменению технологии пайки и инфраструктуре сборочных средств. В целях уменьшения влияния на атмосферу можно использовать устройства для очистки технологических выбросов в атмосферу. Таким устройством может быть циклон.

6.3.2 Влияние на литосферу и гидросферу

Воздействие на литосферу и гидросферу происходит из-за отходов в процессе производства. К ним относятся: отходы при 3D печати, отходы люминесцентных ламп освещения, отходы компонентов устройства вышедших из строя, утилизация компонентов эксплуатации, утилизация макулатуры, отходы после промывки оборудования, отходы дезинфицирующего средства, биологические отходы, отходы жизнедеятельности.

Услуги по утилизации предоставляются на основании КОГСУ (Классификация операций сектора государственного управления) и ОКПД 90.02.140149 (Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности).

Бумага утилизируется минимум в шесть этапов на специальных перерабатывающих заводах:

1. Сбор и сортировка;
2. Очистка от легких примесей, изготовление пульпы;
3. Фильтрация от тяжелых примесей;
4. Вторичный роспуск волокна, его доочистка;
5. Окончательная чистка;
6. Прокат бумажной массы через валы, обсушка, скручивание в рулон.

Картриджи и офисная техника относятся к твердым бытовым отходам III-IV класса опасности. Для правильной утилизации их необходимо сдать в утилизирующую компанию, которая должна иметь соответствующую государственную лицензию, оплатить их услуги и получить акт утилизации [31].

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

ЧС делятся на природные и техногенные. Природные ЧС связаны с катастрофами, стихийными бедствиями и многими другими природными явлениями. Возможным из природных ЧС на производстве, природные катастрофы, геологические воздействия и техногенные аварии.

Наиболее вероятной техногенной ЧС в помещении является пожар. По степени пожароопасности помещение относится к классу II-IIIa. Возможная причина возникновения пожара – короткое замыкание. Для защиты при возникновении короткого замыкания существуют различные устройства:

- автоматические выключатели;
- устройства защитного отключения;
- плавкие предохранители;
- «пробки»;
- самовосстанавливающиеся предохранители.

Меры, которые следует проводить для предотвращения пожара:

- проведение пожарной профилактики;

- установка пожарной сигнализации;
- оснастка аудиторий первичными средствами пожаротушения.

Пожарная профилактика – обучение пожарной технике безопасности, комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

При срабатывании системы пожарной сигнализации необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения (на начальной стадии), обеспечить срочную эвакуацию студентов и сотрудников согласно плану эвакуации, представленному в лаборатории.

Заключение

В данном разделе были изучены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, была рассмотрена безопасность в ЧС, производственная и экологическая безопасность.

Согласно ПУЭ рабочая лаборатория относится к первому классу – помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18–20°C, с влажностью 40–50%). На основе Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок персонал относится к I группе по электробезопасности. В соответствии с СанПиНом 1.2.3685-21 работа за ПК и пайка относятся к легкому классу 1а, так как проводится сидя и не требует физического напряжения. Помещение по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории Д согласно СП 12.13130.2009 [32]. Исходя из критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду разрабатываемое устройство, относится к III категории – с незначительным влиянием.

Заключение

В результате работы разработаны структурная и принципиальная схемы устройства. Разработана 3D-модель устройства бесконтактной дезинфекции для рук. Согласно построенной принципиальной схеме была разработана модель платы и проведена трассировка. В конечном итоге устройство является достаточно простым в реализации, как с финансовой точки зрения, так и с конструкторской.

На данный момент устройство готово к конструированию, для него подобраны необходимые детали и компоненты, произведены все необходимые расчёты, имеется программное обеспечение. Управление устройством производится при помощи микроконтроллера STM32F407. Было предусмотрено табло индикации.

В дальнейшем планируется разработать звуковое сопровождение при работе устройства, счетчик пользователей, а также контроль количества дезинфицирующего средства в устройстве с передачей данных на смартфон.

Список использованных источников

1. ГОСТ Р 58151.1-2018 Средства дезинфицирующие. Общие технические требования. - М.: Стандартинформ, 2018 год.
2. Методы и способы дезинфекции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mikrobio.balakliets.kharkov.ua/contents-5-1-6.html> (дата обращения: 06.10.2021).
3. Types of Disinfectants: How to Make the Best Choice for Your Facility [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nycoproducts.com/resources/blog/types-of-disinfectants-how-to-make-the-best-choice-for-your-facility/> (дата обращения: 16.10.2021).
4. Бесконтактный аппарат для дезинфекции рук ASL-1. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://alltexno.ru/site_files/MED/Инструкция%20ASL-1.pdf (дата обращения: 25.10.2021).
5. Technical Specification of “Contactless Sanitizer Dispenser CSD” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.drdo.gov.in/sites/default/files/whats_new_document/Technical_document_Contactless_Sanitizer_Dispenser.pdf (дата обращения: 25.10.2021).
6. Паспорт. Бесконтактный аппарат для дезинфекции Next uno. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://prodtechno.ru/files/Паспорт_Дезинфектор%20Next%20uno.pdf (дата обращения: 09.10.2021).
7. Патент № 200 294 Российская Федерация, МПК А61L 2/18 U1. Дезинфектор : № 2020116077 : заявл. 24.04.2020 : опубл. 15.10.2020 / Головлёв А. А., Селянин А. С. – 9 с.
8. Datasheet – Arduino Uno [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://static.chipdip.ru/lib/984/DOC000984650.pdf> (Дата обращения: 20.03.2021).

9. Datasheet – STM8S003K3 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://static.chipdip.ru/lib/820/DOC011820898.pdf> (Дата обращения: 20.03.2021).
10. Datasheet – STM32F407VG [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://static.chipdip.ru/lib/485/DOC001485844.pdf> (Дата обращения: 20.03.2022).
11. Datasheet – TSAL6200, ИК-светодиод, [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://static.chipdip.ru/lib/203/DOC011203344.pdf> (Дата обращения: 26.11.2021).
12. Datasheet – TSOP4856, модуль ИК-приемника, [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://static.chipdip.ru/lib/068/DOC012068979.pdf> (Дата обращения: 26.11.2021).
13. Datasheet – BLDC PUMP DC50E [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.blcdpump.com/downloads/BLDC%20PUMP%20DC50E.pdf> (дата обращения: 20.12.2021).
14. Datasheet – IR4426/IR4427/IR4428(S) & (PbF) – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://static.chipdip.ru/lib/223/DOC000223866.pdf> (Дата обращения: 29.04.2022).
15. Datasheet – IRF530 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.vishay.com/docs/91019/irf530.pdf> (Дата обращения: 29.04.2022).
16. Datasheet – MUR120 Series [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://static.chipdip.ru/lib/402/DOC014402996.pdf> (Дата обращения: 02.05.2022).
17. Datasheet – BL-L522UGC [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://static.chipdip.ru/lib/247/DOC000247724.pdf> (Дата обращения: 10.03.2022).
18. Datasheet – GNL-3014UYC [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://static.chipdip.ru/lib/773/DOC002773606.pdf> (Дата обращения: 10.03.2022).
19. Форсунки Danfoss. Техническое описание [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://teplo-energetika.ru/instruktion/danfoss_od1.pdf (дата обращения: 17.12.2021).
20. Datasheet – IRLML0060TRPBF [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<https://www.infineon.com/dgdl/irlml0060pbf.pdf?fileId=5546d462533600a40153566493ef25e6> (Дата обращения: 25.04.2022).

21. Большаков В.П. 3D-моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex. / В.П. Большаков, А.Л. Бочков, А.А. Сергеев. –СПб.: Питер, 2011. – 336 с.

22. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022).

23. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

24. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.

25. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

26. СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение.

27. ТИ Р М-075-2003 Межотраслевая типовая инструкция по охране труда для работников, занятых пайкой и лужением изделий паяльником.

28. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

29. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.

30. ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001) Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования.

31. ОКПД 90.02.14.149. Услуги по обезвреживанию и транспортированию прочих опасных отходов, не включенных в другие группировки.

32. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

33. Разработка и оформление конструкторской документации радиоэлектронной аппаратуры: Справочник / Э. Т. Романычева, А. К. Иванова, А. С. Куликов и др.; – М.: Радио и связь, 1989. — 448 с.

34. Конструирование печатного узла и печатной платы. Расчет надежности: Учебно-методическое пособие / Л. Н. Белянин. – Томск : ТПУ, 2008. – 77 с.

Приложение А
(обязательное)

Алгоритм работы ПО микроконтроллера STM32F407G



Рисунок А.1 – Алгоритм основной программы



Рисунок А.2 – Алгоритм таймера 1 – передатчик

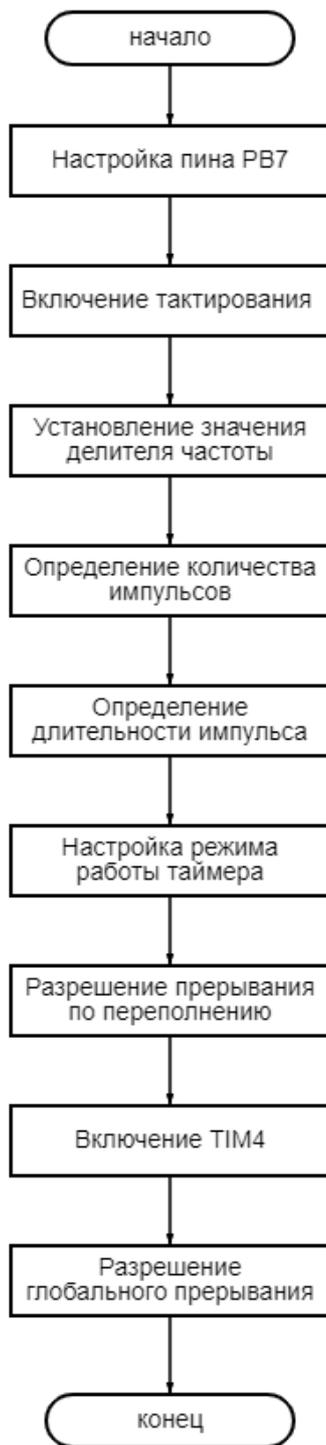


Рисунок А.3 – Алгоритм таймера 2 – приемник

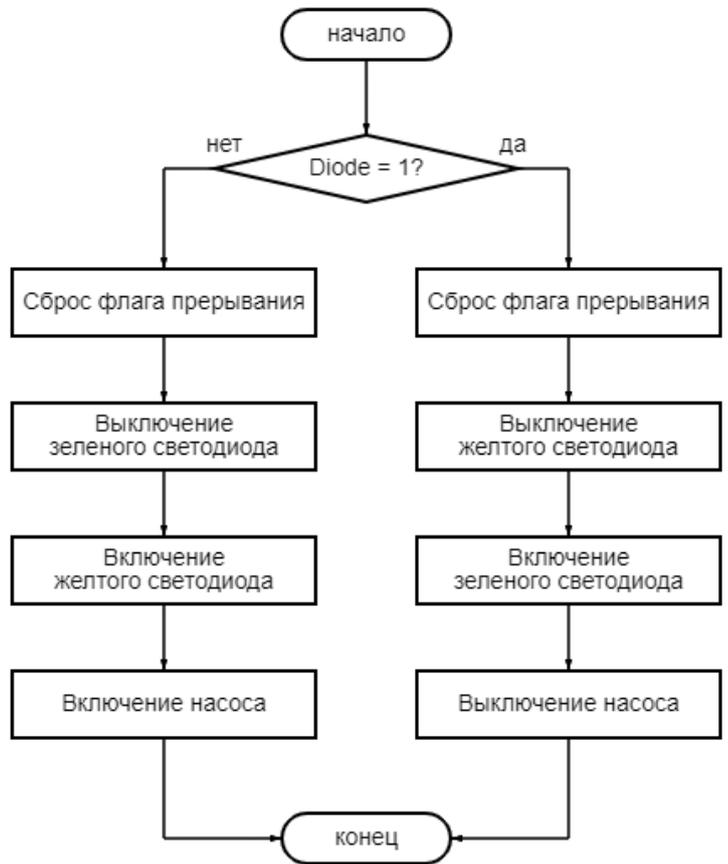


Рисунок А.4 – Алгоритм обработчика ИК-сигналов

Приложение Б
(Рекомендуемое)

Программный код для микроконтроллера STM32F407

```

#include "stm32f4xx.h"
#include "stm32f4xx_rcc.h"
#include "stm32f4xx_gpio.h"
#include "stm32f4xx_exti.h"
#include "misc.h"

void Timer_Init_Transmitter(void);
int Diode;
int c;
int main(void)
{
Timer_Init_Transmitter();
while(1)
{
RCC->CR |= RCC_CR_HSEON;
Timer_Init_Transmitter();
}
}

void Timer_Init_Transmitter(void)
{
RCC_AHB1PeriphClockCmd(RCC_AHB1Periph_GPIOB, ENABLE);
GPIOB->MODER |= GPIO_MODER_MODER6_1;
GPIOB->OSPEEDR |= GPIO_OSPEEDER_OSPEEDR6_1;
GPIOB->AFR[0] |= 0x2000000;

RCC_AHB1PeriphClockCmd(RCC_AHB1Periph_GPIOB, ENABLE);
GPIOB->MODER |= GPIO_MODER_MODER8_1;
GPIOB->OSPEEDR |= GPIO_OSPEEDER_OSPEEDR8_1;
GPIOB->AFR[0] |= 0x2000000;
}

```

```

RCC->APB1ENR |= RCC_APB1ENR_TIM4EN;
TIM4->PSC = 0;
TIM4->ARR = 75;
TIM4->CCR1 = 37;
TIM4->CCMR1 |= TIM_CCMR1_OC1M_1 | TIM_CCMR1_OC1M_2;
TIM4->CCER |= TIM_CCER_CC1E;
TIM4->SMCR &= ~TIM_SMCR_TS;
TIM4->SMCR |= TIM_SMCR_TS_0;
TIM4->SMCR &= ~TIM_SMCR_SMS;
TIM4->SMCR |= TIM_SMCR_SMS_0 | TIM_SMCR_SMS_2;
TIM4->CR1 |= TIM_CR1_CEN;

```

```

RCC->APB1ENR |= RCC_APB1ENR_TIM2EN;
TIM2->PSC = 9;
TIM2->ARR = 840;
TIM2->CCR1 = 75;
TIM2->CCMR1 |= TIM_CCMR1_OC1M_1 | TIM_CCMR1_OC1M_2;
TIM2->CR2 |= TIM_CR2_MMS_2;
TIM2->CR1 |= TIM_CR1_CEN;

```

```

}

```

```

void Timer_Init_Receiver(void)
{
RCC_AHB1PeriphClockCmd(RCC_AHB1Periph_GPIOB, ENABLE);
GPIOB->MODER |= GPIO_MODER_MODER7_1;
GPIOB->OSPEEDR |= GPIO_OSPEEDER_OSPEEDR7_1;
GPIOB->PUPDR |= GPIO_PUPDR_PUPDR7_0;
GPIOB->AFR[0] |= 0x20000000;

```

```

RCC_AHB1PeriphClockCmd(RCC_AHB1Periph_GPIOB, ENABLE);
GPIOB->MODER |= GPIO_MODER_MODER9_1;

```

```

GPIOB->OSPEEDR |= GPIO_OSPEEDER_OSPEEDR9_1;
GPIOB->PUPDR |= GPIO_PUPDR_PUPDR9_0;
GPIOB->AFR[0] |= 0x20000000;

RCC->APB1ENR |= RCC_APB1ENR_TIM4EN;
TIM4->PSC = 9;
TIM4->ARR = 4200;
TIM4->CCR2 = 4200;

TIM4->CCMR1 &= ~TIM_CCMR1_OC2M;
TIM4->CCMR1 &= ~TIM_CCMR1_CC2S;
TIM4->CCER &= ~TIM_CCER_CC2NP;
TIM4->CCER |= TIM_CCER_CC2P;
TIM4->SMCR |= TIM_SMCR_TS_1 | TIM_SMCR_TS_2;
TIM4->SMCR |= TIM_SMCR_SMS_2;
TIM4->DIER |= TIM_DIER_TIE;
TIM4->CR1 |= TIM_CR1_CEN;
NVIC_EnableIRQ(TIM4_IRQn);
}
void TIM4_IRQHandler(void)
{
RCC_APB1PeriphClockCmd(RCC_APB1Periph_TIM4,ENABLE);
TIM4->PSC = 24000 - 1;
TIM4->ARR = 1000;
TIM4->DIER |= TIM_DIER_UIE;
TIM4->CR1 |= TIM_CR1_CEN;
NVIC_EnableIRQ(TIM4_IRQn);

GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStructure;
RCC_AHB1PeriphClockCmd(RCC_AHB1Periph_GPIOD, ENABLE);

```

```

GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_12| GPIO_Pin_13| GPIO_Pin_14;
GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_OUT;
GPIO_Init(GPIOD, &GPIO_InitStructure);
{
TIM4->SR &= ~TIM_SR_UIF; //Сбрасываем флаг прерывания
if (Diode == 0)
{
GPIO_SetBits(GPIOD, GPIO_Pin_12);
GPIO_ResetBits(GPIOD, GPIO_Pin_13);
GPIO_ResetBits(GPIOD, GPIO_Pin_14);
TIM4->DIER |= TIM_DIER_CC2IE;
TIM4->CNT = 0;
Diode = 1;
}
else
{
GPIO_ResetBits(GPIOD, GPIO_Pin_12);
GPIO_SetBits(GPIOD, GPIO_Pin_13);
GPIO_SetBits(GPIOD, GPIO_Pin_14);
TIM4->DIER &= ~TIM_DIER_CC2IE;
TIM4->DIER |= TIM_DIER_TIE;
Diode = 0;
TIM_ClearITPendingBit(TIM4, TIM_IT_Update);
}
}
}

```

Приложение Л
(обязательное)

Временные показатели проведения научного исследования

Таблица Л – Временные показатели проведения научного исследования

| № | Название работ | Трудоемкость работ | | | Исполните ли | Т _р , раб. дн. | Т _к , кал. дн. |
|----|--|----------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|
| | | t _{min} , чел-дн. | t _{max} , чел-дн. | t _{ож} , чел-дн | | | |
| 1 | Составление и утверждение темы проекта | 1 | 2 | 1,4 | Р | 0,7 | 1 |
| | | 1 | 2 | 1,4 | И | 0,7 | 1 |
| 2 | Постановка целей и задач, определение технического задания | 1 | 3 | 1,8 | Р | 0,9 | 2 |
| | | 1 | 3 | 1,8 | И | 0,9 | 2 |
| 3 | Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта | 3 | 5 | 8,2 | И | 3,8 | 8 |
| 4 | Подбор литературы по теме работы | 1 | 2 | 1,4 | Р | 0,7 | 1 |
| | | 1 | 2 | 1,4 | И | 0,7 | 1 |
| 5 | Изучение материалов и анализ существующих разработок | 7 | 10 | 8,2 | И | 8,2 | 12 |
| 6 | Разработка принципиальной и структурной схемы | 2 | 4 | 2,8 | Р | 1,4 | 2 |
| | | 2 | 4 | 2,8 | И | 1,4 | 2 |
| 7 | Разработка 3D-модели устройства | 3 | 5 | 3,8 | Р | 1,9 | 3 |
| | | 3 | 5 | 3,8 | И | 1,9 | 3 |
| 8 | Подбор компонентов | 7 | 10 | 8,2 | И | 8,2 | 12 |
| 9 | Написание программного кода устройства | 10 | 14 | 11,6 | И | 11,6 | 17 |
| 10 | Изготовление корпуса устройства | 2 | 4 | 2,8 | И | 2,8 | 4 |
| 11 | Монтаж компонентов | 4 | 7 | 5,2 | И | 5,2 | 8 |

Продолжение таблицы Л

| | | | | | | | |
|----|---|----|----|-----|---|-----|----|
| 12 | Анализ полученных данных | 3 | 5 | 3,8 | И | 3,8 | 6 |
| 13 | Оценка эффективности полученных результатов | 2 | 4 | 2,8 | Р | 1,4 | 2 |
| | | 2 | 4 | 2,8 | И | 1,4 | 2 |
| 14 | Составление пояснительной записки | 20 | 30 | 24 | И | 24 | 36 |

Приложение М
(обязательное)

Календарный план-график проведения НИОКР

Таблица М – Календарный план-график проведения НИОКР

| № | Вид работ | Исполнители | T _{кп} , кал. дн | Продолжительность выполнения работ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--|-------------------------------|---------------------------|------------------------------------|---|---|---------|---|---|--------|---|---|---------|---|---|--------|---|---|---------|---|---|------|---|---|--------|---|---|-----|---|---|
| | | | | сентябрь | | | октябрь | | | ноябрь | | | декабрь | | | январь | | | февраль | | | март | | | апрель | | | май | | |
| | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Составление и утверждение темы проекта | Студент, Научный руководитель | 3 | █ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Постановка целей и задач, определение тех. задания | Студент, Научный руководитель | 6 | █ | █ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта | Студент | 36 | | █ | █ | █ | █ | █ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Подбор литературы по теме работы | Студент, Научный руководитель | 3 | | | | | | █ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Изучение материалов и анализ существующих разработок | Студент, Научный руководитель | 18 | | | | | | █ | █ | █ | █ | █ | █ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Разработка принципиальной и структурной схемы | Студент | 13 | | | | | | | | | █ | █ | █ | █ | █ | █ | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Разработка 3D модели устройства | Студент, Научный руководитель | 7 | | | | | | | | | █ | █ | █ | █ | █ | █ | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Подбор компонентов | Студент | 24 | | | | | | | | | | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | |
| 9 | Написание программного кода устройства | Студент | 53 | | | | | | | | | | | | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | |
| 10 | Изготовление корпуса устройства | Студент | 39 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Монтаж компонентов | Студент, Научный руководитель | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Анализ полученных результатов | Студент, Научный руководитель | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Оценка эффективности полученных результатов | Студент, Научный руководитель | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Составление пояснительной записки | Студент | 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |