



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

Школа	<u>Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности</u>
Направление подготовки	<u>15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств</u>
ООП/ОПОП	<u>Автоматизация сварочных процессов и производств</u>
Специализация	<u>Автоматизация сварочных процессов и производств</u>
Отделение	<u>электронной инженерии</u>

### **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА**

Тема работы
Разработка модуля обмена данными со статическим запоминающим устройством аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами сварки

УДК 004.384:004.33:621.791.01

#### Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В91	Масунов Александр Игоревич		

#### Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Гордынец А.С.	К.Т.Н.		

#### Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ	Скрипко С.И.	—		

### **КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Гасанов М.А.	Д.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.преподаватель ООД	Мезенцева И.Л.	—		

#### Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Дерюшева В.Н.	К.Т.Н.		

### **ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	К.Т.Н.		



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

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>
<b>Универсальные компетенции</b>	
<b>УК(У)-1</b>	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
<b>УК(У)-2</b>	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
<b>УК(У)-3</b>	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
<b>УК(У)-4</b>	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном (-ых) языке(-ах)
<b>УК(У)-5</b>	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
<b>УК(У)-6</b>	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
<b>УК(У)-7</b>	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
<b>УК(У)-8</b>	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
<b>УК(У)-9</b>	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
<b>ОПК(У)-1</b>	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
<b>ОПК(У)-2</b>	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
<b>ОПК(У)-3</b>	Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности
<b>ОПК(У)-4</b>	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения

<b>ОПК(У)-5</b>	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
<b>Профессиональные компетенции</b>	
<b>ПК(У)-1</b>	Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования
<b>ПК(У)-2</b>	Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий
<b>ПК(У)-3</b>	Способен применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств
<b>ПК(У)-4</b>	Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования
<b>ПК(У)-5</b>	Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
<b>ПК(У)-6</b>	Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа
<b>ПК(У)-18</b>	Способен аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации

	технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством
<b>ПК(У)-19</b>	Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным 4 циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами
<b>ПК(У)-20</b>	Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций
<b>ПК(У)-21</b>	Способен составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством
<b>ПК(У)-22</b>	Способен участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения



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

Школа	<u>Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности</u>
Направление подготовки	<u>15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств</u>
ООП/ОПОП	<u>Автоматизация сварочных процессов и производств</u>
Специализация	<u>Автоматизация сварочных процессов и производств</u>
Отделение	<u>электронной инженерии</u>

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ А.А. Першина  
(Подпись) (Дата) (ФИО)

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
1В91	Масунов Александр Игоревич

Тема работы:

Разработка модуля обмена данными со статическим запоминающим устройством аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами сварки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	08.02.2023, №39/33-с

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	22.06.2023
--	------------

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b> <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 функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i></p>	<p>Модуль контроллера внешней параллельной памяти FSMC аппаратно-программного комплекса управления процессами сварки</p>
<p><b>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b> <i>(аналитический обзор литературных источников 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>	<p>1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 1.1 Виды памяти в вычислительной технике и ее применение 1.2 Микроконтроллеры семейства STM32 1.2.1 Виды микроконтроллеров 1.2.2 Описание микроконтроллера STM32 1.3 Контроллер работы с памятью 1.4 Выбор контроллера памяти 1.5 Генератор кода STM32CubeMX 2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</p>

	2.1 Схема работы FSMC 2.2 Настройка выводов микроконтроллера 2.2.1 Выбор параметров банков памяти 2.2.2 Настройка таймингов
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Схема подключения модуля FSMC
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов М.А., д.э.н., профессор ОСГН
Социальная ответственность	Мезенцева И.Л., старший преподаватель ООД

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

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Гордынец А.С.	К.Т.Н.		
Ассистент ОЭИ	Скрипко С.И.	—		

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В91	Масунов Александр Игоревич		



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

Школа	<u>Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности</u>
Направление подготовки	<u>15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств</u>
ООП/ОПОП	<u>Автоматизация сварочных процессов и производств</u>
Специализация	<u>Автоматизация сварочных процессов и производств</u>
Отделение	<u>электронной инженерии</u>

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
1В91	Масунов Александр Игоревич

Тема работы:

Разработка модуля обмена данными со статическим запоминающим устройством аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами сварки	
Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	22.06.2023

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.01.2023	Введение	...
28.02.2023	1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 1.1 Виды памяти в вычислительной технике и ее применение 1.2 Микроконтроллеры семейства STM32 1.3 Контроллер работы с памятью 1.4 Выбор контроллера памяти 1.5 Генератор кода STM32CubeMX	
24.04.2023	2. Настройка контроллера внешней памяти FSMC 2.1 Настройка выводов микроконтроллера 2.2 Выбор параметров банков памяти 2.3 Настройка таймингов	
10.05.2023	Финансовый менеджмент	
17.05.2023	Социальная ответственность	
20.05.2023	Заключение	

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Гордынец А.С.	К.Т.Н.		

**Консультант (при наличии)**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ	Скрипко С.И.	—		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	К.Т.Н.		

**Обучающийся**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В91	Масунов Александр Игоревич		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 80 с., 12 рис., 20 табл., 18 источников.

Ключевые слова: комплекс, FSMC, память, микроконтроллер, измерительное устройство, ПЛИС.

Объект исследования – контроллер внешней параллельной памяти FSMC аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами сварки.

Цель работы заключается в настройке модуля контроллера внешней параллельной памяти FSMC аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами сварки.

В ходе работы проводился анализ работы контроллера внешней параллельной памяти FSMC с контрольно-измерительным устройством.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была настроена схема и изучен алгоритм работы контроллера внешней параллельной памяти.

Экономическая эффективность/значимость работы: дистанционный сбор данных о параметрах сварочного процесса, контроль параметров режима сварки в процессе выполнения работ, повышение производительности

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	12
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	14
1.1 Виды памяти в вычислительной технике и ее применение.....	14
1.2 Микроконтроллеры семейства STM32.....	16
1.2.1 Виды микроконтроллеров.....	16
1.2.2 Описание микроконтроллера STM32.....	17
1.3 Контроллер работы с памятью.....	17
1.4 Выбор контроллера памяти.....	19
1.5 Генератор кода STM32CubeMX.....	20
2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	22
2.1 Схема работы FSMC.....	22
2.2 Настройка выводов микроконтроллера.....	22
2.2.1 Выбор параметров банков памяти.....	22
2.2.2 Настройка таймингов.....	25
3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	34
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	35
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	35
3.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	38
3.1.3 SWOT-анализ.....	40
3.2 Планирование работ по научно-техническому исследованию.....	44
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	44

3.2.2	Определение трудоёмкости выполнения работ .....	46
3.2.3	Разработка графика проведения научного исследования .....	47
3.3	Бюджет научно-технического исследования .....	49
3.3.1	Расчет материальных затрат научно-технического исследования .	49
3.3.2	Расчёт затрат на специальное оборудование для научных работ ...	51
3.3.3	Основная заработная плата исполнителя темы.....	51
3.3.4	Отчисления во внебюджетные фонды .....	53
3.3.5	Накладные расходы.....	54
3.3.6	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .....	55
3.3.7	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	55
4	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	62
4.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации.....	63
4.1.1	Специальные правовые нормы трудового законодательства .....	63
4.1.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны ....	65
4.2	Производственная безопасность при эксплуатации.....	68
4.2.1	Повышенный уровень локальной и общей вибрации. ....	68
4.2.2	Повышенный уровень шума .....	69
4.2.3	Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения.....	70
4.2.4	Загрязнение воздушной среды.....	70
4.2.5	Монотонность труда .....	71

4.2.6 Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека .....	71
4.2.7 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий .....	72
4.3 Экологическая безопасность при эксплуатации .....	73
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации.....	74
Заключение .....	76

## ВВЕДЕНИЕ

Сварочный процесс зачастую является основополагающим элементом производственного процесса, поэтому очень важно обеспечивать высокое качество выполняемых сварных соединений. Качество сварочного шва в значительной степени зависят от правильного подбора и соблюдения режима сварки и его параметров. Для этого многие компании применяют различные методы контроля качества, такие как тестирование, анализ, инспекции и многое другое. Эти методы позволяют выявлять любые отклонения от требуемого уровня качества или неправильные процессы производства, что может привести к неудовлетворительным результатам и потере доверия у потребителей.

Сбор данных о действующих параметрах выбранного режима производится вручную в процессе сварки, а анализ и контроль качества соединений происходит после окончания работы. Такой способ контроля замедляет весь производственный процесс, не гарантирует, что в процессе создания неразъемного соединения обеспечено строгое соблюдение всех параметров. В таком случае актуальна замена ручного контроля на автоматический, что поможет сократить время выполнения сварочных работ, позволит повысить качество сварочных соединений и обеспечить экономическую эффективность производства. Решение проблемы, связанной с автоматическим сбором сварочных параметров, уже существует, например, продукция компании Lorch Q-Data, а также Fronius WeldCube, обеспечивают необходимый функционал, но имеют ряд существенных недостатков такие как высокая стоимость оборудования, невозможность использования оборудования удаленно от места проведения сварочных работ, а также использование проприетарного программного обеспечения, из-за чего невозможно модернизировать и расширять программный функционал для решения смежных задач.

Целью работы является настройка передачи данных аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами сварки. Для этого необходимо реализовать передачу данных из внешней параллельной памяти на микроконтроллер и далее на компьютер оператора.

Объектом исследования является реализация работы контроллера внешней памяти FSMC аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами сварки.

Практическое значение ВКР состоит в том, что разрабатываемое устройство можно будет применять для контроля сварочных процессов и разработки источников питания сварки.

# 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1 Виды памяти в вычислительной технике и ее применение

Память – место хранения данных. Память в вычислительной технике состоит из накопителей информации делится на два вида: внутренняя и внешняя. Внутренняя память является быстродействующей и используется для кратковременного хранения данных и при выключении вычислительного устройства вся внутренняя память очищается, так как внутренняя память является энергозависимой. Внешняя и внутренняя память является запоминающим устройством и ее свойства зависят от принципа действия и физических и технических характеристик.

Внутренняя память напрямую связана с микроконтроллером вычислительного устройства хранит в себе данные, непосредственно участвующие в вычислениях. Скорость, с которой микроконтроллер обращается к внутренней памяти значительно выше, чем к внешней. Внутренняя память подразделяется на постоянную (ROM – Read Only Memory или ПЗУ – постоянное запоминающее устройство) и оперативную (RAM – Random Access Memory или ОЗУ – оперативное запоминающее устройство).

ПЗУ память в процессе работы основного кода микроконтроллера используется только для чтения и не подлежит перезаписи. Основная часть данных, записанных в ПЗУ, состоит из данных, отвечающих за ввод и вывод контактов микроконтроллера и не перезаписывается в процессе работы основного кода микроконтроллера.

ОЗУ составляет бóльшую внутреннюю памяти и имеет функции записи, хранения и выдачи данных, но работает медленнее чем ПЗУ. ОЗУ делится на два типа: статическое и динамическое. Через ОЗУ проходят все данные, находящиеся в памяти более низкого уровня.

Внешняя память – место длительного хранения данных. Также такой тип памяти называется долговременной, то есть данные, записанные на внешней памяти, в отличие от внутренней, не влияют на работу основного кода

программы микроконтроллера и операции с этими данными выполняются по запросу. Внешняя память используется для длительного хранения различных данных, например: программ, результатов расчетов и вычислений, текстов, изображений и других данных. Накопители информации (запоминающие устройства) подразделяются на виды и категории в зависимости от их принципа действия, эксплуатационно-технических и физических характеристик. По принципам работы запоминающие устройства подразделяются на:

- оптические;
- электронные;
- магнитные;
- магнитооптические (смешанные).

Накопители информации представлены следующими основными видами носителей:

- накопители на магнитной ленте;
- накопители на CD-ROM, CD-RW или DVD дисках;
- накопители на гибких магнитных дисках;
- накопители на жестких магнитных дисках;
- flash – накопители.

Данным накопителям соответствуют следующие виды носителей:

- кассеты на магнитной ленте;
- диски CD-ROM, CD-RW или DVD;
- гибкие магнитные диски (Floppy Disk);
- жесткие магнитные диски (HDD);
- носители с flash памятью (USB-флешки, SSD).

## **1.2 Микроконтроллеры семейства STM32**

### **1.2.1 Виды микроконтроллеров**

Микроконтроллер – это микроэлектронное программируемое устройство, предназначенное для обработки информации, состоящее из процессора, периферийных устройств и памяти. Микроконтроллеры подразделяются на три основных типа:

- встраиваемые 8-разрядные микроконтроллеры;
- 16 и 32-разрядные микроконтроллеры;
- цифровые сигнальные процессоры.

Встраиваемые 8-разрядные микроконтроллеры используются для работы с простыми устройствами (клавиатуры, переключатели, датчики и небольшие дисплеи), имеют на борту малый объем (до 128 Кбайт) флеш-памяти и ОЗУ (до 4 Кбайт) и не подходят для операций с большим объемом данных.

16 и 32-разрядные микроконтроллеры – это более сложные микроконтроллеры, хорошо подходящие для работы с большими объемами данных, так как поддерживает до 64 Мбайт памяти в адресном пространстве.

Цифровые сигнальные процессоры используются для получения данных от аналоговой системы и формируют соответствующий отклик с очень высокой скоростью. Работают в режиме реального времени и применяются в активных шумо-подавляющих микрофонах или для подавления раздвоения изображения.

### **1.2.2 Описание микроконтроллера STM32**

Для проекта был выбран имеющийся в наличии на кафедре микроконтроллер STM32F303ZET6 на базе высокопроизводительного 32-разрядного ядра ARM Cortex-M4. Основные технические характеристики микроконтроллера [1]:

- Диапазон рабочих напряжений 2,0...3,6 В;
- До 512 Кбайт флеш-памяти;
- 80 Кбайт SRAM памяти;
- Контроллер внешней параллельной памяти (FSMC);
- Блок проверки вычисления циклическим (CRC) избыточным кодом;
- Сброс и управление питанием;
- До 115 быстрых вводов/выводов;
- 12-канальный контроллер прямого доступа к памяти (DMA);
- 4 12/10/8/6-разрядных АЦП;
- 2 12-разрядных ЦАП;
- Поддержка до 24 каналов для емкостных датчиков, сенсорных кнопок и датчиков касания;
- До 14 таймеров;
- Часы реального времени (RTC) с аварийной сигнализацией.

### **1.3 Контроллер работы с памятью**

У микроконтроллера STM32F303ZET6 на борту есть контроллер внешней параллельной памяти FSMC (flexible static memory controller), отвечающий за работу с памятью. Основные характеристики FSMC [2]:

- интерфейс с подключенными к статической памяти устройствами;
- пакетный доступ к синхронным устройствам;
- программируемый непрерывный вывод тактирования для асинхронного и синхронного режима передачи данных;
- 8- или 16-битная ширина шины данных;

- независимое управление выбором микросхемы для каждого банка памяти;
- независимая конфигурация для каждого банка памяти;
- программируемые тайминги для поддержки широкого спектра устройств;
- выходы разрешения записи и выбора байтовой линии для использования с PSRAM и SRAM памятью;
- преобразование 32-битных транзакций АНВ шины в последовательные 16-битные или 8-битные обращения к внешним 16-битным или 8-битным устройствам
- запись FIFO;
- внешнее управление асинхронным ожиданием.

Микроконтроллеры семейства STM32 имеют ограниченный объем внутренней памяти, в которую записываются основной код программы при работе. В связи с этим, на данном семействе микроконтроллеров реализована возможность подключения дополнительной внешней параллельной памяти в виде 4-х банков размером по 64 Мбайт каждый, причем контроллер позволяет подключить различные типы памяти, что в совокупности может составить до 256 Мбайт дополнительной внешней памяти. Типы подключаемой внешней параллельной памяти:

- NOR;
- SRAM;
- NAND Flash;
- PC Card.

NOR – энергонезависимая перепрограммируемая статическая память с произвольным доступом, обладающая высокой скоростью чтения и низкой скоростью записи.

SRAM – энергонезависимая перепрограммируемая псевдостатическая память с произвольным доступом с высокой скоростью чтения/записи.

NAND Flash – энергонезависимая флеш-память с высокой скоростью чтения/записи.

PC Card (PCMCIA) – модуль расширения энергонезависимой памяти с высокой скоростью чтения/записи данных.

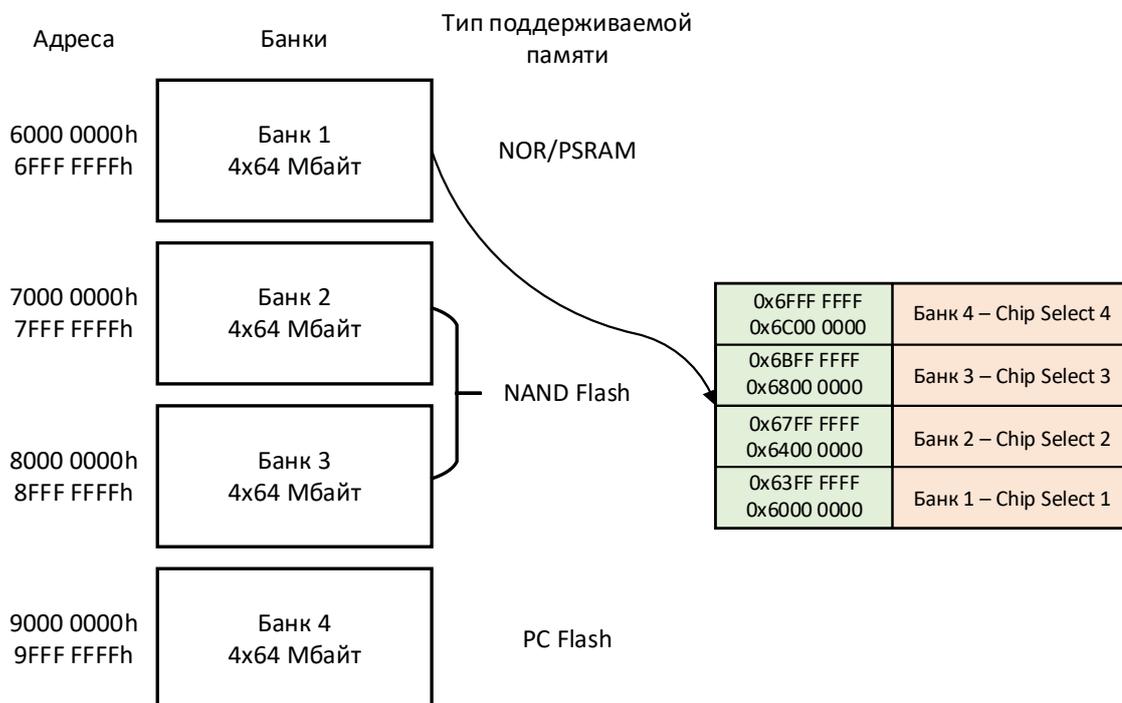


Рисунок 1.1 – Схема банков памяти FSMC

Контроллеру внешней оперативной памяти FSMC выделено адресное пространство от 6000 0000h до 9FFF FFFFh и, как видно на рисунке 1, каждому типу памяти соответствует свое адресное пространство также, как и банкам памяти. От ножек микроконтроллера к внешней памяти прокладывается шина адресов, данных и провода Chip Select – индивидуальная линия, при подаче логической единицы, на которую будет выбран определенный банк памяти в адресном пространстве.

#### 1.4 Выбор контроллера памяти

Материально техническая база при разработке программно-аппаратного комплекса захвата данных состояла из отладочной платы STM32 Nucleo-144 на базе микроконтроллера STM32F303ZET6; макетной платы с размещенными на ней: программируемой интегральной логической схемой (ПЛИС),

модулями статического оперативного запоминающего устройства (SRAM) и подключенными модулем аналого-цифрового преобразователя.

Задачей данной части групповой ВКР являлась настройка работы микроконтроллера с модулями памяти на макетной плате ПЛИСы. Общая схема работы программно-аппаратного комплекса захвата данных изображена на рисунке 2.

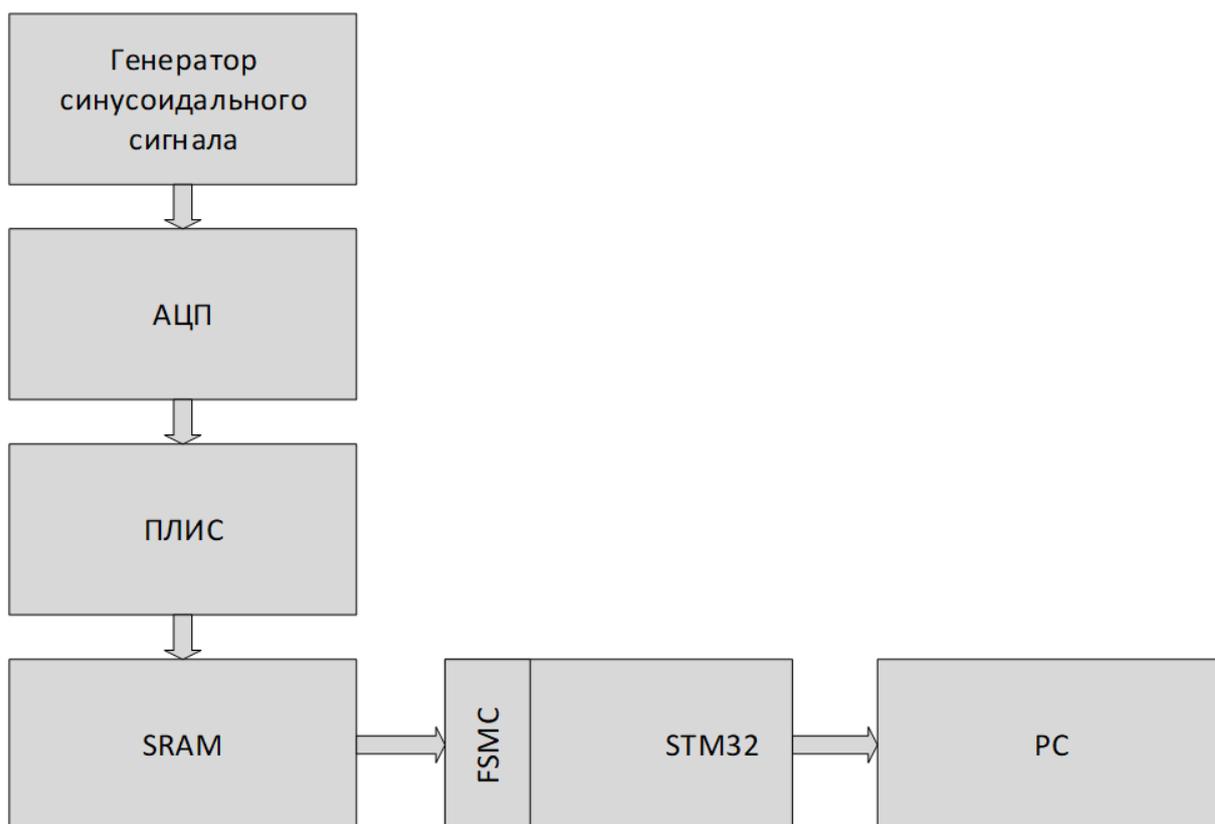


Рисунок 1.2 – Структурная схема последовательности передачи данных

### 1.5 Генератор кода STM32CubeMX

STM32CubeMX — это графический инструментарий, с помощью которого можно очень легко конфигурировать микроконтроллеры и микропроцессоры STM32, а также генерировать соответствующий код инициализации C для ядра Arm. Возможности STM32CubeMX [3]:

- интуитивно понятный выбор микроконтроллера STM32 и микропроцессора;
- распиновка с автоматическим разрешением конфликтующих

ВЫВОДОВ;

- настройка функциональных режимов периферийного и промежуточного программного обеспечения с динамической проверкой ограничений параметров для ядра;

- настройка дерева тактирования с динамической проверкой конфигурации;

- настройка последовательности распределения питания с расчетными результатами потребления;

- создание проекта кода инициализации С.

## 2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Схема работы FSMC

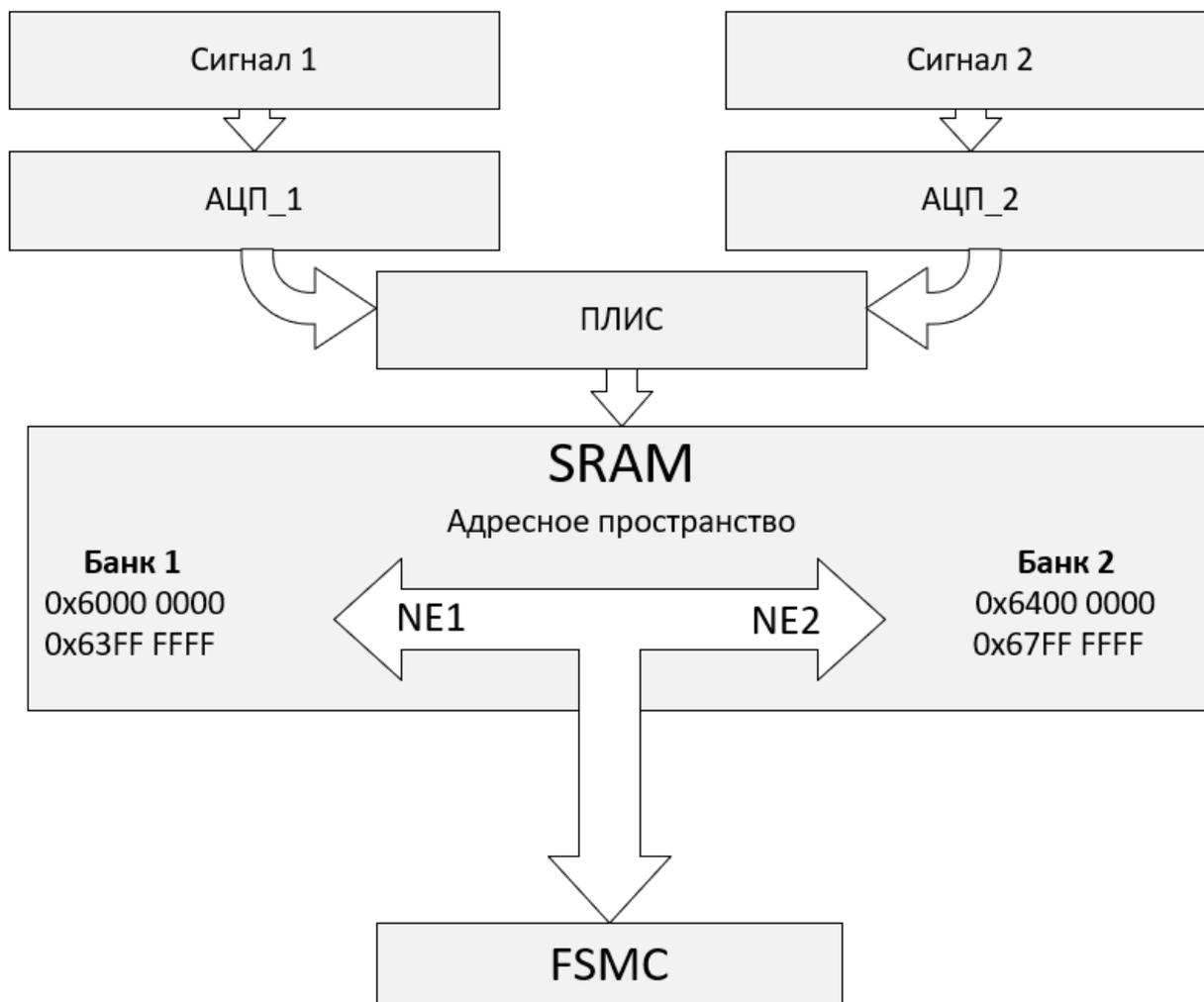


Рисунок 2.1 – Схема работы FSMC

### 2.2 Настройка выводов микроконтроллера

Настройка выводов микроконтроллера осуществляется через программу STM32CubeMX, имеющую графический интерфейс с набором инструментов для конфигурации периферии микроконтроллеров STM32. Данная программа генерирует программный код на языке C в соответствии заданной конфигурацией.

#### 2.2.1 Выбор параметров банков памяти

Настройка работы FSMC с помощью STM32CubeMX выглядит следующим образом: заходим в настройки FMC в раздел «Connectivity» и

настраиваем работу двух банков памяти. Банка памяти используем два, так как в материально-технической базе имеется два модуля АЦП, каждому из которых со стороны микроконтроллера STM32 будет выделено свое адресное пространство. Выбранные параметры конфигурации показаны на рисунке 4:

The image shows the configuration interface for the FSMC controller in STM32CubeMX. It is divided into two sections for Bank 1 and Bank 2.

**NOR Flash/PSRAM/SRAM/ROM/LCD 1**

- Chip Select: NE1
- Memory type: SRAM
- Address: 17 bits (Max: 26 bits)
- LCD Register Select: Disable
- Data: 8 bits
- Data/Address: Disable (Max: Disable)
- Clock: Disable
- Address valid
- Wait: Disable
- Byte enable

**NOR Flash/PSRAM/SRAM/ROM/LCD 2**

- Chip Select: NE2
- Memory type: SRAM
- Address: 17 bits (Max: 26 bits)
- LCD Register Select: Disable
- Data: 8 bits
- Data/Address: Disable (Max: Disable)
- Clock: Disable
- Address valid
- Wait: Disable
- Byte enable

Рисунок 2.2 – Конфигурация FSMC

Пояснение к пунктам:

- Chip Select – в данном пункте указывается, из какого банка будет происходить чтение/запись при подаче на линию NE1 логического нуля;
- Memory type – в данном пункте указывается тип памяти, к которому будет обращаться FSMC при подаче на линию NE1 или NE2 соответственно управляющего сигнала;

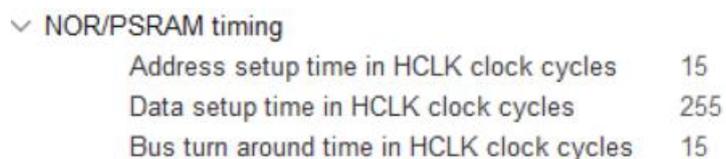
– **Adress** – в данном пункте указывается количество адресов, 17 адресов (в нашем случае количество адресов ограничено количеством свободных 25-контактов на отладочной плате ПЛИСы FPGA ICE40HX8K;

Data – количество линий данных, 8 линий.

Идентично настраиваются оба банка памяти, относящихся к модулям АЦП, отличающиеся только 1-ым пунктом – Chip Select: для первого банка – NE1, для второго – NE2. Данный параметр не прописывается программно и выбирается автоматически в соответствии с адресами банков памяти, к которым обращается FSMC.

### 2.2.2 Настройка таймингов

После выбора параметров банков памяти STM32CubeMX предлагает настроить тайминги для выбранного типа памяти. Для каждого банка тайминги могут устанавливаться отдельно и различаться по значению.



▼ NOR/PSRAM timing

Address setup time in HCLK clock cycles	15
Data setup time in HCLK clock cycles	255
Bus turn around time in HCLK clock cycles	15

Рисунок 2.3 – Тайминги памяти

Address setup time – время установления адресов и изменяется от 0 до 15.

Data setup time – время установления.

Настройка таймингов необходима в том случае, если при дефолтных настройках, которые устанавливает STM32CubeMX могут не подойти. Неправильно настроенные тайминги при чтении/записи данных контроллером FSMC на практике отразились следующим образом: при чтении синусоидального сигнала, записанного ПЛИСой на внешнюю SRAM и передаче этого сигнала на персональный компьютер обнаружилось большое количество помех. Пример данной проблемы отображен на рисунке 2.4.

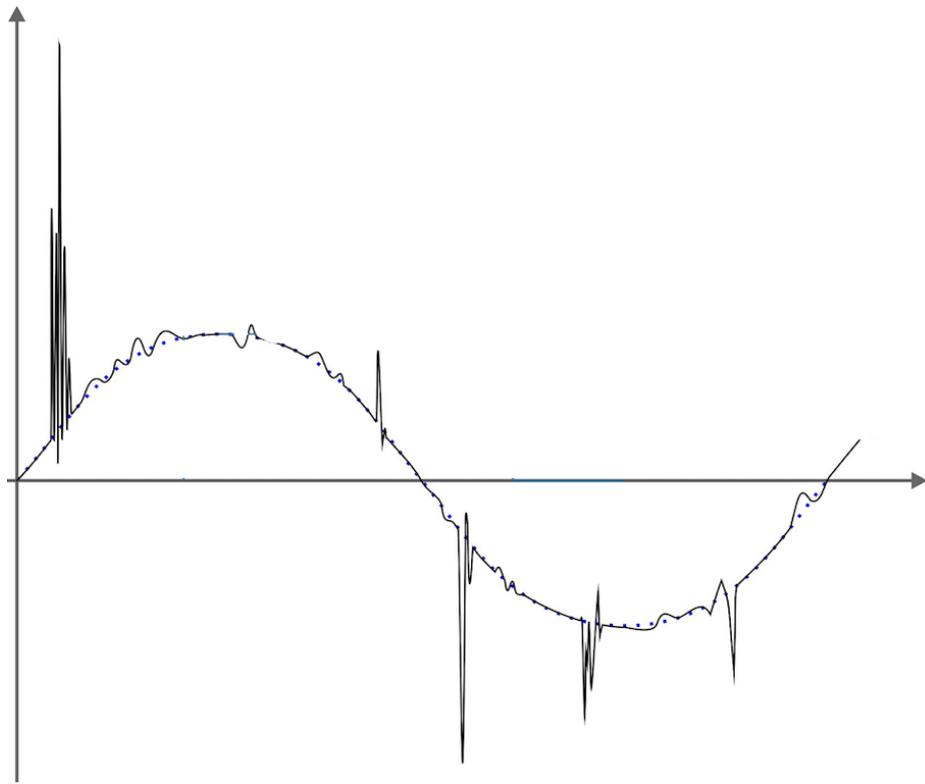


Рисунок 2.4 – Синусоида с помехами

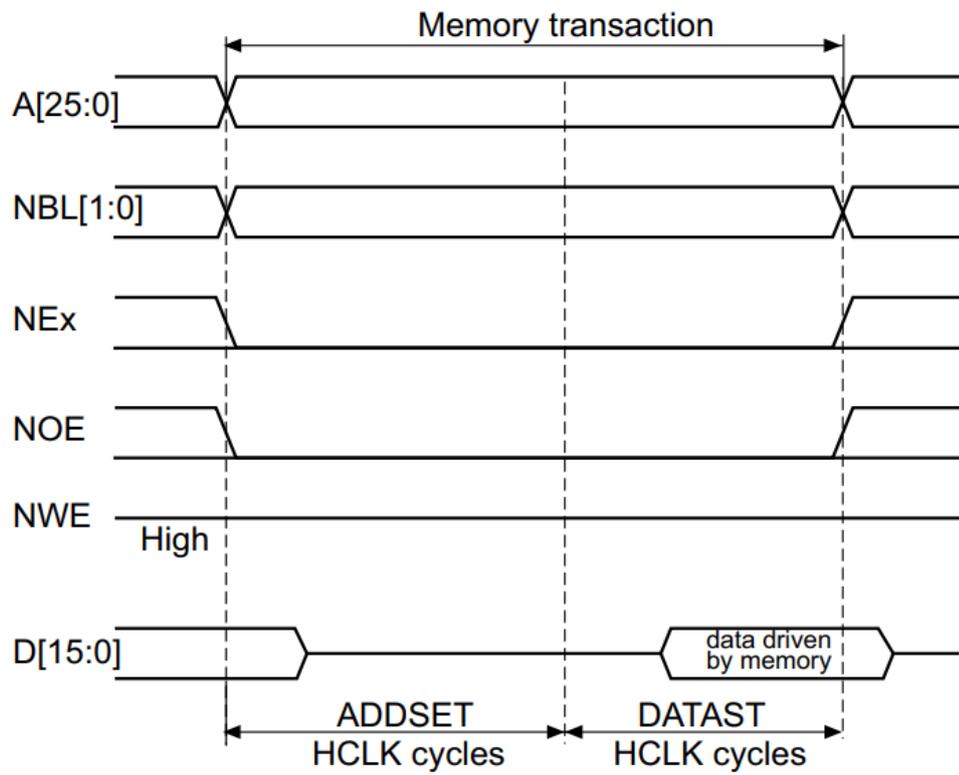


Рисунок 2.5 – График тактирования чтения данных SRAM памяти

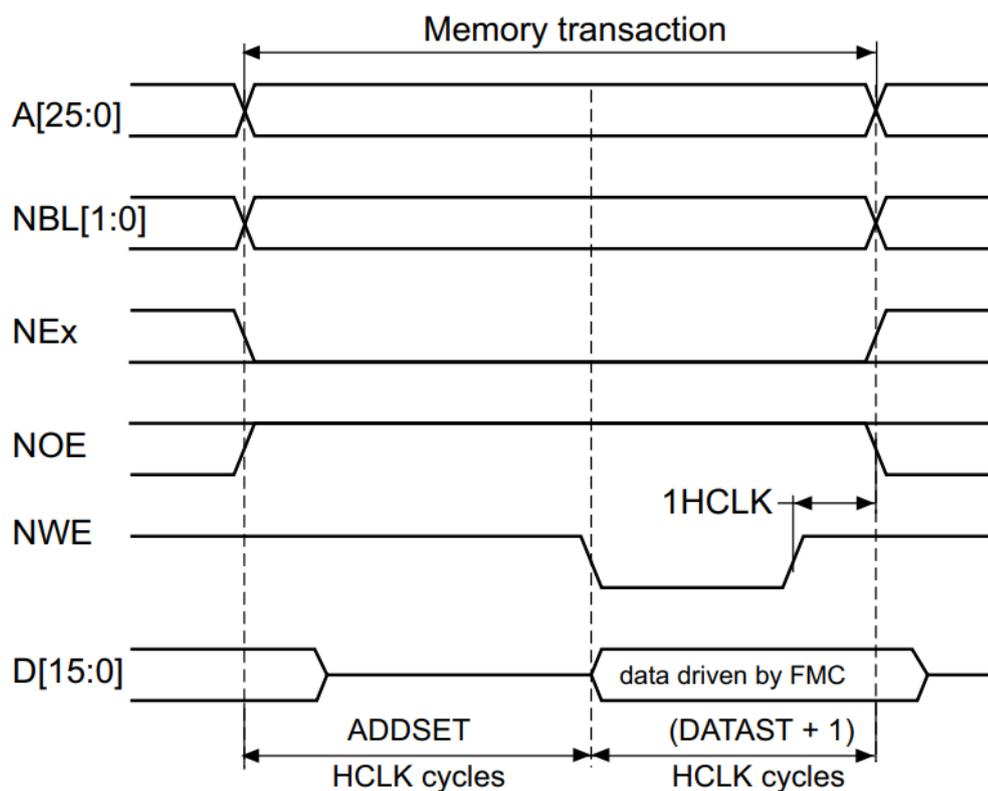


Рисунок 2.6 – График тактирования записи данных SRAM памяти

Все сигналы контроллера тактируются по переднему фронту внутренних часов (HCLK), частота которой задается программно и заключается в изменении значения предделителя частоты контроллера. В настроенной конфигурации FSMC из приведенных в рисунке 7 выводов для тактирования записи/чтения данных используются следующие управляющие сигналы:

- **NOE** – выходы FSMC включены;
- **NWE** – запись FSMC включена;
- **NEx** – Chip Select (где x – номер банка памяти).

Как видно из рисунков 2.5 и 2.6 тайминги ADDSET и DATAST определяют длительность одного цикла чтения/записи данных, следовательно от величины этих значений обратно-пропорционально зависит скорость работы памяти: выше значения таймингов – ниже скорость работы памяти, так как увеличивается задержка. Высокая скорость памяти приводит к тому, что при чтении/записи данных появляются помехи, как показано на рисунке 2.4.

На данном этапе разработки целесообразно будет выставить тайминги по максимальным свои значениям:

***Timing.AddressSetupTime = 15 (0...15);***

***Timing.DataSetupTime = 256 (0...255);***

***Timing.BusTurnAroundDuration = 15 (0...15).***

Значение тайминга эквивалентно количеству тактов HCLK, длительность которого, как упоминалось ранее, устанавливается предделителем частоты.

Алгоритм чтения/записи контроллером FSMC выглядит следующим образом:

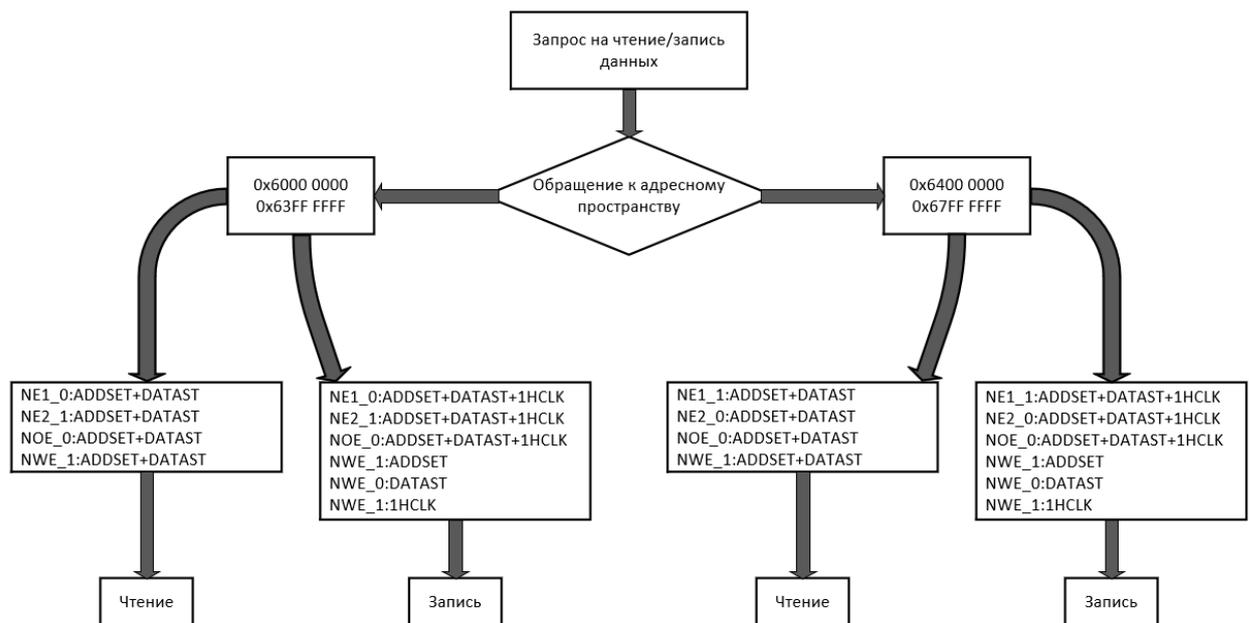


Рисунок 2.7 – Схема выставления регистров запроса чтения/записи данных

После завершения настройки выводов контроллера внешней параллельной памяти FSMC генерируем код. Результатом генерации кода является созданный проект с настроенной конфигурацией контактов микроконтроллера. Вывода контактов микроконтроллера настраиваются в соответствии с DataSheet (Приложение А).

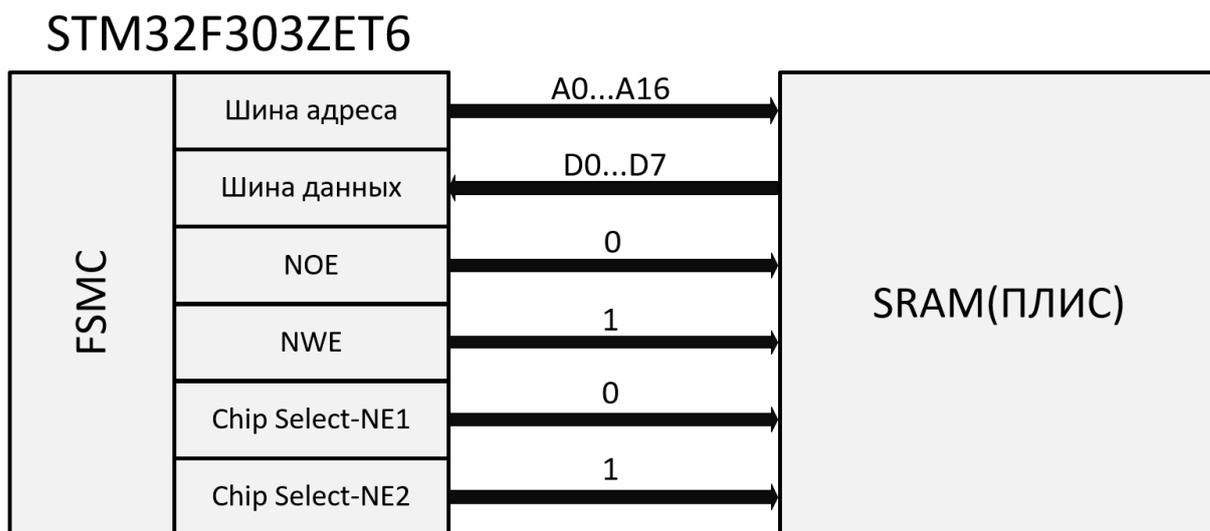


Рисунок 2.8 – Общий вид схемы чтения/записи данных

Следующим шагом создаем заголовочный файл «*fsmc.h*» и «*fsmc.c*» – файл с библиотекой работы с контроллером FSMC. В «*fsmc.h*» первой строчкой обязательно включаем заголовочный файл «*main.h*», в котором указаны пути на низкоуровневые драйвера периферии:

```
#include "main.h"
```

В «*fsmc.c*» включаем заголовочные файлы контроллера FSMC:

```
#include "fsmc.h"
```

```
#include "fmc.h"
```

Создаем функцию чтения буфера памяти и указываем тип данных всех переменных. «*ChNum*» – переменная и ее значение будет определять из какого банка памяти будет производиться чтение. При *ChNum = 0* – из первого, а при *ChNum = 1* – из второго:

```
void readBuff(uint8_t *buf, uint16_t len, uint8_t ChNum).
```

В мануале STM32F3 HAL and low-layer drivers находим раздел HAL SRAM Generic Driver, в котором описаны функции операций с памятью и находим раздел с описанием функции *HAL\_SRAM\_Read\_8b* – данная функция отвечает за чтение 8-ми битного буфера из памяти SRAM. Функция *HAL\_SRAM\_Read\_8b* описывается следующими параметрами:

- *hsram* (указатель на структуру *SRAM\_HandleTypeDef*, которая содержит информацию о конфигурации модуля SRAM, в нашем случае это модули *hsram1* и *hsram2*);
- *pAddress* (указатель для чтения начального адреса, для первого банка (модуля) памяти – *0x60000000*, для второго – *0x64000000*);
- *pDstBuffer* (указатель на буфер назначения – *buf*);
- *BufferSize* (размер буфера для чтения из памяти – *len*).

После определения всех параметров конфигурации будет выглядеть следующим образом:

***HAL\_SRAM\_Read\_8b (&hsram1, (uint8\_t \*) 0x60000000, buf, len).***

Но данная функция производит чтение только из одного модуля памяти и с заранее прописанным начальным адресом, нам же необходимо с использованием переменных создать универсальную функцию, которая осуществляла бы чтение в зависимости от заранее выбранного модуля памяти. Для этого необходимо сделать варьируемыми параметры, определяющие модуль памяти и начальный адрес чтений: *hsram1* и *(uint8\_t \*) 0x60000000*. Заменяем параметр, определяющий выбранный модуль памяти *hsram1* на *ramm*. Теперь нам необходимо составить уравнение, которое также будет изменять начальный адрес чтения в зависимости от выбранного канала.

Адресное пространство памяти SRAM начинается с *0x60000000*, а его размер составляет *0x04000000*, следовательно, уравнение примет следующий вид:

$$pAddress = 0x60000000 + 0x04000000 \times ChNum \quad (2.1)$$

При *ChNum = 0*, начало адресного пространства, из которого будет происходить чтение будет *0x60000000*, а при *ChNum = 1 – 0x64000000*, что и соответствует адресным пространствам банков памяти из рисунка 1.1.

Условие, которое будет определять банк памяти выглядит следующим образом:

```

if (ChNum==0)
{
    ramm=&hsram1;
}
else
{
    ramm=&hsram2;
}

```

Итоговый код с учетом всех переменных будет выглядеть так:

```

void readBuff(uint8_t *buf, uint16_t len, uint8_t ChNum)
{
    for (uint16_t i = 0; i < 11; i++)
    {
        *(uint8_t *) buf=pream[i];
        buf++;
    }
    if (ChNum==0)
    {
        ramm=&hsram1;
    }
    else
    {
        ramm=&hsram2;
    }
    HAL_SRAM_Read_8b(ramm,(uint8_t *) (0x60000000
        +0x0400000*ChNum),buf,len);
}

```

Алгоритм чтения памяти представлен на рисунке 2.9.

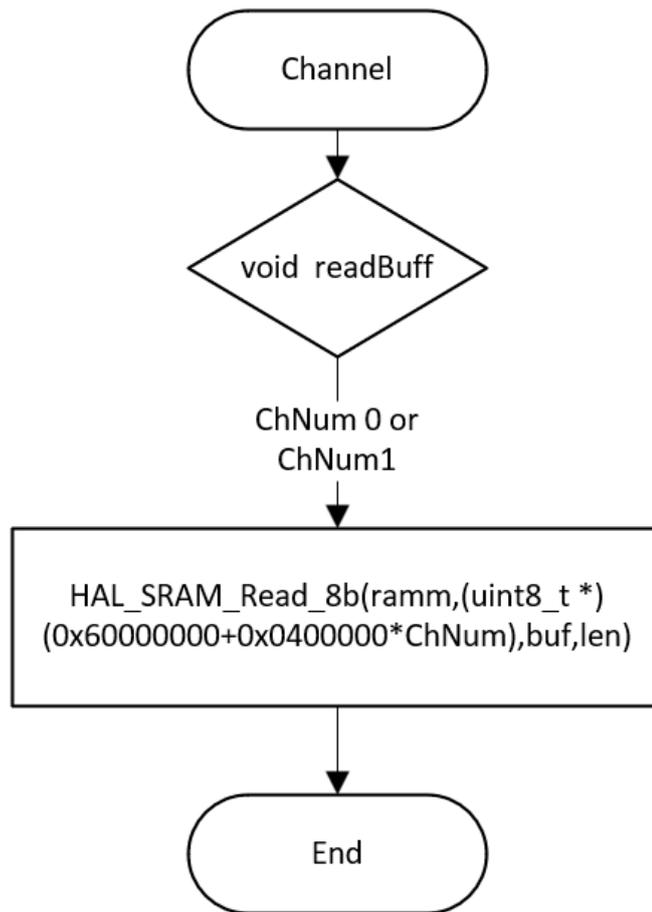


Рисунок 2.9 Алгоритм чтения памяти

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1В91	Масунову Александру Игоревичу

<b>Школа</b>	ИШНКБ	<b>Отделение</b>	Отделение электронной инженерии
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

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

Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	<i>Материальные затраты 2663 руб.                  Затраты на спецоборудование 14400 руб.                  Основная заработная плата исполнителей НИ 208425 руб.                  Дополнительная заработная плата исполнителей тема 27185 руб.                  Отчисления во внебюджетные фонды 62944 руб.                  Накладные расходы 10100 руб.</i>
Нормы и нормативы расходования ресурсов	<i>Районный коэффициент города Томска – 1,3</i>
Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	<i>Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 30%</i>

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

Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	<i>Проведение предпроектного анализа.                  Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта</i>
Разработка устава научно-технического проекта	<i>Цель и результат НТИ</i>
Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	<i>Планирование работ, разработка диаграммы Ганта, формирование сметы затрат</i>
Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	<i>Оценка сравнительной эффективности исследования</i>

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

«Портрет» потребителя результатов НТИ Сегментирование рынка Оценка конкурентоспособности технических решений Матрица SWOT График проведения и бюджет НТИ Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ
--

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

### Задание выдал консультант:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Профессор	Гасанов М.А.	д-р экон. наук		

### Задание принял к исполнению студент:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1В91	Масунов Александр Игоревич		

### **3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

Коммерческая составляющая любого проекта является одной из основополагающих частей, от которых зависит успех. Открытия совершаются каждый день, и актуальность научно-исследовательской работы не ограничивается наличием более высоких технических характеристик над аналогичными разработками, поэтому оценка экономической выгоды исследования является ключевым фактором в привлечении финансирования для проведения исследования и коммерциализации его результатов, а также для оценки состояния и перспектив проводимых научных исследований. Успех проекта зависит насколько быстро разработчик сможет ответить на такие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, какой бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Задачей данного раздела является оценка перспективности разработки и планирование финансовой и коммерческой ценности конечного продукта, предлагаемого в рамках ВКР.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- анализ конкурентных технических решений;
- SWOT-анализ;
- планирование графика проведения и бюджета научно-технического исследования;
- оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности научно-технического исследования.

### **3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### **3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Целевым рынком проектного решения автоматизированного сбора параметров при сварке являются предприятия, которые имеют высокие требования к качеству сварных соединений и которые серьезно относятся к соответствию параметров в процессе сварки заданным значениям. К таким предприятиям относятся предприятия нефтегазовой отрасли, металлургические заводы и заводы, связанные с автомобилестроением.

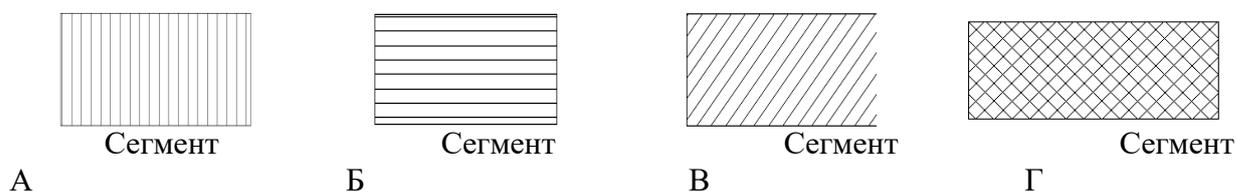
Критерии сегментирования целевого рынка:

- географический критерий: промышленные компании, расположенные в крупных городах с высоким уровнем развития промышленности;
- демографический критерий: компании с высокой долей сотрудников-сварщиков, имеющих высокую квалификацию;
- поведенческий критерий: компании, которые ценят качество и надежность сварных соединений, следят за должным выполнением технологического процесса, а также предпочитают использовать новейшие технологии в области сварки;
- профессиональный критерий: предприятия, занимающиеся производством крупногабаритных и ответственных конструкций, где точность сварки – это решающее значение для общего качества продукции;
- критерий уровня дохода: предприятия, имеющие высокую прибыльность и готовые инвестировать в инновационные технологии, в том числе и разработку и внедрение программного обеспечения, обеспечивающего дистанционную обработку параметров процесса сварки.

Составим карту сегментирования рынка по наиболее подходящим критериям, которыми являются поведенческий и профессиональный критерий.

Таблица 3.1 – Таблица сегментирования рынка

		Профессиональный критерий		
		Высокий требования к квалификации сварщиков и к опыту работы	Требования к наличию квалификации сварщиков	Низкие требования к степени квалификации сварщиков
Поведенческий критерий	Высокое качество сварных соединений с использованием новейших технологий			
	Хорошее качество сварных соединений		/ / / / /	
	Низкое качество сварных соединений			x x x x x



Сегмент А: компании, которые ставят в приоритет высокое качество сварных соединений, используют новейшие технологий и обладают высокими требованиями к профессионализму сварщиков. Этот сегмент представляет собой верхний уровень рынка и компании, занимающиеся производством ответственных и крупногабаритных конструкций. Такие компании обладают высокой прибыльностью и привлекают для работ квалифицированных специалистов.

Сегмент Б: компании, которые также придают большое значение качеству сварных соединений, но не обязательно имеют такие высокие требования к профессионализму сварщиков и их опыту работы, по сравнению с предприятиями сегмента А. Этот сегмент охватывает широкий круг

компаний, таких как машиностроительные заводы, судостроительные предприятия.

Сегмент В: компании, которые не считают высокое качество сварных соединений необходимым критерием при производстве и используют более дешевые технологии сварки. Этот сегмент включает небольшие производственные компании, которые ориентированы на снижение затрат и повышение эффективности.

Сегмент Г: компании, которые не придают большое значение качеству сварных соединений и используют сварочные технологии самого низкого уровня. Этот сегмент включает небольшие компании, такие как ремонтные мастерские, которые используют сварочные работы только как вспомогательный инструмент.

Исходя из получившейся карты сегментирования рынка, можно выделить несколько основных сегментов, такие как:

- компании, для которых необходимо, чтобы сварные соединения удовлетворяли необходимым регламентам при этом имея сварщиков с невысоким уровнем квалификации;
- компании, которые также придают большое значение качеству сварных соединений, но не обязательно имеют такие высокие требования к профессионализму сварщиков и опыту работы, как компании в сегменте А.

Самым привлекательным сегментом рынка, является сегмент А, так как это компании, которые ценят качество сварных соединений и имеющие высокую прибыльность и готовые инвестировать в инновационные технологии, в том числе и в разработку и внедрение программного обеспечения, обеспечивающего дистанционную обработку параметров процесса сварки.

### 3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для успешного противостояния конкурентным разработкам нужно реалистично оценить сильные и слабые стороны конкурентов. Такой анализ позволит оценить эффективность разработки и определить направление оптимизации ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. Оценка по каждому показателю определяется экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Вес показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1. Вес показателей определяется в соответствии с их значимостью и в сумме составляет единицу.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_i , \quad (3.1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

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

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Для анализа было отобрано 3 конкурента: регистратор параметров режима сварки WeldCube от компании Fronius, система документирования данных процесса сварки Q-Data от компании Lorch и модуль сбора параметров Сварки EWM XNET.

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений представлена в таблице 3.2.

Таблица 3.1 – Оценочная карта для сравнения технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентно-способность			
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>К1</sub>	Б <sub>К2</sub>	Б <sub>К3</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>К1</sub>	К <sub>К2</sub>	К <sub>К3</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>									
1. Повышение производительности труда пользователя	0,15	3	4	3	3	0,45	0,6	0,45	0,45
2. Удобство в эксплуатации	0,15	4	5	4	3	0,6	0,75	0,6	0,45
3. Качество интеллектуального интерфейса	0,1	4	5	3	3	0,4	0,5	0,3	0,3
4. Точность сбора данных	0,1	4	5	4	4	0,4	0,5	0,4	0,4
5. Удобство интеграции системы на производство	0,2	4	4	3	3	0,8	0,8	0,6	0,6
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>									
1. Стоимость системы и всех связанных с ней расходов	0,15	5	2	3	3	0,75	0,3	0,45	0,45
2. Конкурентоспособность	0,1	4	4	3	3	0,4	0,4	0,3	0,3
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	4	4	4	4	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>27</b>	<b>26</b>	<b>4</b>	<b>4,05</b>	<b>3,3</b>	<b>3,15</b>

Ф – собственная разработка, К1 – Fronius WeldCube, К2 – Q-DATA, К3 – XNET.

Исходя из результатов оценочной карты, самым сильным конкурентом является Fronius WeldCube, так как выигрывает по многим показателям, однако его главным недостатком является высокая стоимость продукта. Также

довольно сильным конкурентом является Q-DATA от компании Lorch, благодаря своей репутации. Модуль сбора параметров Сварки XNET от EWM является хорошим продуктом, имеет довольно приятный интерфейс и универсальность подключения, но уступает своим конкурентам в возможности сбора данных, имея только локальное подключение и сравнительно невысокую известность компании.

Преимуществом собственной разработки по отношению к конкурентам является ее дешевизна, потому как стоимость компонентов во многом ниже, чем у конкурентов, еще можно учитывать гибкость системы, потому как она может интегрироваться не только в сварочные источники питания, но и в любые другие электрические приборы. Также важным аспектом является то, что разработка является отечественной. Многие зарубежные компании, которые владели львиной долей рынка в России, покидают его. Также со стороны государства идет поддержка потенциальных отечественных разработок.

### **3.1.3 SWOT-анализ**

Проведем SWOT-анализ, который поможет выявить сильные и слабые стороны исследования, возможности и угрозы, позволит оценить факторы и явления, способствующие или препятствующие продвижению проекта на рынок.

Первый этап SWOT-анализа заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации исследования. Первый этап представлен в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Возможности во внешней среде
<p>С1. Автоматизированный сбор параметров сварки позволит сократить время и улучшить точность сбора информации;</p> <p>С2. Дистанционная обработка параметров позволяет обеспечить комфортную работу оператору, перенеся рабочее место в офисные помещения, что также исключит воздействия некоторых вредных факторов производства;</p> <p>С3. Система реального времени позволит быстрее реагировать на изменения в процессе сварки, что снизит вероятность возникновения дефектов;</p> <p>С4. Небольшая стоимость комплектующих обеспечивает недорогую стоимость конечного продукта.</p>	<p>В1. Расширение функциональных возможностей комплекса;</p> <p>В2. Применение не только в сварочной отрасли, но и в различных отраслях, в которых протекают электрические процессы;</p> <p>В3. Расширение рынка за рубеж;</p> <p>В4. Публикация в научных работах.</p>
Слабые стороны	Угрозы внешней среды
<p>Сл1. Использование некоторых зарубежных комплектующих (микроматрица);</p> <p>Сл2. Малоизвестность компании на рынке;</p> <p>Сл3. Передача больших объемов информации может привести к осложнениям в сетевой инфраструктуре.</p>	<p>У1. Конкуренция в лице опытных фирм;</p> <p>У2. Увеличение стоимости комплектующих повысит стоимость продукта;</p> <p>У3. Нехватка финансирования.</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.

Соотношения параметров представлены в таблице 3.4 и таблице 3.5.

Таблица 3.4 – Интерактивная матрица сильных и слабых сторон и

	Сильные стороны				Слабые стороны			
		С1	С2	С3	С4	Сл1	Сл2	Сл3
Возможности проекта	В1	+	-	-	+	0	-	-
	В2	+	+	+	+	-	+	-
	В3	+	-	0	+	0	+	-
	В4	+	0	+	-	-	-	+

возможностей

Таблица 3.5 – Интерактивная матрица сильных сторон и слабых сторон и угроз

	Сильные стороны				Слабые стороны			
		С1	С2	С3	С4	Сл1	Сл2	Сл3
Угрозы проекта	У1	+	+	+	+	-	+	+
	У2	-	-	-	+	+	-	-
	У3	-	-	-	+	+	-	-

Основной угрозой являются конкуренция в лице более опытных фирм, которые могут представить на рынке более выгодное предложение. Главная возможность – это возможность использования комплекса как в России, так и за рубежом в различных областях, связанных с контролем параметров.

В рамках третьего этапа составляется итоговая матрица SWOT-анализа, представленная в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>  С1. Автоматизированный сбор параметров сварки позволит сократить время и улучшить точность сбора информации;  С2. Дистанционная обработка параметров позволяет обеспечить комфортную работу оператору, перенеся рабочее место в офисные помещения, что также исключит воздействия некоторых вредных факторов производства;  С3. Система реального времени позволит быстрее реагировать на изменения в процессе сварки, что снизит вероятность возникновения дефектов;  С4. Небольшая стоимость комплектующих обеспечивает низкую стоимость конечного продукта.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>  Сл1. Использование некоторых зарубежных комплектующих (микроконтроллер);  Сл2. Малоизвестность компании на рынке;  Сл3. Передача больших объемов информации может привести к осложнениям в сетевой инфраструктуре.</p>
<p>В1. Расширение функциональных возможностей комплекса;  В2. Применение не только в сварочной отрасли, но и в различных отраслях, в которых протекают электрические процессы;  В3. Расширение рынка за рубеж;  В4. Публикация в научных работах.</p>	<p>Возможность использования комплекса как в России, так и за рубежом в различных областях, связанных с контролем параметров способствует развитию комплекса и дальнейшего захвата более обширного рынка.</p>	<p>Предприятие имеет более опытных конкурентов, которые не дадут развиваться легко. Но в остальном возможности напрямую перекрывают слабые стороны. Также при достижении возможностей проблема с конкурентами станет не существенной.</p>
<p>У1. Конкуренция в лице опытных фирм;  У2. Увеличение стоимости комплектующих повысит стоимость продукта;  У3. Нехватка финансирования</p>	<p>Благодаря недорогим компонентам отличие цен от продукции конкурентов очень велико.</p>	<p>Наличие опытных конкурентов, способных усовершенствоваться гораздо быстрее за счёт их опыта.</p>

## **3.2 Планирование работ по научно-техническому исследованию**

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

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты и т.д. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Перечень этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Выбор направления исследований	Руководитель Консультант Бакалавр
	3	Подбор и изучение материалов по теме	Бакалавр
	4	Календарное планирование работ	Руководитель Бакалавр Консультант
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Закупка оборудования	Руководитель Бакалавр
	6	Проведение экспериментов	Бакалавр Консультант
	7	Сборка образца	Консультант Бакалавр
	8	Обработка результатов эксперимента	Бакалавр
Обобщение и оценка результатов	9	Анализ результата и проверка руководителем	Руководитель Бакалавр
Оформление отчета по НИР	10	Составление пояснительной записки	Бакалавр

### 3.2.2 Определение трудоёмкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоёмкости работ каждого из участников научного исследования.

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

$$t_{ожi} = \frac{3t_{минi} + 2t_{маxi}}{5}, \quad (3.2)$$

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

$t_{минi}$  – минимально возможная трудоёмкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, чел.-дн.;

$t_{маxi}$  – максимально возможная трудоёмкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоёмкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ по нескольким исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{ч_i}, \quad (3.3)$$

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

$t_{ожi}$  – ожидаемая трудоёмкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

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

Получившиеся временные показатели научного исследования приведены в таблице 3.8.

### 3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным представлением проведения научных работ 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.

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

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}}, \quad (3.4)$$

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

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

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

Календарный коэффициент определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})}, \quad (3.5)$$

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

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

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

Расчет коэффициента календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1.48, \quad (3.6)$$

Получившейся график представлен на рисунке 3.1.

Таблица 3.8 – Временные показатели проведения научного исследования

Наименование работы	Исполнители работы	Трудоемкость работы, чел-дни			Длительность работ, дни	
		$t_{\min i}$	$t_{\max i}$	$t_{ож i}$	$T_{pi}$	$T_{ki}$
1. Составление и утверждение технического задания	Руководитель	1	2	1,4	1,4	3
2. Выбор направления исследований	Руководитель Бакалавр	2	3	2,4	1,2	2
3. Подбор и изучение материалов по теме	Бакалавр	10	15	12	12	18
4. Календарное планирование работ	Руководитель Консультант Бакалавр	1	2	1,4	0,46	1
5. Закупка оборудования	Руководитель Бакалавр	5	10	7	3,5	6
6. Проведение экспериментов	Консультант Бакалавр	30	35	32	16	24
7. Сборка образца	Консультант Бакалавр	5	7	5,8	2,9	5
8. Обработка результатов эксперимента	Бакалавр	7	9	7,8	7,8	12
9. Анализ результата и проверка руководителем	Руководитель Бакалавр	2	4	2,8	1,4	3
10. Составление пояснительной записки	Бакалавр	3	4	3,4	3,4	6

По данным из таблицы 3.8 строится календарный план-график, изображённый на рисунке 3.1, где голубой цвет – работа, выполненная руководителем, жёлтый цвет – работа, выполненная бакалавром, зеленый цвет – работа, выполненная руководителем и бакалавром, красный цвет – работа, выполненная консультантом и бакалавром.



Рисунок 3.1 – Диаграмма Ганта

### 3.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты;
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- амортизационные отчисления;
- заработная плата исполнителей;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- накладные расходы.

#### 3.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-техническое исследование должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта. Материальные затраты представлены в таблице 9.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + K_T) \sum_{i=1}^m C_i N_{расхi}, \quad (3.7)$$

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

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$K_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, примем данный коэффициент равным 0,2;

Общие материальные затраты основного проекта составили 2219 руб.

Таблица 3.9 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (ЗМ), руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Бумага офисная, упаковка 500 листов	Шт.	1	2	1	350	350	350	420	840	420
Канцелярский набор	Шт.	1	1	2	490	490	990	588	588	2376
Упаковка электродов	Шт.	1	1	2	1229	2180	1575	1475	2616	3780
Пачка соединительных проводов	Шт.	1	2	2	150	198	299	180	475	717
Итого		4	6	7	2219	3218	3214	2663	4519	7293

### 3.3.2 Расчёт затрат на специальное оборудование для научных работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения исследования.

При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 20% от его цены. Расчет затрат по данной статье представлен в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Расчёт бюджета затрат на приобретение спецоборудования

Наименование	Цена за ед. оборудования, руб.			Количество единиц оборудования			Общая стоимость оборудования, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Чип для Ethernet	5000	4500	5000	1	1	1	6000	5400	6000
Отладочная плата	7000	4000	2000	1	1	1	8400	4800	2400
Осциллограф	-	100000	60000	-	1	1	-	120000	72000
Компьютер	-	-	50000	-	-	1	-	-	60000
Сварочный аппарат	-	-	10000	-	-	1	-	-	12000
Итого	12000	108500	127000	2	3	5	14400	130200	152400

Общие затраты на научную работу составили 14400 рублей.

### 3.3.3 Основная заработная плата исполнителя темы

В данном подразделе рассчитывается основная заработная плата лиц, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая

ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20-30 % от тарифа или оклада.

Заработная плата научного руководителя, студента и консультанта включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (3.8)$$

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

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (15% от  $Z_{осн}$ )

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) научного руководителя и студента рассчитана по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \times T_p, \quad (3.9)$$

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \times M}{F_d}, \quad (3.10)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года (при отпуске в 24 раб. дня  $M=11,2$  месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней  $M=10,4$  месяца, 6-дневная неделя);

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. Для этого воспользуемся таблицей 13.

Таблица 3.11 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Консультант	Бакалавр
Календарное число дней	365	365	365
Количество нерабочих и праздничных дней	118	118	118
Потери рабочего времени:			
отпуск	24	24	24
невыходы по болезни	0	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	223	223	223

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \times (1 + k_{пр} + k_d) * k_p, \quad (3.11)$$

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

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3;

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

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 для г. Томска.

Примем ставку бакалавра на должности лаборанта-исследователя равную 11 510 рублей. Ставка для научного сотрудника со степенью кандидата наук 27 986 рублей для научного сотрудника без ученой степени 18 150 рублей.

Расчет основной заработной платы сводится в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$ , руб.	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Научный руководитель	27 986	0,3	0,2	1,3	54572,7	2740,871	15	47280,03
Консультант	18 150	0,3	0,2	1,3	35392,5	1777,561	30	61325,84
Бакалавр	11 510	0,3	0,2	1,3	22444,5	1127,257	77	99818,64
Итого $Z_{осн}$ , руб.								208425

### 3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}) \quad (3.12)$$

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

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%. Результаты расчетов занесены в таблицу 3.13.

Таблица 3.13 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	Итого, руб.
Руководитель проекта	47280	6166,96	0,302	14278,57
Консультант	61325	7999,022		18520,4
Бакалавр	99818	13019,82		30145,23
Итого:				62944,2

### 3.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. Их величина определяется по формуле:

$$З_{накл} = (\sum \text{статей} \div 5) \times k_{нр} \quad (3.13)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Результаты накладных расчётов приведены в таблице 3.14.

Таблица 3.14 – Группировка затрат по статьям

Статьи						
1		2	3	4	5	6
Затраты на специальное оборудование, руб.		Материальные затраты, руб.	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Отчисления во внебюджетные фонды, руб.	Накладные расходы, руб.
Исп. 1	14400	2663	208425	27185	62944	10100
Исп. 2	130200	4519	208425	27185	62944	13865
Исп. 3	152400	7293	208425	27185	62944	14664

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

Расчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 3.15.

Таблица 3.15 – Расчёт бюджета затрат НИИ

№ п/п	Наименование статьи	Сумма, руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Материальные затраты	2663	4519	7293
2	Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных работ)	14400	130200	152400
3	Затраты по основной заработной плате	208425	208425	208425
4	Затраты по дополнительной заработной плате	27185	27185	27185
5	Отчисления во внебюджетные фонды	62944	62944	62944
6	Накладные расходы	10100	13865	14664
Итого:		325717	4471138	472911

Себестоимость проекта составляет 325717 рублей, основные затраты идут на заработную плату и отчисления во внебюджетные фонды.

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его

нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования определяется как:

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (3.14)$$

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

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

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

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп1}} = \frac{325717}{472911} = 0,69;$$

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп2}} = \frac{447138}{472911} = 0,95;$$

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп3}} = \frac{472911}{472911} = 1$$

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

$$I_{pi} = \sum a_i \times b_i, \quad (3.15)$$

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

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

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

$n$  – число параметров сравнения.

Таблица 3.16 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп.2	Исп.3
Рост производительности труда пользователя	0,2	5	5	5
Удобство эксплуатации	0,2	4	5	4
Материалоемкость	0,1	5	4	4
Универсальность	0,1	5	4	4
Надежность	0,2	5	5	5
Энергосбережение	0,1	5	4	4
Итого	1			

По данным из таблицы 3.16 определяется интегральный показатели ресурсоэффективности для текущего проекта:

$$I_{p\text{-текущ.проект}} = 0,2 \times 5 + 0,2 \times 4 + 0,1 \times 5 + 0,1 \times 5 + 0,2 \times 5 + 0,1 \times 5 = 4,3;$$

$$I_{p\text{-исп1}} = 0,2 \times 5 + 0,2 \times 5 + 0,1 \times 4 + 0,1 \times 4 + 0,2 \times 5 + 0,1 \times 4 = 4,2;$$

$$I_{p\text{-исп2}} = 0,2 \times 5 + 0,2 \times 4 + 0,1 \times 4 + 0,1 \times 4 + 0,2 \times 5 + 0,1 \times 4 = 4.$$

В результате расчетов интегральных показателей ресурсоэффективности по трем вариантам разработки текущий проект является более приемлемым с точки зрения ресурсной эффективности.

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

$$I_{исп1} = \frac{I_{p\text{-текущ.проект}}}{I_{фин.р}} = \frac{4,3}{0,69} = 6,2;$$

$$I_{исп2} = \frac{I_{p\text{-исп1}}}{I_{фин.р}} = \frac{4,2}{0,95} = 4,4;$$

$$I_{исп3} = \frac{I_{p\text{-исп2}}}{I_{фин.р}} = \frac{4}{1} = 4.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных по формуле 3.16:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп2}}}{I_{\text{исп1}}} \quad (3.16)$$

Таблица 3.17 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,69	0,95	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,3	4,2	4
3	Интегральный показатель эффективности	6,2	4,4	4
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,68	0,64

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

Заключение по разделу. В данном разделе была проведена оценка коммерческого потенциала научного исследования, выявлены потенциальные потребители и конкуренты. Основными потенциальными потребителями являются компании, тесно связанные с сварочным производством, чья основная задача состоит в повышении качества сварных соединений и автоматизации части производства, связанной с сварными соединениями, при этом с более низкими требованиями к квалификации сварщиков. Также был проведен SWOT-анализ позволивший выявить основную угрозу проекту – это конкуренты, которые могут представить на рынке более эффективное, комплексное, надежное и привлекательное с технической точки зрения решение. Немаловажным фактом является потенциальная возможность расширения функционала разрабатываемого аппаратно-программного комплекса захвата данных. Был проведен расчет себестоимости проекта, она составляет 325 717 рублей, большая часть которой уходит на заработную плату. По результатам оценки экономической эффективности разработки можно сделать вывод, что реализация технологии является эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

## ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1В91	Масунову Александру Игоревичу

Школа	ИШНКБ	Отделение (НОЦ)	Отделение электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ООП/ОПОП	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p><b>Введение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения;</li> <li>– описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации.</li> </ul>	<p><i>Объект исследования:</i> аппаратно-программный комплекс автоматического управления процессами сварки.</p> <p><i>Область применения:</i> сварочное производство, автоматизация процессов и производств.</p> <p><i>Рабочая зона:</i> 20*30м.</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> сварочный аппарат ручной дуговой сварки, персональный компьютер и стол оператора.</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> контроль параметров режимов сварки при помощи компьютера.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное;</p> <p>ГОСТ 12.3.003-86 Система стандартов безопасности труда. РАБОТЫ ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫЕ;</p> <p>ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ;</p>
<p><b>2. Производственная безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов.</li> </ul>	<p><b>Вредные факторы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. повышенный уровень общей вибрации;</li> <li>2. повышенный уровень локальной вибрации;</li> <li>3. повышенный уровень шума;</li> <li>4. отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;</li> <li>5. загрязнение воздушной среды;</li> <li>6. монотонность труда;</li> <li>7. длительное сосредоточенное наблюдение.</li> </ol> <p><b>Опасные факторы:</b></p>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материалов объектов производственной среды, способных вызвать ожоги тканей организма человека;</li> <li>2. неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов;</li> <li>3. производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которых попадает рабочий.</li> </ol> <p><b>Требуемые средства индивидуальной и коллективной защиты от выявленных факторов:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. защитные костюмы;</li> <li>2. виброизолирующие рукавицы;</li> <li>3. защитные перчатки;</li> <li>4. виброизолирующая обувь;</li> <li>5. защитные наушники или беруши;</li> <li>6. защитные очки;</li> <li>7. респираторы.</li> </ol>
<p><b>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</b></p>	<p><b>Воздействие на селитебную зону:</b> вредные выбросы при сварочных процессах.</p> <p><b>Воздействие на литосферу:</b> промышленные отходы.</p> <p><b>Воздействие на гидросферу:</b> сброс охлаждающей воды при использовании в качестве охладителя.</p> <p><b>Воздействие на атмосферу:</b> тепловое воздействие вследствие испарения части охлаждающей воды; испарения металла шва и электрода; выбросы вредных веществ, входящих в состав металла шва, покрытия электрода.</p>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b></p>	<p>Возможные ЧС: пожар, вырыв; Наиболее типичная ЧС: пожар.</p>

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	
---	--

**Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Мезенцева Ирина Леонидовна			

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В91	Масунов Александр Игоревич		

#### 4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение в раздел. Для наиболее корректного контроля сварочных процессов предлагается использовать аппаратно-программный комплекс управления процессами сварки. Данный аппаратно-программный комплекс применим как в сварочном производстве, так и в автоматизации для просмотра и анализа электрических сигналов.

Пользователями разрабатываемого аппаратно-программного комплекса могут являться компании и предприятия, ориентированные на автоматизированное управление сварочными процессами. Преимуществом данного комплекса является простота его применения, исключающая необходимость дополнительной квалификации и аттестации для допуска к работе сварщика на данном комплексе. В качестве рабочей зоны предполагается использование производственного помещения размерами 20х30 метров. В рабочей зоне предполагается размещение следующего оборудования: аппаратно-программный комплекс на базе микроконтроллера STM32, персональный компьютер (ноутбук), сварочный аппарат. Рабочие процессы, происходящие в рабочей зоне: контроль процессов регистрации показаний процессов сварки через аппаратно-программный комплекс с помощью персонального компьютера, процесс сварки.

Передача данных, отображающих информацию о сварочном процессе с помощью аппаратно-программного комплекса, осуществляется удаленно через кабель Ethernet и не требует нахождения оператора комплекса в непосредственной близости сварочного процесса, тем самым минимизируется вредное влияние на здоровье оператора негативных факторов воздействий во время процесса сварки.

## **4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации**

### **4.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства**

В трудовом кодексе Российской Федерации содержатся основные положения отношений между работником и работодателем, регулирующие защиту прав, условия труда, трудовые отношения и их интересы.

При нормировании труда и учете трудоемкости должно регламентироваться рабочее время работника, учитывая особенности работ и их условий согласно статье 100 Трудового кодекса Российской Федерации [4] режим работы соответствовать следующим режимам:

- пятидневная с двумя выходными днями;
- шестидневная с одним выходным днем;
- рабочая неделя с предоставлением;
- выходных дней по скользящему графику;
- неполная рабочая неделя.

Также предусмотрены режимы работы с ненормированным рабочим днем ежедневной рабочей смены, в том числе неполного рабочего дня, времени начала и окончания рабочего дня и времени перерывов.

В связи с тем, что выполнение сварочных работ осуществляется в вредных или опасных условиях труда, данных вид работ относится к вредным условиям труда 3 или 4 степени или опасным условиям труда и количество рабочих часов в неделю не должно превышать 36-ти часов [5].

Защита персональных данных должна осуществляться согласно трудовому кодексу в целях обеспечения прав и свобод человека и гражданина. Работодатель и его представители при обработке персональных данных должны руководствоваться следующим требованиями, описанными в главе 14 ТК РФ «Защита персональных данных работника» [6].

Основные положения описаны в статье 21 Трудового кодекса Российской Федерации «Основные права и обязанности работника» [7], а именно, каждый работник имеет право на:

- заключение, изменение и расторжение трудового договора;
  - предоставление ему работы, обусловленной трудовым договором;
  - рабочее место;
  - своевременную и в полном объеме выплату заработной платы;
  - отдых, обеспечиваемый установлением нормальной продолжительности рабочего времени;
  - полную достоверную информацию об условиях труда;
  - подготовку и дополнительное профессиональное образование;
  - объединение, включая право на создание профессиональных союзов и вступление в них для защиты своих трудовых прав, свобод и законных интересов;
  - участие в управлении организацией;
  - ведение коллективных переговоров и заключение коллективных договоров и соглашений через своих представителей, а также на информацию о выполнении коллективного договора, соглашений;
  - защиту своих трудовых прав, свобод и законных интересов всеми не запрещенными законом способами;
- разрешение индивидуальных и коллективных трудовых споров, включая право на забастовку, в порядке, установленном настоящим Кодексом, иными федеральными законами;
- возмещение вреда, причиненного ему в связи с исполнением трудовых обязанностей, и компенсацию морального вреда в порядке, установленном настоящим Кодексом, иными федеральными законами;
- обязательное социальное страхование в случаях, предусмотренных федеральными законами.

## 4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей

### зоны

Объектом исследования является процесс управления горением дуги и наплавкой металла ручной дуговой сваркой, следовательно, рабочее место сварщика и оператора должно соответствовать следующим нормативным документам:

– ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное [8];

– ГОСТ 12.3.003-86 Система стандартов безопасности труда. РАБОТЫ ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫЕ [9];

– ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ [10].

Данные нормативные документы определяют требования безопасности к размещению машин для сварки и организации рабочих мест электросварщика и оператора. Ниже описаны основные пункты при компоновке рабочей зоны:

– не менее 1 м – ширина проходов с каждой стороны рабочего стола;

– рабочее место электросварщика должно ограждаться светонепроницаемыми барьерами или ограждениями, и они должны быть изготовлены из несгораемого материала;

– полы производственных помещений должны изготавливаться из несгораемых материалов, обладающих малой теплопроводностью, иметь ровную и нескользкую поверхность, удобную для очистки и удовлетворять требованиям СанПин в соответствии с действующими строительными нормами и правилами;

– не менее 0,5 м – расстояние от стены до однофазного источника питания для сварки;

– траектория зоны видимости дуги для человека должна находиться выше 2,2 м;

- рабочее место обслуживающего персонала и взаимное расположение всех элементов должно обеспечивать рациональность рабочих движений и учитывать энергетические, скоростные, силовые и психофизиологические возможности человека;
- компоновкой рабочей зоны должно быть предусмотрено наличие места для размещения съемных деталей, переносной измерительной аппаратуры, размещение заготовок, готовых изделий и др.;
- установки для сварки должны эксплуатироваться в специально выделенных помещениях и располагаться в открытом пространстве на фундаментах или платформах оборудованных для этого транспортных средств;
- помещения, в которых расположены рабочие места должны соответствовать требованиям пожарной безопасности и иметь средства предотвращения пожара и противопожарной защиты;
- отделка помещений рабочей зоны должна выполняться из негорючих материалов, также отделка помещений не должна быть глянцевой, блестящей и также не должна отражать излучение сварочной дуги (коэффициент отражения должен находиться в пределах 0,4);
- двери производственных помещений, в которых располагается рабочее место сварщика и оператора должно иметь знак ультрафиолетовой опасности;
- не менее 4,2 м – минимальная требуемая высота производственных помещений. коммуникации следует прокладывать под полом в специальных каналах с защитными коробами, кабели могут размещаться на высоте не менее 2,2 м от пола;
- производственные помещения должны иметь приточно-вытяжную вентиляцию, при необходимости, рабочие места должны быть оборудованы местной вентиляцией, исключая возможность попадания в рабочее помещение

продуктов взаимодействия ультрафиолетового излучения с обрабатываемыми материалами.

## 4.2 Производственная безопасность при эксплуатации

Таблица 4.1 – Возможные вредные и опасные факторы на рабочем месте сварщика и оператора

№	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1	Повышенный уровень локальной и общей вибрации	СП 1009-73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов» ГОСТ 12.2.003-91 «ССБТ. Оборудование производственное»
2	Повышенный уровень шума	СП 1009-73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов» ГОСТ 12.2.003-91 «ССБТ. Оборудование производственное» СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"
3	Загрязнение воздушной среды	ГОСТ 12.3.003-86 «Система стандартов безопасности труда. РАБОТЫ ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫЕ» ГОСТ 12.1.005-88 «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны"
4	Монотонность труда, вызывающая монотонию	ГОСТ 12.3.003-86 «Система стандартов безопасности труда. РАБОТЫ ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫЕ»
5	Длительное сосредоточенное наблюдение	ГОСТ 12.3.003-86 «Система стандартов безопасности труда. РАБОТЫ ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫЕ»
6	Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека	ГОСТ 12.3.003-86 «Система стандартов безопасности труда. РАБОТЫ ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫЕ»
7	Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов	ГОСТ 12.3.003-86 «Система стандартов безопасности труда. РАБОТЫ ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫЕ»
8	Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	ГОСТ 12.1.030-81 «Система стандартов безопасности труда. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ. ЗАЩИТНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ. ЗАНУЛЕНИЕ» ГОСТ 12.1.019-2017 «Система стандартов безопасности труда. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ»

### 4.2.1 Повышенный уровень локальной и общей вибрации.

Источником воздействия локальной и общей вибрации является сварочная дуга и источник питания.

Данный вредный фактор при длительном воздействии на организм человека приводит к утомлению, неврологическому поражению и сосудистым нарушениям.

Уменьшение влияния вибрации осуществляется следующими способами:

- воздействием на источник возникновения вибрации;
- уменьшение резонанса путем изменения массы или жесткости колеблющейся системы.

Предельно допустимые значения вибрации для аппаратно-программного комплекса представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Предельно допустимые значения вибрации для рабочих мест операторов согласно СанПиН 1.2.3685-21[8]

Категория вибрации	Направления действия	Фильтр частотной коррекции	Эквивалентные корректируемые уровни виброускорения	
			м/с <sup>2</sup>	дБ
Технологическая вибрация на стационарных рабочих местах	Z	$W_k$	0,1	100
	X, Y	$W_d$	0,071	97

#### 4.2.2 Повышенный уровень шума

Источником возникновения является источник питания сварочной дуги. Повышенный уровень шума в результате длительного воздействия нарушает нормальную деятельность сердечно-сосудистой и нервной систем, пищеварительных и кроветворных органов, развивает профессиональную тугоухость.

Уменьшение влияния повышенного уровня осуществляется следующим образом:

- применение ограждающих конструкций зданий с требуемой звукоизоляцией;

- применением звукопоглощающих конструкций (звукопоглощающих облицовок, кулис, штучных поглотителей);
- применением акустических экранов;
- применение средств индивидуальной защиты (беруши, противошумные наушники).

#### **4.2.3 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения**

Недостаточный уровень освещения снижает работоспособность и вызывает усталость центральной нервной системы. Недостаток освещения устраняется установкой дополнительного местного освещения в рабочей зоне сварщика и оператора.

Нормы освещенности приведены в СП 52.13330.2016, освещенность рабочего места оператора ТУ должна составлять (300 – 500) Лк при общем освещении [13].

#### **4.2.4 Загрязнение воздушной среды**

Источником фактора являются испарения в процессе сварки.

Воздействие на организм человека – появление хронической интоксикации марганцем и различные бронхолегочные заболевания, связанные с воздействием вредных веществ на дыхательную систему человека. Мерами защиты служат противогазы, респираторы, местная вытяжка рабочей зоны. Проверка состояния воздушной среды осуществляется путем определения концентраций вредных веществ в зоне дыхания (под щитком) работающего, а также в воздухе производственных помещений. Пример предельно допустимых концентраций (таблица 3).

Таблица 4.3 – ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны из ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Вещество	ПДК, мг/м <sup>3</sup>
Оксиды азота	5
Железа оксид с примесью оксидов марганца, легированный стали	6
Кадмия оксид	0,1
Кобальт металлический, оксид кобальта	0,5
Марганец	0,2
Озон	0,1
Углерода оксид	20
Феррохром металлический	2
Хромовый ангидрид, хроматы, бихроматы	0,01

#### **4.2.5 Монотонность труда**

Источником возникновения является длительное сосредоточенное наблюдение – однообразная работа, состоящая из несложных однотипных операций, вызывающая такие неблагоприятные факторы, как снижение работоспособности, рост травматизма, рост заболеваемости, которые, в свою очередь, приводят к значительному снижению эффективности труда.

Снижение влияния монотонии и длительного сосредоточенного наблюдения осуществляется за счет смены рода деятельности труда, соблюдения времени работы и отдыха, рационально рассчитанных для данного вида трудовой деятельности работника.

#### **4.2.6 Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека**

Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека вызваны наличием горячих и холодных поверхностей механизмов и оборудования для сварки, в прямом взаимодействии с которыми находятся сварщик и оператор.

Для предотвращения термических ожогов предусмотрено использование индивидуальных средств защиты:

- маска сварщика защищает части тела, находящиеся выше плеч от брызг расплавленного металла и излучения сварочной дуги;
- для защиты торса и конечностей применяется специальная сварочная спецодежда.

Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующих на работающего при соприкосновении с ним, присутствуют в рабочей зоне в виде инструмента, используемого при ручной дуговой сварке (кувалды, молотки, гаечные ключи и т.п.). Также режущими, колющими, обдирающими и разрывающими частями твердых объектов являются части свариваемых деталей. Для уменьшения травматизма, вызванного данным опасным фактором, необходимо соблюдать требования к ношению защитной одежды сварщика и оператора.

#### **4.2.7 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий**

Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий. Источником возникновения данного фактора являются используемые при ручной дуговой источники питания дуги с напряжением холостого хода 40-80 В, результатом воздействия данного фактора является поражение электрическим током. Наиболее типичными заболеваниями и травмами являются: сердечно-сосудистые заболевания, заболевания нервной системы, ожоги электрическим током.

К способам защиты от поражения электрическим током относятся: защитное заземление, зануление, системы защитного отключения и предохранительные устройства.

### 4.3 Экологическая безопасность при эксплуатации

Предполагаемое предприятие, в котором находится производственное помещение, относится к объектам IV категории. В результате разработки модуля интерпретатора управляющих команд аппаратно–программного комплекса автоматического управления процессами сварки, могут возникнуть некоторые источники загрязнения, которые могут подразделяться на твердые, жидкие и газообразные отходы.

Воздействие на гидросферу из-за утилизации компьютерной техники. После окончания срока службы компьютерной техники образуется лом, в котором содержится различные химикаты и металлы.

Твердые отходы имеют воздействие на литосферу и включают в себя: материалы, фракции и цельные части материалов. образование отходов при поломке оргтехники и утилизации ее составных частей. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 N 89-ФЗ устанавливает требования при обращении с группой однородных отходов «Оборудование компьютерное, электронное, оптическое, утратившее потребительские свойства» [14]. Согласно данному документу, отходы электронного оборудования подлежат сбору, накоплению, хранению, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, условия и способы которых должны обеспечивать безопасность окружающей среды и здоровья человека. Выбор технологии утилизации отходов электронного оборудования осуществляется с соблюдением норм законодательства Российской Федерации и в соответствии с ИТС 15-2016 [14]. Основными технологиями утилизации и обезвреживания электрического и электронного оборудования, утратившего потребительские свойства, являются их разборка.

Воздействие на атмосферу в виде газообразных веществ – летучие вещества, зачастую характеризуются токсичными свойствами. Выбросы из вентиляционных систем, содержащие сварочный аэрозоль. В рабочей зоне необходимо обеспечивать предельно допустимую концентрацию вредных

веществ, чтобы обеспечить данный норматив необходимо газообразные отходы подвергнуть обязательной очистке в фильтровентиляционных системах, которые защищают атмосферу от загрязнений.

#### **4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации**

Наиболее типичная ЧС при работе со сварочным аппаратом и электроникой является пожар или взрыв, вследствие потенциальных проблем с электрооборудованием, которое может вызвать короткое замыкание или взрыв баллона с защитным газом. При сварочных работах происходит разбрызгивание расплавленного металла, которое также может вызывать пожар. На основании Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" возможные пожары относятся к классу А (пожары твердых горючих веществ и материалов) и классу С (пожары газов) [16]. В случае возникновения пожара место проведения работ должно быть обеспечено первичными средствами пожаротушения (огнетушитель, кошма, ящик с песком и лопатой, ведро с водой) и подготовлено для безопасного и удобного их выполнения (организованы удобные подходы, удалены мешающие предметы и т.д.). Для защиты оборудования и сгораемых конструкций от искр, следует использовать металлические щиты, листы или асбестовое полотно [17].

К превентивным мерам относятся:

- предотвращение образования горючей среды (в т.ч. применением негорючих веществ и материалов, изоляцией горючей среды, применением устройств защиты производственного оборудования);
- предотвращение образования в горючей среде источников зажигания;
- ограничение массы и (или) объема горючих веществ и материалов;
- ограничение распространения пожара за пределы его очага;
- организация пожарной охраны.

Алгоритм действий при пожаре [18]:

- сообщить в пожарную охрану (телефон - 01 или 112);
- необходимо оповестить всех окружающих коллег о пожаре;
- попробовать, используя пожарные краны, огнетушители, подручные средства, потушить огонь;
- если сил потушить не хватает, то необходимо покинуть опасную зону;
- по прибытии пожарных объяснить, что и где горит.

Вывод по разделу. При соблюдении требований всех нормирующих документов, описанных выше содержание всех вредных веществ должно находиться в требуемых диапазонах. Исследуемое рабочее место сварщика и оператора относится к помещениям категории повышенной опасности (токопроводящие полы и возможность контакта человека с заземляющими устройствами и к корпусам электрооборудования). Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок требуют допуска 2 группы по электробезопасности. Согласно СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" [12] проводимые работы относятся к категории Ib – это в основном сидячая работа, а у сварщика наверняка есть ходьба и тяжести. По правилам СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» производственное помещение относится к категории группы Г. Размер санитарно-защитной зоны составляет 100 метров, так как промышленное предприятие, на котором находятся рабочие места сварщика и оператора относится к объектам 4 категории безопасности [16].

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Целью работы данной ВКР являлась настройка модуля контроллера внешней параллельной памяти FSMC аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами варки.

В аналитической части были проанализированы устройство и передача данных контроллером внешней параллельной памяти с помощью контроллера FSMC.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была настроена работа контроллера внешней параллельной памяти, включая подключение выводов микроконтроллера STM32 к программируемой логической интегральной схеме с оперативной памятью SRAM.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Datasheet STM32F303 // st.com URL:  
<https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32f303re.pdf> (дата обращения: 27.05.2023).
2. AN4761 Application note // st.com URL:  
[https://www.st.com/resource/en/application\\_note/an4761-using-stm32l476486-fsmc-peripheral-to-drive-external-memories--stmicroelectronics.pdf](https://www.st.com/resource/en/application_note/an4761-using-stm32l476486-fsmc-peripheral-to-drive-external-memories--stmicroelectronics.pdf) (дата обращения: 27.05.2023).
3. STM32Cube initialization code generator // st.com URL:  
<https://www.st.com/en/development-tools/stm32cubemx.html>
4. ТК РФ Статья 100 «Режим рабочего времени».
5. ТК РФ Статья 91 «Понятие рабочего времени. Нормальная продолжительность рабочего времени».
6. ТК РФ Статья 86 «Общие требования при обработке персональных данных работника и гарантии их защиты».
7. ТК РФ Статья 21 «Основные права и обязанности работника».
8. ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное».
9. ГОСТ 12.3.003-86 «Система стандартов безопасности труда. РАБОТЫ ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫЕ».
10. ГОСТ 12.1.019-2017 «Система стандартов безопасности труда ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ».
11. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
12. Свод правил СП 52.13330.2016 «ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ».
13. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 N 89-ФЗ.
14. ИТС 15-2016 «УТИЛИЗАЦИЯ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ

## ОТХОДОВ (КРОМЕ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ТЕРМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ (СЖИГАНИЕ ОТХОДОВ)»

15. СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»: дата введения 2009-05-01. – Москва: Стандартинформ, 2009. – 36 с.

16. СанПин 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания".

17. Пожар на рабочем месте (кабинете, цехе и т. п.) // МЧС России URL: <https://10.mchs.gov.ru/deyatelnost/poleznaya-informaciya/rekomendacii-naseleniyu/protivopozharnaya-propaganda/pozhar-na-rabochem-meste-kabinete-cehe-i-t-p> (дата обращения: 20.05.2023).

18. Закон Российской Федерации "Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(Обязательное)

ФЮРА.468213.001

Перв. примен.

Справ. №

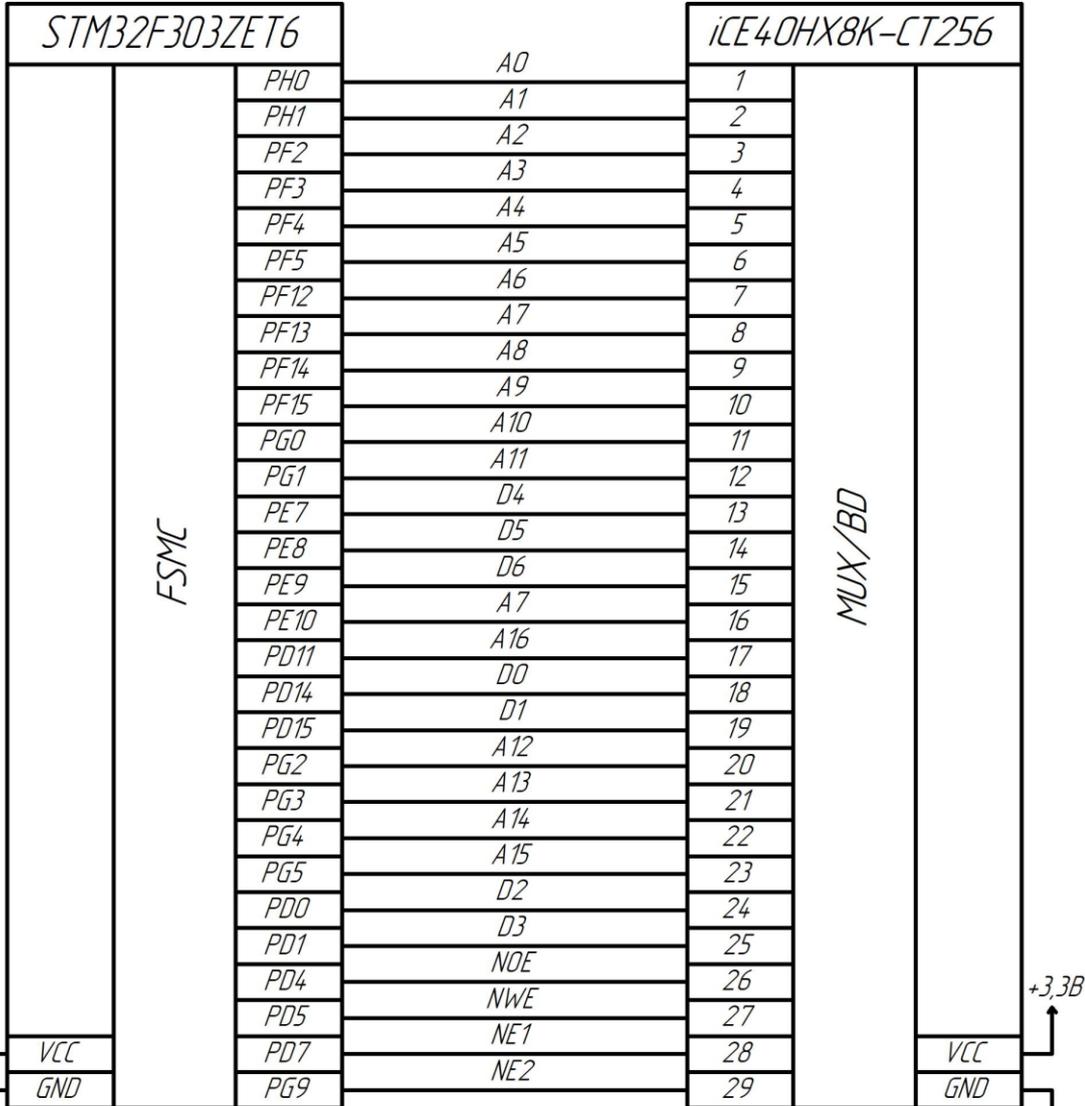
Подп. и дата

Инв. № дц/дл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



ФЮРА.468213.001

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Масунов А.И.		
Пров.		Гордынец А.С.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Схема подключения FSMC

Лит.	Масса	Масштаб
У		1:1
Лист	Листов	1

ТПУ ИШНКБ  
Группа 1В91