



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 интерпретатора управляющих команд аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами сварки

УДК 004.384:621.791.01

#### Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В91	Кубышкин Сергей Владимирович		

#### 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 ОСГН	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.		

Томск – 2023 г



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

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

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

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

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

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
1В91	Кубышкин Сергей Владимирович

Тема работы:

Разработка модуля интерпретатора управляющих команд 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 интерпретатора управляющих команд аппаратно-программного комплекса автоматического 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. Интерфейсы передачи данных с измерительных приборов 1.1.1. IEEE-488.1 1.1.2 Recommended Standard 232 1.1.3 Модульные интерфейсы 1.2. Протоколы общения с измерительными приборами 1.2.1. IEEE – 488.2 1.2.2. SCPI</p>

	1.2.3. Драйверы IVI 1.2.4. Собственные разработки компаний 1.3. Выбор протокола 2. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ИНТЕРПРЕТАТОРА КОМАНД 2.1. Выбор инструмента реализации модуля интерпретатора команд управления 2.2. Разработка интерпретатора управляющих команд 2.3. Разработка системы команд управления 2.3.1. Требования к системе команд 2.3.2. *IDN? 2.3.3. WAVEform:DATA? 2.3.4. Действия интерпретатора при вводе несуществующей команды
--	---

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Разработка программного модуля интерпретатора команд	Скрипко С. И., ассистент ОЭИ
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов М.А., д.э.н., профессор ОСГН
Социальная ответственность	Мезенцева И.Л., старший преподаватель ООД

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

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

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Гордынец А.С.	к.т.н.		
Ассистент ОЭИ	Скрипко С.И.	–		

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В91	Кубышкин Сергей Владимирович		



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

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

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
1В91	Кубышкин Сергей Владимирович

Тема работы:

Разработка модуля интерпретатора управляющих команд 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. Интерфейсы передачи данных с измерительных приборов 1.2. Протоколы общения с измерительным прибором 1.3. Выбор протокола	
24.04.2023	2. Разработка программного модуля интерпретатора команд 2.1. Выбор инструмента реализации 2.2. Разработка интерпретатора команд 2.3. Разработка системы команд управления	
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	Кубышкин Сергей Владимирович		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 82 с., 8 рис., 19 табл., 31 источников.

Ключевые слова: Программный модуль, интерпретатор, протокол, интерфейс, измерительное устройство, программа.

Объектом исследования – модуль интерпретатора управляющих команд аппаратно-программным комплексом автоматического управления процессами сварки.

Цель работы заключается в разработке модуля интерпретатора команд аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами сварки.

В ходе работы проводился анализ существующих способов взаимодействия пользовательского компьютера с контрольно-измерительным устройством.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана библиотека для интерпретации управляющих команд. Библиотека обладает функциями лексического и синтаксического анализатора, а также содержит набор исполняемых команд.

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. Интерфейсы передачи данных с измерительных приборов .....	14
1.1.1. IEEE-488.1.....	14
1.1.2 Recommended Standard 232 .....	16
1.1.3 Модульные интерфейсы.....	18
1.2. Протоколы общения с измерительными приборами .....	19
1.2.1. IEEE – 488.2 .....	19
1.2.2. SCPI .....	20
1.2.3. Драйверы IVI.....	23
1.2.4. Собственные разработки компаний .....	25
1.3. Выбор протокола.....	27
2. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ИНТЕРПРЕТАТОРА КОМАНД .....	28
2.1. Выбор инструмента реализации модуля интерпретатора команд управления .....	28
2.2. Разработка интерпретатора управляющих команд .....	28
2.3. Разработка системы команд управления .....	35
2.3.1. Требования к системе команд.....	35
2.3.2. *IDN?.....	35
2.3.3. :WAVeform:SOURce .....	36
2.3.4. :WAVeform:DATA? .....	37
2.3.4. Действия интерпретатора при вводе несуществующей команды.....	39

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	41
3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	42
3.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования .....	42
3.1.2. Анализ конкурентных технических решений.....	45
3.1.3 SWOT-анализ.....	47
3.2 Планирование работ по научно-техническому исследованию ....	50
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	50
3.2.2 Определение трудоёмкости выполнения работ.....	51
3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	52
3.3. Бюджет научно-технического исследования .....	54
3.3.1. Расчет материальных затрат научно-технического исследования.....	54
3.3.2. Расчёт затрат на специальное оборудование для научных работ .....	55
3.3.3. Основная заработная плата исполнителя темы .....	56
3.3.4. Отчисления во внебюджетные фонды.....	58
3.3.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	59
3.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	60
3.5 Заключение по разделу.....	63
4. Социальная ответственность .....	66

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	67
4.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства	67
4.1.2 Компоновка рабочей зоны .....	67
4.2 Производственная безопасность .....	69
4.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	70
4.3.1Повышенный уровень электромагнитных излучений .....	70
4.3.2 Повышенный уровень статического электричества.....	70
4.3.3 Статические физические перегрузки .....	71
4.3.4 Недостаток освещения .....	71
4.3.5 Превышение уровня шума .....	71
4.3.6 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание.....	72
4.3.7 Твердые и газообразные токсические вещества.....	72
4.3.8 Интенсивное излучение сварочной дуги в оптическом диапазоне.....	73
4.4 Экологическая безопасность .....	73
4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	74
Вывод по разделу .....	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	77
Список использованной литературы .....	78
Приложение А .....	82

## 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 сварных 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.

Цель работы заключается в разработке модуля интерпретатора команд аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами

сварки. Для этого необходимо разработать интерпретатор и систему управляющих команд.

Объектом исследования данной работы является модуль интерпретатора управляющих команд аппаратно-программным комплексом автоматического управления процессами сварки.

Научной значимостью работы является подбор протокола общения с контрольно-измерительными устройствами.

Практическая значимость исследования заключается в разработке модуля интерпретатора управляющих команд в виде библиотеки, которая позволит в дальнейшем использовать ее для управления измерительной аппаратурой и пользователем.

## 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Для разработки управляющих команд необходимо проанализировать, каким образом происходит управление и передача данных между компьютером пользователя и контрольно-измерительным оборудованием. Физическая передача сигнала осуществляется с помощью аппаратного интерфейса. Аппаратным интерфейсом называют инструменты, которые физически соединяют между собой два или более устройства с целью отправки или получения данных. Свод правил общения, с помощью которого происходит общение между устройствами называют протоколом общения. Рассмотрим некоторые способы подключения контрольно-измерительных приборов.

### 1.1. Интерфейсы передачи данных с измерительных приборов

#### 1.1.1. IEEE-488.1

Интерфейсная шина общего назначения IEEE-488.1 (the Institute of Electrical and Electronics Engineers) или так называемая GPIB (General Purpose Interface Bus) — это международный стандарт инструментального интерфейса для интеграции измерительных устройств в различные системы (рисунок 1). Это один из самых старых и популярных способов подключения приборов измерения к компьютеру. Интерфейс представляет из себя 24-проводной кабель, с помощью которого можно подключить до 15 устройств, включая контроллер. Для связи устройств интерфейс содержит 3 функциональных элемента: говорящий, слушающий и контроллер.

Говорящий элемент способен отправлять данные от устройства на другое устройство в шине, когда к нему обращаются для разговора. Только одно устройство GPIB одновременно может быть активным переговорщиком.

Слушатель – это функциональный элемент, принимающий данные, отправленные другим устройством. Все подключенные к шине устройства, кроме говорящего, способны одновременно принимать поступающие данные.

Контроллер – это устройство, управляющая работой и интерфейса. Обычно таким устройством является компьютер, он управляет передачей

данных между подключенными устройствами, определяя кто будет говорящим, а кто слушателем.



Рисунок 1 – Физический интерфейс IEEE-488(GPIB)

Для передачи данных и отправки команд между подключёнными устройствами используются 16 сигнальных линий, которые организованы в три функциональные группы:

- шина передачи данных (8 линий), с их помощью происходит ввод/вывод данных. Данные и команды передаются по шине данных в байтово-последовательной, битово-параллельной форме. Это означает, что за один раз по шине передается один байт данных (восемь бит). Передача данных форматируются в семибитовый код ASCII (американский стандартный код для обмена информацией), а Восьмой бит (четности) не используется;

- шина управления передачей байтов данных (3 линии). Она управляет передачей по шине данных с помощью технологии «трёхпроводное рукопожатие». Этот метод осуществляет передачу от говорящего нескольким слушателям со скоростью самого медленного из них, что гарантирует целостность данных;

- шина общего управления интерфейсом (5 линий). Она используется для управления потоками информации. С ее помощью сигнализируется окончание передачи потока данных, осуществляется

управление состоянием подключенных устройств, определяется, что передаётся в данный момент команда или данные [1].

Максимальная длина шина составляет 20 метров, что делает общение по данному интерфейсу ограниченным в пространстве.

Если измерительный прибор подключен к компьютеру через GPIB, то для управления прибором используют стандарт одноименный стандарт IEEE488.2 и SCPI.

Несмотря на удобный и понятный стандарт общения шина данных GPIB имела такие недостатки, как сложность и дороговизна изготовления интерфейса. На замену ему пришел более дешевый в изготовлении RS-232.

### **1.1.2 Recommended Standard 232**

RS-232 (Recommended Standard 232) – это интерфейс передачи данных, который широко используется и по сей день, не смотря на преклонный возраст. Интерфейс был представлен еще в 1960-х годах и нашел свое применение во многих приложениях, таких как компьютерные принтеры, устройства автоматизации производства, в то числе, в контрольно-измерительной аппаратуре. передача данных осуществляется с помощью последовательной связи. Данные передаются друг за другом, начиная с младшего бита. Последовательная связь медленнее, чем параллельная, но используется для длительной передачи данных из-за более низкой стоимости и практических соображений.

RS-232 представляет из себя 9-проводной кабель (рисунок 2), пяти линий которого предназначены для передачи и получения информации, а остальные для управления потоком данных между устройствами.

Состав линии передачи данных:

- передача данных (1 линия);
- прием данных (1 линия);
- управление потоком данных (1 линия);

– линия готовности устройства к отправке или получению данных (1 линия).

Передача данных основана на технологии рукопожатия. [2] Это процесс, который используется для установления соединения между передатчиком и приемником перед фактической передачей данных. Интерфейс может отправлять данные в виде ASCII кода, что позволяет использовать протоколы, разработанные для стандарта GPIB. Это значит, что стандарт SCPI также подходит для управления контрольно-измерительными приборами через RS-232.



Рисунок 2 – Интерфейс RS-232

Интерфейс RS-232 является более дешевой и простой в изготовлении альтернативой стандарту GPIB и обладает своими преимуществами и недостатками.

Сильные стороны интерфейса RS-232:

- использование минимального набора линий для передачи и получения данных, что делает его простым в использовании и недорогим;
- возможность передачи на расстояние до 50 м, что в 2,5 раза дальше, чем GPIB;
- универсальность подключения к различным устройствам.

Слабые стороны:

- низкая скорость передачи данных через последовательную связь;
- соединение может устанавливать только между двумя устройствами;

RS-232 активно применялся для общения, например, с осциллографами с помощью стандартных команд SCPI. В настоящее время интерфейс применяется не так часто, ему на замену пришли более быстрые интерфейсы передачи данных.

### **1.1.3 Модульные интерфейсы**

Кроме обычных интерфейсов передачи данных существуют несколько модульных стандартов подключения для приборов и измерительного оборудования к компьютерам. Такими стандартами являются VXI (VME eXtensions for Instrumentation), PXI (PCI eXtensions for Instrumentation) и LXI (LAN eXtensions for Instrumentation). Все стандарты являются расширением шин, на которых основана передача данных: для VXI это шина VME, для PXI – PCI, для LXI- LAN (Ethernet).

Стандарты отличаются более высокой передачей данных, по сравнению с передачей по GPIB и RS-232. GPIB имеет максимальную скорость передачи данных около 1 МГц, в то время как VXI может передавать данные от модуля к модулю со скоростью до 40 МГц

Они основаны на модульной системе подключения, где необходимый измерительный прибор подключается к шине данных. Грубо говоря, модули – это платы, подключённые к одной шине данных, по которой происходит общение с оборудованием. На рисунке 3 представлено измерительное устройство с модулями PXI.



Рисунок 3 – Модуль PXI

Модули PXI, VXI, LXI при желании быстро заменить на другие, исполняющие функции отличные от предыдущего модуля, в таком случае обеспечивается гибкость функционала оборудования.

## **1.2. Протоколы общения с измерительными приборами**

### **1.2.1. IEEE – 488.2**

Одновременно с созданием интерфейса IEEE-488.1 был разработан протокол общения IEEE-488.2. Для общения между устройствами используется текстовый набор команд, сформированный в виде семибитного кода ASCII. Стандарт определяет минимальный набор возможностей, которыми должен обладать каждый инструмент, а именно: принимать и передавать данные, посылать запрос на обслуживание и реагировать на команды.

Стандарт задает формат команд, посылаемых инструментам, а также формат и кодировку откликов. Команды, как правило, являются аббревиатурами соответствующих слов английского языка. Команды разделяются на два типа: команды-запросы и команды исполнения. запросы снабжаются на конце вопросительным знаком, а все обязательные команды

префиксируются астериском (\*). Список наиболее часто используемых обязательных команд приведен в таблице 1.[3]

Таблица 1 – Команды стандарта IEEE-488.1

Команда	Группа	Тип	Описание
*IDN?	Сист. информация	Запрос	Запрос информации об устройстве
*RST	Внутренние операции	Исполнение	Сброс настроек
*TST?	Внутренние операции	Запрос	Проведение диагностики
*OPC	Синхронизация	Исполнение	Закончить операцию
*OPC?	Синхронизация	Запрос	Закончена ли операция?
*WAI	Синхронизация	Исполнение	Дождаться завершения операции
*CLS	Статус операции	Исполнение	Очистить статусный регистр
*ESE	Статус операции	Исполнение	Разрешить работу регистра статуса событий
*ESE?	Статус операции	Запрос	Разрешена ли работа регистра статуса событий?
*ESR?	Статус операции	Запрос	Запросить регистр статуса событий
*SRE	Статус операции	Исполнение	Разрешить посылку запросов на обслуживание
*SRE?	Статус операции	Запрос	Разрешена ли посылка запросов на обслуживание?
*STB?	Статус операции	Запрос	Считать статусный байт

Позже на основе стандарта IEEE-488 был разработан стандарт команд для программируемых инструментов (Standard Commands for Programming Instruments, SCPI).

### 1.2.2. SCPI

SCPI — это стандартный набор команд, который используется для программного управления измерительными и другими техническими приборами, например осциллографами, программируемыми мультиметрами, вольтметрами и т.д. Целью SCPI является обеспечение единообразного и согласованного набора команд для управления контрольно-измерительными

приборами. Одни и те же команды и запросы управляют соответствующими функциями прибора независимо от производителя или типа прибора.

Команды SCPI представляют собой строки ASCII и позволяют запрограммировать прибор из любой операционной системы, так как расшифровка кода ASCII производится прибором самостоятельно.

В каждом приборе, управление которым происходит через SCPI, обязательно должны быть реализованы команды стандарта IEEE488: «\*IDN?» - запрос, возвращающий строку с информацией о приборе (модель устройства; серийный номер устройства; версия модели); «\*RST» - команда сброса всех настроек прибора до заводских по умолчанию; «\*TST?» - команда, при которой прибор выполняет диагностику на наличие неполадок в системе; и многие другие команды.

Помимо базовых команд, в наборе могут содержаться команды присущие только тем или иным устройствам, в зависимости от функций устройств и их назначения. Например, для мультиметра будут реализованы команды запроса на считывания электрических параметров, а для генератора – команды управления параметрами.

Синтаксис стандарта удобен и прост в использовании, все его команды сгруппированы в виде древовидных структур, которые формируют функциональные системы.[4] Основание функциональной системы – «корень дерева». Каждая система может имеет подсистема, а подсистема – конечный элемент. Например, для считывания значения напряжения постоянного тока запрос будет начинаться с системы «MEASure», которая содержит в себе подсистемы различных измеряемых параметров. Подсистемы более нижнего уровня отделяются от верхней двоеточием, параметр измерения, в данном случае напряжение приставляет следующую подсистему «VOLTage», далее следует двоеточие и конечный элемент, который указывает на род измеряемого тока «DC». Завершает команду знак вопрос «?», это означает, что команда осуществляет запрос. В итоге получается:

MEASure:VOLTage:DC?.

Также пользователю предоставляется 2 варианта введения команды: полный и сокращенный ввод. Сокращенный формат прописывается в спецификации заглавными буквами. Команда измерения может быть вызвана запросом:

```
MEASure:VOLTage:DC?
```

или в сокращенной форме:

```
MEAS:VOLT:DC?
```

Также SCPI нечувствителен к регистрам при вводе в командную строку. Строчные и заглавные буквы служат для разделения полного и краткого формата команды. Программа правильно распознает запрос, если он будет введен следующим образом:

```
MeAsUrE:voltAGE:dc?
```

Протокол SCPI предусматривает наличие преамбулы при ответе на запрос. Формат возврата связан с форматом данных. Например, при запросе «:WAVeform:DATA?» - считывание формы сигнала измерительное устройство перед отправкой требуемых данных отправляет заголовок (преамбулу), содержащий информации об отправляемых данных. Заголовок состоит из 11 символов «#9XXXXXXXXXX», первые 2 символ говорят, что последующие 9 символов (3-11) укажут на количество байт данных, считавших форму сигнала [5].

Стандарт SCPI зарекомендовал себя благодаря своему простому и понятному синтаксису, совместимости с множеством интерфейсов, кроссплатформенности и общедоступности стандарт, который и по сей день используется в подавляющем большинстве контрольно-измерительного оборудования.

Данный стандарт является кроссплатформенным и может быть легко адаптирован для любой другой аппаратной базы. Сейчас SCPI совместим с множеством интерфейсов: Ethernet, USB, RS-232, RS-485 и др.

### 1.2.3. Драйверы IVI

Для управления по средствам модульных интерфейсов в основном используется программное обеспечение в виде текстовых и графических интерфейсов, которым в передаче данных помогают драйверы IVI.

IVI (Instrument Driver for Virtual Instruments) – это стандартный программный интерфейс, разработанный для унифицированного управления испытательными блоками (инструментами) через различные приложения и языки программирования. Стандарты IVI определяют архитектуру драйвера прибора и обеспечивают совместимость с популярными средами разработки приложений, общий синтаксис команд для всех семейств инструментов.

IVI драйверы представляют собой стандартные библиотеки функций, которые обеспечивают единый интерфейс для доступа к функциям, которые должны выполнять различные испытательные блоки (например, генераторы сигналов, цифровые осциллографы и т. д.). Эти драйверы способны описывать функциональность таких блоков в терминах единого сета функций, которые могут быть вызваны через обычные языки программирования и программы, такие как LabVIEW, MATLAB и Python. IVI дает возможность общаться с прибором не только посредством текстовых команд, но и по средствам создания графических интерфейсов. Пользователь может легко использовать любой инструмент при условии, что соответствующий драйвер IVI установлен в системе. На рисунке 4 представлена архитектура IVI.

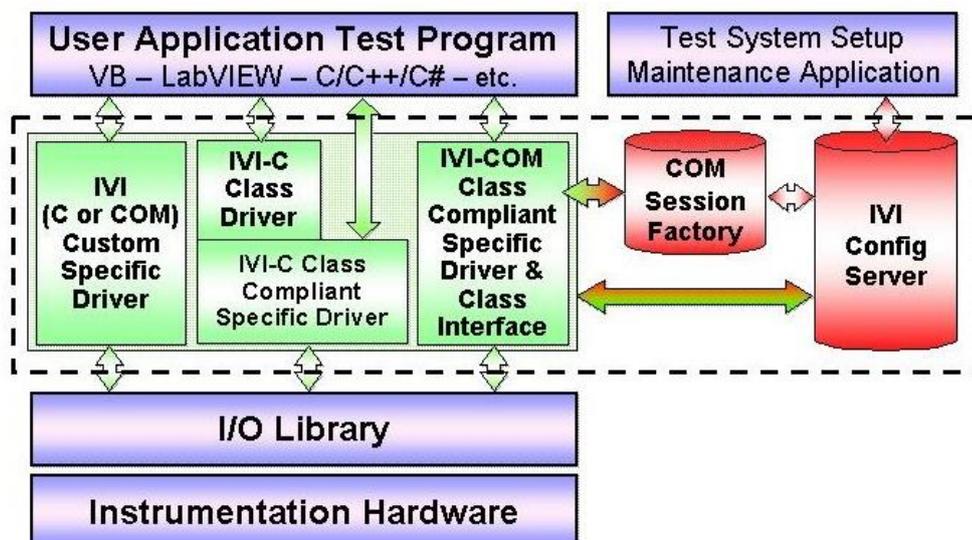


Рисунок 4 – Архитектура IVI [6]

На основе драйверов IVI была разработана Архитектура программного обеспечения виртуального измерительного прибора (VISA).

VISA, Virtual Instrument Software Architecture — стандарт интерфейса ввода-вывода в области тестирования и измерений для управления приборами с персонального компьютера. VISA объединяет доступ ко всем измерительным приборам, независимо от используемого протокола и оборудования.

Библиотека VISA устанавливается на стороне клиента, на ПК, где выполняется пользовательская программа. Графический интерфейс позволяет взаимодействовать с прибором и управлять процессом измерения. А драйверы осуществляют связь между интерфейсом и прибором, переводя команды пользователя в соответствующие команды оборудования и наоборот. Графический интерфейс предоставляет возможность легкого и интуитивно управления устройством, но управлять получится не каждым устройством, так как IVI и VISA поддерживается не каждым измерительным прибором. Также код драйвера IVI и стандарт VISA

#### **1.2.4. Собственные разработки компаний**

Кроме общепринятых стандартов, которые должны поддерживаться программируемой измерительной аппаратурой, производитель также имеет возможность создания собственного протокола общения пользователей своим продуктом.

Компания Keithley Instruments предложила пользователям управлять их устройствами с помощью Test Script Processor (TSP) [7]. Это программное обеспечение для автоматизации тестирования и измерений в измерительной технике. Оно позволяет создавать и запускать сценарии тестирования широкого спектра устройств, включая медицинское оборудование, электронику, электромеханическое оборудование и другие виды приборов. Сценарий или скрипт – это программа или последовательность команд, направленные на выполнение поступившей команды.

TSP может быть встроен в программируемые приборы или может быть использован в качестве отдельного программного приложения. Он обеспечивает широкий спектр возможностей для тестирования, включая анализ спектра, измерение мощности, измерение времени задержки, измерение сопротивления и многое другое.

TSP представляет собой гибкий язык программирования, который поддерживает стандартные операторы и функции. Также он поддерживает функции, команды и переменные, которые могут быть созданы и добавлены в скрипт пользователями самостоятельно, и могут использоваться повторно в других скриптах. Это позволило TSP воплотить в себе достаточно большой функционал, начиная от возможностей измерения и вычисления параметров, заканчивая функциями настройки и сканирования прибора. Также есть возможность подключения библиотек для работы с различными языками программирования. Например, библиотека Selenium WebDriver для Python.

Помимо ручного ввода команд, скрипты TSP могут быть сгенерированы с помощью графического интерфейса, также поддерживаемого в измерительном оборудовании Keysight. Графический интерфейс позволяет

пользователям создавать тестовые сценарии, а затем преобразовывать их в TSP-скрипты, которые могут быть запущены на инструменте Keysight.

В основе программного обеспечения лежит язык программирования Lua, который был создан В 1993 году в католическом университете Рио-де-Жанейро. Он был разработан для интеграции в программы, написанные на языках программирования семейства С и других общепринятых языках.

Язык Lua является свободно распространяемым с открытыми исходными кодами на С, каждый желающий может использовать его в своих разработках. Lua имеет простой и понятный синтаксис, благодаря чему является очень простым в изучении.

Lua очень легко встраивать в другие языки программирования и приложения. Lua API может быть использован для создания различных библиотек. Встроенный интерпретатор команд дают возможность разработать свой протокол общения с тем или иным прибором. Размеры библиотеки, которые составляют несколько сотен килобайт, что значительно меньше других библиотеки для скриптовых языков, дают возможность интеграции с устройствами, ресурсы которых ограничены.

На языке программирования Lua в виде библиотеки были реализованы команды управления прибором. Команды могут отправляться как последовательно в виде отдельных сообщений, так и одним сообщением, но команды должны быть разделены между собой пробелом. Например, отправка команд установки уровня выходного напряжения в один вольт на канале А и включения выхода канала А будет выглядеть так:

```
smua.source.levelv = 1 smua.source.output = smua.OUTPUT_ON.
```

В таком случае команды выполняются в порядке их написания.

Что касается аппаратной составляющей, то TSP поддерживает передачу данных через интерфейсы USB, Ethernet или GPIB, что позволяет организовать удаленное управление оборудованием и выполнение тестовых процедур на расстоянии. Однако данный способ общения поддерживается небольшим количеством устройств, а именно приборами, выпущенными компанией

Keithley Instruments и её партнерами, которые имеют встроенный процессор сценариев. На другое оборудование установка TSP будет бесполезной.

### **1.3. Выбор протокола**

На основании анализа существующих способов общения с измерительной аппаратурой был принято решение разрабатывать систему команд на основе стандартных команд SCPI. Такое решение было принято по ряду причин:

- Отправка команд происходит в виде ASCII кода, данный формат позволяет передавать данные с помощью практически любого интерфейса;
- Синтаксис SCPI легок и удобен в обращении, а также содержат в себе необходимые для управления АПК функции;
- Спецификация набора команд SCPI является открытой и даёт возможность разработать собственную систему команд без задействования драйверов и вспомогательного программного обеспечения.

Драйверы так или иначе содержат в себе набор команды SCPI и для использования в АПК являются излишними, так как есть возможность пользоваться командами напрямую, а дополнительное программное обеспечение будет использовать ресурсы микроконтроллера, что отрицательно сказывается на быстродействии комплекса. Использование скриптового языка программного обеспечения TSP также не представляется возможным, не смотря открытую документацию команд языка, необходимо наличие на измерительном устройстве процессора сценариев, код которого является проприетарным.

## **2. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ИНТЕРПРЕТАТОРА КОМАНД**

### **2.1. Выбор инструмента реализации модуля интерпретатора команд управления**

При разработке модуля интерпретатора команд аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами сварки была поставлена задача разработки системы команд и их интерпретатора. На основе анализа существующих способов взаимодействия между компьютером и устройством было принято решение проводить разработку на основе стандартного набора команд SCPI. Выбор был обусловлен наличием открытого доступа к структуре команд и их перечню. SCPI так или иначе заложен в основу многих программных обеспечений, с помощью которых происходит управление приборами. Использование чистого набора команд является более предпочтительным, чем специальное программное обеспечение и протокол обмена данными, это позволит добиться желаемого результата затрачивая меньшее количество ресурсов микроконтроллера, а также обеспечит более высокое быстродействие интерпретатора.

SCPI универсален в применении, он обеспечивает управление контрольно-измерительными приборами по средствами различных интерфейсов (GPIB, RS-232, USB, Ethernet и др.). набор команд прост и удобен в использовании благодаря командам, название которых уже говорит о том, что эта команда делает, возможности применения, сокращенного формата команд, а также нечувствительности к регистру, которым была введена команда.

Немаловажным фактором SCPI является возможность создания собственных команд в соответствии со стандартом, что даёт возможность расширять функционал устройства.

### **2.2. Разработка интерпретатора управляющих команд**

Интерпретатор команд — это часть системы управления, которая понимает и выполняет команды, вводимые в интерактивном режиме. В

отличие от программы, имеющей графический пользовательский интерфейс в виде кнопок и меню, управляемых мышью, интерпретатор командной строки принимает строки текста, введенные с клавиатуры, в качестве команд. Интерпретатор позволяет пользователю взаимодействовать с устройством, используя команды в виде текстовых строк. Команда вводится в терминал или, так называемую командную строку.

Командная строка – область, в которой осуществляется ввод/вывод данных.

Структура управления устройством с помощью интерпретатора командной строки представлена на рисунке 5

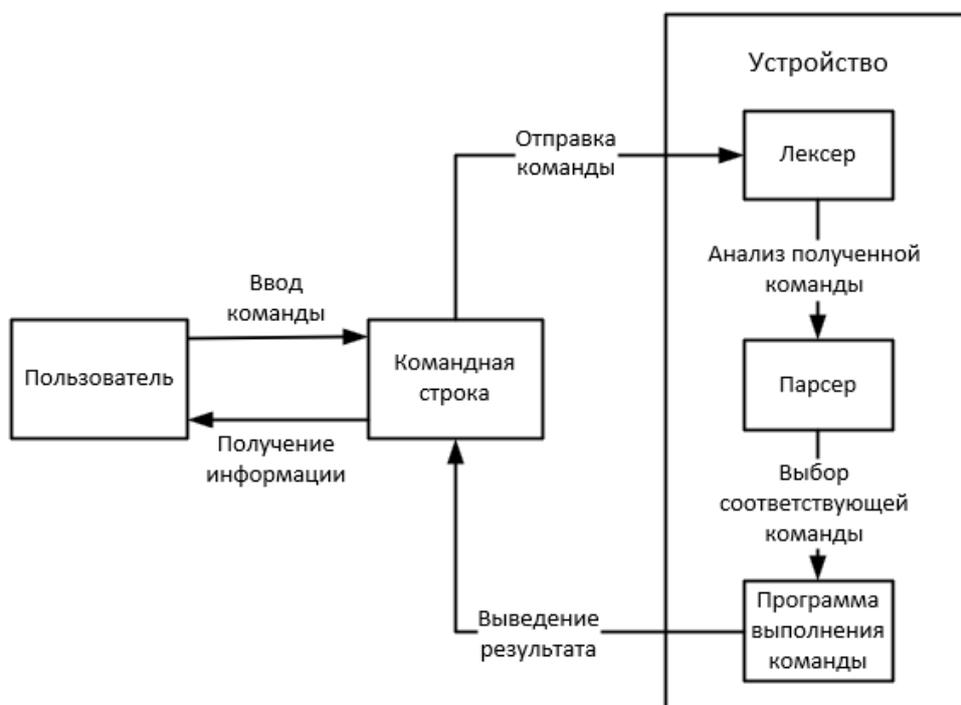


Рисунок 5 – Управление устройством с помощью интерпретатора командной строки

Образцом для разработки был взят проект на языке Си с открытого источника [8], который был создан для личного пользования и содержал в себе несколько примеров с открытым исходным кодом, в том числе пример создания интерпретатора команд. Так как проект был создан для решения личный задач автора, документация на по разработке интерпретатора не

велась. В таком случае, необходимо изучить структуру интерпретатора и его функционал, интегрировать в собственный проект и адаптировать интерпретатор для собственных целей.

Подключение кода интерпретатора осуществляется средствами подключения библиотек в языке Си. Исходный код интерпретатора разделен на несколько файлов, выполняющих разные функции. Такое разделение в программировании является правилом хорошего тона и говорит о профессионализме автора. Структурирование кода по его функциональным возможностям позволяет получить более ясное представление о работе программы. Также это даёт возможность простого интеграции как всего интерпретатора, так и отдельных его файлов в другие проекты.

Файлы, с помощью которых реализован интерпретатор команд:

- `parser.c` – файл, который предоставляет основную часть библиотеки. В этом файле прописаны основные функции, с помощью которых происходит обработка входных параметров и генерация результатов различных типов, а также функции, используемые для анализа и интерпретирования команд.

- `lexer.c` – обеспечивает лексический анализ введенной команды. В этом файле содержатся функции для посимвольной обработки входных данных: функции приравнивания регистра, сравнение обработка полного и сокращенного формата команды.

- `error.c` - обеспечивает базовую обработку ошибок. Файл содержит в себе набор функции, вызов которых происходит при выявлении ошибок на любой стадии обработки команды.

- `ieee488.c` - обеспечивает базовую реализацию обязательных команд IEEE488.2

- `utils.c` - предоставляет процедуры обработки строк и преобразования.

- `scpi-def.c` – обеспечивает общую реализацию SCPI команд устройства. С помощью этого файла происходит выборка и вызов соответствующей записи программы.

Библиотека содержит не только Си-файлы, функции которых непосредственно исполняются и могут быть вызваны при компиляции проекта, но и файлы формата `.h` (h-файлы), которые называются заголовочными. В таких файлах содержатся объявления переменных, функций, которые присутствуют в проекте. Их можно использовать в нескольких файлах. Подключение файла происходит при помощи директивы предпроцессора компилятора `#include` следующим образом:

***#include "parser.h"***.

При компиляции вместо ***#include "parser.h"*** будет подставлено всё содержимое файла `parser.h`.

Для использования интерпретатора в АПК необходимо добавить файлы в проект и подключить все файлы. Для подключения файла и его видимости в проекте необходимо указать расположения файлов в `makefile`. `Makefile` – это файл, который содержит набор правил для компиляции и сборки проекта. Без указания расположения файлов проект не сможет их подключить и скомпилировать всю программу.

Для с-файлов путь указывается отдельно для каждого файла:

```
C_SOURCES =\
Core/scpi/src/error.c\
Core/scpi/src/lexer.c\
Core/Src/scpi.c\
```

Для h-файлов путь достаточно указать расположение папки, в которой они находятся:

```
C_INCLUDES =\
-ICore/scpi/inc/scpi \
-ICore/Inc
```

После того, как все файлы объявлены в `makefile`, приступаем к отладке кода.

Для более удобного использования интерпретатора в АПК и для подключения большого количества заголовочных файлов интерпретатора в проекте было создано 2 файла: заголовочный и файл с исходным кодом, в которых были объявлены все необходимые для использования модуля файлы, а также прописаны функции, выполняющие ту или иную команду стандарта SCPI. Это позволяет обращаться ко всем файлам интерпретатора через один файл, так называемую «обертку». После создания «обертки» достаточно единожды подключить библиотеку, после чего будет доступен весь функционал интерпретатора команд.

Перед использованием интерпретатора необходимо его проинициализировать, то есть подготовить к работе. Это делается при помощи вызова следующей функции:

```
SCPI_Init(&scpi_context,  
scpi_commands,  
&scpi_interface,  
scpi_units_def,  
SCPI_IDN1, SCPI_IDN2, SCPI_IDN3, SCPI_IDN4,  
scpi_input_buffer, SCPI_INPUT_BUFFER_LENGTH,  
scpi_error_queue_data, SCPI_ERROR_QUEUE_SIZE);
```

Функция инициализации принимает на вход множество параметров, необходимых для описания и интерпретирования поступающих запросов. Все параметры должны быть предварительно размещены перед вызовом этой функции, которая просто регистрирует эти значения в контексте.

Для того, чтобы программа приступила к интерпретации входных параметров необходимо вызвать функцию, на вход которой будет поступать запрос, введенный в командной строке, и длина запроса.

```
Int SCPI_Input (scpi_t * context, //вызов функции начала  
const char * data, int len) //интерпретирования команды
```

После введени команд и вызова функции *Int SCPI\_Input* интерпретация команд проходит в несколько этапов: работа лексического анализатора команд, работа синтаксического, исполнение соответствующих запросу функций.

За обработку команд отвечает лексический анализатор (или лексер). Эта часть интерпретатора, которая посимвольно анализирует командную строку и подготавливает её для дальнейших действий парсера. На этом этапе реализуется такие свойства стандарта SCPI, как нечувствительность к регистру и возможность использования сокращений. Это реализуется с целью упрощения ввода команд, при которых пользователю не нужно следить за регистром. Благодаря лексеру команды *WAVeform:DATA?*, *waveFORM:data?*, а также *WAV:DATA?* приравниваются, и парсер видит 3 одинаковые команды. Результат работы лексического анализатора изображены на рисунке.

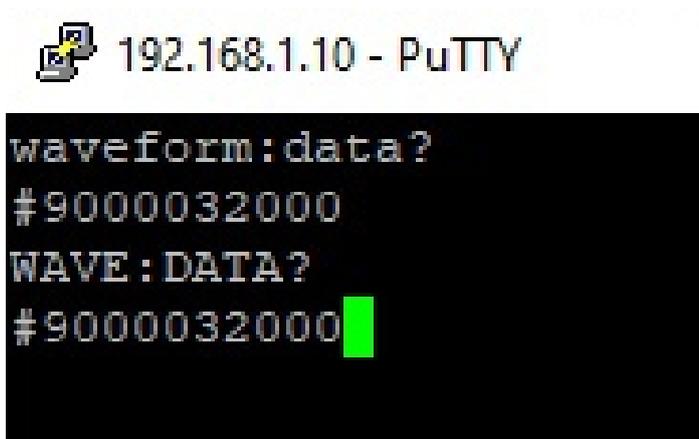


Рисунок 6 – Распознавание команды независимо от регистра и формата команды

Следующим этапом выполнение команд является синтаксический анализ. Синтаксический анализатор или парсер распознаёт команду на основе результата работы лексера. Разница между лексическим и синтаксическим анализатором в том, что первый составляет из символов понятные для программы слова, а второй читает составленное лексером слово и вызывает соответствующую. Парсер сравнивает поступившую команду с имеющимися в библиотеке, при совпадении происходит вызов обратной функции:

```

const scpi_command_t scpi_commands [] = //сопоставление поступившей
                                        команды с набором
                                        имеющихся

{ //при совпадении команд происходит вызов функции
  { .pattern = "WAVeform:DATA?", .callback = WAVeform_DATA,},
  { .pattern = "*IDN?", .callback = SCPI_CoreIdnQ,},
  SCPI_CMD_LIST_END
};

```

Функция обратного вызова — это функция, передаваемая в другую функцию или структуру в качестве аргумента, который затем вызывается внутри внешней функции для выполнения какой-либо процедуры или действия. Для передачи функции в качестве аргумента используют указатель на функцию, который указывает на исполняемый код в памяти. При передаче указателя на функцию программа будет выполнять код, который находится в памяти по определенному адресу. Например, если в консоли была введена команда *\*IDN?*, то при выполнении синтаксического анализа в структуру *\_scpi\_command\_t* запишется два параметра: имя команды через указатель на значение переменной и указатель на функцию, исполняющую эту команду, с помощью ещё одной структуры:

```

typedef scpi_result_t(*scpi_command_callback_t)(scpi_t *);
struct _scpi_command_t {
  const char * pattern;
  scpi_command_callback_t callback;
};

```

Итог работы парсера расширится в следующую структуру:

```

struct _scpi_command_t { (char[6])"*IDN?", & SCPI_CoreIdnQ}.

```

Указатель на функцию *& SCPI\_CoreIdnQ* вызовет исполнение функции *SCPI\_CoreIdnQ*, которая выводит на экран информацию об используемом устройстве.

Таким образом, результатом синтаксического анализа является вызов функции, который соответствует введенной команде. В следующем этапе происходит выполнение действий, соответствующих команде.

### 2.3. Разработка системы команд управления

После реализации интерпретатора команд не обходимо разработать систему команд для управления аппаратно-программным комплексом.

#### 2.3.1. Требования к системе команд

Помимо заранее поставленных целей и задач, были определены формат и структура ответов, которые должны возвращаться при вызове функций.

Разработчик, занимающийся модулем управления АПК, предъявил требования по созданию API функций

```
int Command_Parser (uint8_t *bf, uint16_t len) // интерпретирование  
команды
```

Данная функция реализует интерпретирование введённого пользовательского запроса. Функция на входе должна принимать данные о пользовательской команде, имеющие тип *uint8\_t* и длину команды типа *uint16\_t*, структура ответа должна содержать уведомление об успешности выполнения в формате *TRUE* либо *FALSE* в зависимости от наличия данной команды в языке программирования SCPI?, всего должно быть реализовано две основные команды, это “\*IDN?””, позволяющая получить идентификатор системы и “WAVeform:DATA?”- команда считывания формы сигнала, которая захватывает данные с буфера внешней памяти.

Разработаем требуемые команды в соответствии с полученными требованиями. Алгоритм программы интерпретатора с системой команд представлен в приложении А.

#### 2.3.2. \*IDN?

Команда «\*IDN?» является основной командой стандарта IEEE-488.2, которая в последствии стала базовой командой набора команд SCPI и которая должна реализована в любом устройстве, управляемом с помощью SCPI, в

независимости от функционала устройства. Команда предоставляет пользователю информацию о идентификации устройства. Выходом функции является информация о производителе устройства, модели устройства, а также серийном номере и его версии. Для это был создан массив, в который записывается вся информация о приборе:

```
uint8_t IDN[]="Designed by 1V91: <Welding_Control –№001–alfa V 1.0>";
```

*//объявление массива с информацией о приборе*

При введении команды, массив с информацией записывается в буфер отправки, также для отправки указывается размер массива и происходит сигнализация о завершении выполнения запроса путем поднятия флага.

Выполнение команды «\*IDN?»:

```
for (uint16_t i = 0; i < sizeof(IDN); i++) //заполнение буфера отправки с помощью цикла  
{  
data[i]=IDN[i];  
}  
dl=sizeof(IDN) //указание размера буфера  
flag=1; // команда интерпретирована успешно, флаг поднят
```

### 2.3.3. :WAVeform:SOURce

Для реализации требуемой команды считывания формы сигнала (:WAVeform:DATA?) необходимо реализовать несколько команд настройки измерительного устройства. **:WAVeform:SOURce** – это команда, позволяющая выбрать канал для считывания параметров с измерительного устройства. При вызове команды необходимо у казать кокой канала будет использоваться в дальнейшем следующим образом:

```
:WAVeform:SOURce:CHANnel 1
```

Допускается сокращенный ввод команды в соответствии со стандартом SCPI.

При вызове команды номер выбранного канала записывается в переменную *channel*, которая используется при реализации команды считывания формы сигнала «:WAVEform:DATA?»

#### 2.3.4. :WAVEform:DATA?

Команда «WAVEform:DATA?» — это команда стандарта SCPI, которая свойственна для устройств, выполняющих измерительную функцию. Например, такая команда присутствует в каждом осциллографе, который управляется с помощью SCPI команд. Команда принадлежит к типу команд запроса, поэтому в конце команды стоит знак вопроса (?). Запрос направлен на считывание формы сигнала. Иногда однократное измерение того или иного параметра не даёт полной картины происходящего. К примеру, если нужно отследить такой параметр, как напряжение дуги при сварке на переменном токе, однократное измерение будет бесполезным, в таком случае нам нужно регистрировать данные в течении некоторого времени. Как раз для таких случаев была разработана команда «WAVEform:DATA?».

Захват данных осуществляется с помощью программируемой логической интегральной схемы с несколькими каналами считывания данных, данные записываются в буфер внешней памяти, в свою очередь считывание буфера внешней памяти происходит с помощью разрабатываемой команды. От команды требуется считать данные из буфера, указать его размер и просигнализировать о выполнении задачи, подняв флаг.

Перед использование команды необходимо выбрать канал считывания данных с помощью команды «:WAVEform:SOURce:CHANnel». Если команда считывания была вызвана без предварительного выбора канала, интерпретатор выводит сообщение с просьбой выбрать канал считывания

Код программы выполнения команды:

```
if (channel == 1) //проверка выбранного канала
{
readBuffChan1(&data,sizeof(data)); //считывание данных с 1
канала внешней памяти
```

```

dl=32000; //указание размера буфера
flag=1; //команда интерпретирована
//успешна, флаг поднят
}
else
if (channel == 2) //проверка выбранного канала

{
readBuffChan2(&data,sizeof(data)); //считывание данных с
//канала внешней памяти

dl=32000; //указание размера буфера
flag=1; //команда интерпретирована
//успешна, флаг поднят
}
else //информирование о том, что
//канал не выбран

{
for (uint16_t i = 0; i < sizeof(ERROR_Channel); i++)
{ //заполнение буфера
data[i]=ERROR_Channel[i]; //отправки с помощью цикла
}
dl=sizeof(ERROR_Channel); //указание размера буфера
flag=1; //команда интерпретирована
//успешна, флаг поднят
}
return SCPI_RES_OK; //возврат информации об
//успешном выполнении
//команды

```

### 2.3.4. Действия интерпретатора при вводе несуществующей

#### команды

Кроме реализации требуемых функций в модуле интерпретатора управляющих команд разработана функция, информирующая пользователя о том, что команда была введена не верно. При синтаксическом анализе несуществующей команды, парсер не найдет в перечне функций подходящую и

Для это был создан массив, в котором содержится информация о неудачной попытке ввода команды:

```
uint8_t ERROR_Com[]="Command is not exist!"
int SCPI_Error(scp_t * context, int_fast16_t err){ //Функция сигнализации
for (uint16_t i = 0; i < sizeof(ERROR_Com); i++) //заполнение буфера
                                        //отправки с помощью
                                        //цикла
{
data[i]=ERROR_Com[i]; //в соответствии с
                                        //командой
}
dl=sizeof(ERROR_Com); // указание размера
flag=1; //команда
                                        //интерпретирована
                                        //успешна, флаг поднят
}
```

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

Обучающемуся:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1В91	Кубышкин Сергей Владимирович

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОЭИ</b>
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<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>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Районный коэффициент города Томска – 1,3</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 30%</i>

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

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	<i>Потенциальные потребители результатов исследования, анализ конкурентных технических решений, SWOT – анализ</i>
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	<i>Цель и результат НТИ</i>
3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Планирование работ, разработка диаграммы Ганта, формирование сметы затрат</i>
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Оценка сравнительной эффективности исследования</i>

**Перечень графического материала**

1. <i>«Портрет» потребителя результатов НТИ</i>
2. <i>Сегментирование рынка</i>
3. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
4. <i>Матрица SWOT</i>
5. <i>График проведения и бюджет НТИ</i>
6. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ</i>

<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. э. н.		

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1В91	Кубышкин Сергей Владимирович		

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

В настоящее время научные открытия совершаются каждый день, и актуальность научно-исследовательской работы не ограничивается наличием более высоких технических характеристик над аналогичными разработками, также большое влияние на успешность проекта оказывает коммерческая составляющая проекта. 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 в 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.

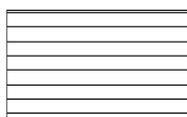
Таблица 2 – Сегментация рынка

		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			

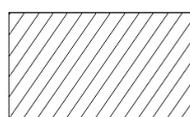
Пояснение к таблице:



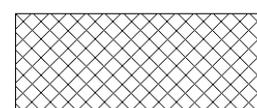
Сегмент А



Сегмент Б



Сегмент В



Сегмент Г

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. Веса 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.

Таблица 3 – Оценочная карта для сравнения технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
		$B_{\Phi}$	$B_{K1}$	$B_{K2}$	$B_{K3}$	$K_{\Phi}$	$K_{K1}$	$K_{K2}$	$K_{K3}$
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

Продолжение таблицы 3

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	0,4 5
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>3,1 5</b>

Ф – собственная разработка, K1 – Fronius WeldCube, K2 – Q-DATA, K3 – 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 4.

Таблица 4 – 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 (микроконтроллер).</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 5 и таблице 6.

Таблица 5 - Интерактивная матрица сильных и слабых сторон и возможностей

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

Таблица 6 – 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 7.

Таблица 7 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <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>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1 Использование некоторых зарубежных комплектующих (микроконтроллер).</p> <p>Сл2 Малоизвестность компании на рынке</p> <p>Сл3 Передача больших объемов информации может привести к осложнениям в сетевой инфраструктуре</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>	<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</p> <p>У2 Увеличение стоимости комплектующих повысит стоимость продукта</p> <p>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 8.

Таблица 8 – 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  $t_{ожі}$  используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (3.2)$$

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

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

$t_{\max i}$  – 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.

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

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

$t_{ожі}$  – 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 9.

### 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.

Коэффициент календарности 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 таблице 9.

Таблица 9 – Временные показатели проведения научного исследования

Наименование работы	Исполнители работы	Трудоемкость работы, чел-дни			Длительность работ, дни	
		$t_{\min i}$	$t_{\max i}$	$t_{\text{ож } i}$	$T_{pi}$	$T_{ki}$
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 8 строится календарный план-график, изображённый на рисунке 2, 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.

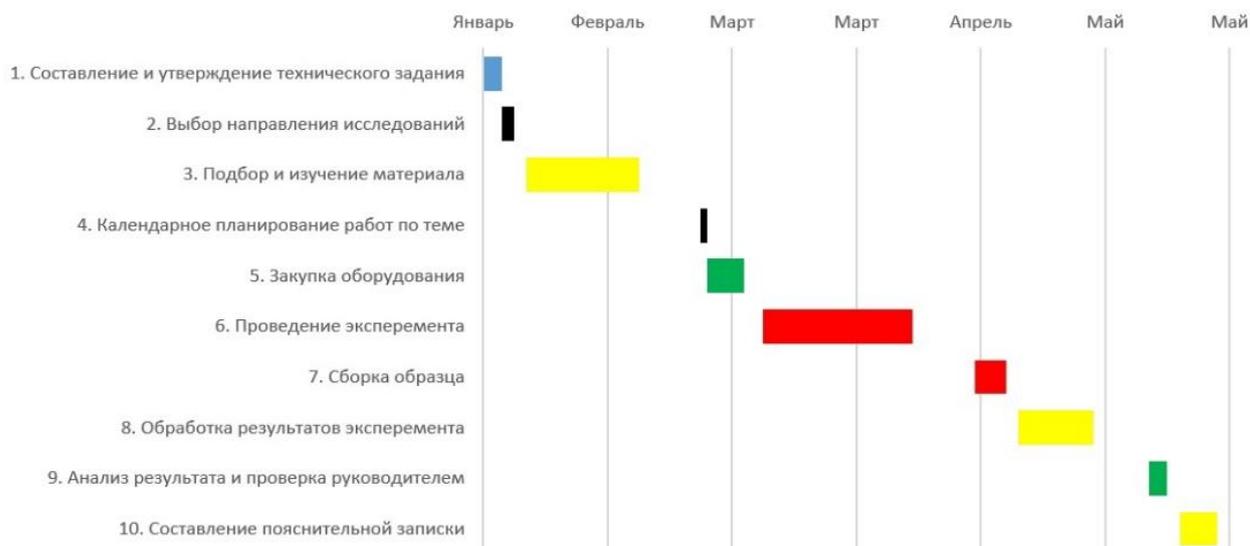


Рисунок 8 – Диаграмма Ганта

### 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 10.

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,  $m^2$  и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./ $m^2$  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 10 – 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

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 11.

Таблица 11 – 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.

Зарботная 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 12.

Таблица 12- 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:

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

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 13.

Таблица 13 – 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:

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

где  $k_{\text{внеб}}$  – 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 14.

Таблица 14- 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:

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

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Результаты накладных расчётов приведены в таблице 15.

Таблица 15 – 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

### 3.3.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 16.

Таблица 16 – Расчёт бюджета затрат НТИ

№ 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, основные затраты идут на заработную плату и отчисления во внебюджетные фонды.

### 3.4. 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;

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

$n$  – число параметров сравнения.

По данным из таблицы 17 определяется интегральный показатели ресурсоэффективности для текущего проекта:

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

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

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

Таблица 17 – 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			

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:

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

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

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

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 18) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных по формуле 1.16:

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

Таблица 18 – 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.

### **3.5 Заключение по разделу**

В разделе “финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение” была проведена оценка коммерческого потенциала научного исследования, выявлены потенциальные потребители и конкуренты. Основным сегментом рынка являются компании желающие, чтобы сварные соединения удовлетворяли необходимым регламентам при этом имея сварщиков с невысоким уровнем квалификации. Также в разделе был проведен SWOT- анализ и выявлено, что основную угрозу проекту несут конкуренты, которые могут представить на рынке более эффективное и привлекательное техническое решение. Но стоит упомянуть о возможности проекта за счет расширения его функционала. 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 ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Обучающемуся:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1В91	Кубышкин Сергей Владимирович

<b>Школа</b>	<b>Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Отделение электронной инженерии</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/ специальность</b>	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

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

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения, описание рабочей зоны

*объект исследования* микроконтроллер STM-32  
*Область применения:* автоматизация сварочного производства  
*Рабочая зона:* производственное помещение  
*Размеры помещения* 12×12  
*Количество и наименование оборудования рабочей зоны:* микроконтроллер STM-32, ноутбук, осциллограф, сварочный аппарат.  
*Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:* отладка программного кода, регистрация сигналов на осциллографе, сварочные процессы

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022)</li> <li>– ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования;</li> <li>– ГОСТ Р 50923-96 «Дисплей. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования к производственной среде. Методы измерения»;</li> <li>– СП 2.2.3670-20 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы;</li> <li>– ПРИКАЗ от 11 декабря 2020 г. N 884н ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ПРАВИЛ ПО ОХРАНЕ ТРУДА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫХ И ГАЗОСВАРОЧНЫХ РАБОТ</li> </ul>
<p><b>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</li> </ul>	<p><b>Вредные факторы</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– повышенный уровень электромагнитных излучений;</li> <li>– пониженная ионизация воздуха;</li> <li>– повышенный уровень статического электричества;</li> <li>– статические физические перегрузки;</li> <li>– недостаток освещения</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– превышение уровня шума.</li> </ul> <p><b>Опасные факторы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание;</li> <li>– твердые и газообразные токсические вещества;</li> <li>– интенсивное излучение сварочной дуги в оптическом диапазоне (ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное)</li> </ul> <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использование защитных костюмов, масок, защитных очков, спецодежда, спецобувь;</li> <li>– изолирующие устройства и покрытия, защитные ограждения;</li> <li>– меры по обеспечению электробезопасности.</li> </ul>
<b>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения</b>	<p><b>Воздействие на селитебную зону:</b> низкая степень негативного воздействия на среду обитания (IV класс предприятия). Ориентировочный размер санитарно-защитной зоны 100 м.</p> <p><b>Воздействие на литосферу:</b> образование отходов при поломке оргтехники и утилизации ее составных частей</p> <p><b>Воздействие на гидросферу:</b> загрязнение при производстве/утилизации компьютерной техники</p> <p><b>Воздействие на атмосферу:</b> выбросы из вентиляционных систем, содержащие сварочный аэрозоль</p>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения</b>	<p><b>Возможные ЧС:</b></p> <p>Природные катастрофы (наводнения, природные пожары, ураган и т.д.);</p> <p>Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.);</p> <p>Техногенные аварии: пожар, обрушение здания, поражение электрическим током, взрывы в здании</p> <p><b>Наиболее типичная ЧС:</b> 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
Старший преподаватель ООД	Мезенцева Ирина Леонидовна	–		

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В91	Кубышкин Сергей Владимирович		

#### 4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Целью данной ВКР является разработка командного интерпретатора, обеспечивающего общение специалиста с аппаратно-программным комплексом автоматического управления процессами сварки посредством интерактивного ввода команд. Интерпретатор позволяет не только управлять, но и запрашивать данные, измеряемые комплексом. Область применения достаточно широка: контроль на производстве для обеспечения заданных параметров и режимов сварки назначенные технологом, а также в качестве обучающего стенда для дистанционного выполнения лабораторных работ в специализированных учебных заведениях, для снятия показаний в электрических цепях.

Актуальность данной разработки заключается в автоматическом измерении и контроле параметров, соблюдение которых способствует изготовлению качественной продукции на производстве. Автоматический контроль за параметрами повышает скорость изготовления в отличие от ручного сбора данных с помощью измерительных приборов (осциллографа, мультиметра, амперметра, вольтметра). Ручной метод сбора данных увеличивает время и делает производство дороже, поэтому было предложено автоматизировать процесс сбора и контроля данных.

Рабочая зона представляет собой производственное помещение размер, которого  $12 \times 12$  м<sup>2</sup>. Оборудование, которое присутствует в рабочей зоне: микроконтроллер STM-32, ноутбук, осциллограф, сварочный аппарат. Рабочие процессы, осуществляющиеся в рабочей зоне: отладка программного кода, регистрация сигналов на осциллографе, сварочные процессы.

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

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

В соответствии со статьей 100 ТК РФ [8], режим рабочего времени должен предусматривать продолжительность рабочей недели и устанавливается правилами внутреннего трудового распорядка. В соответствии со статьей 91 ТК РФ [9], нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю. Допустим, что рабочая неделя является пятидневной с двумя выходными, а продолжительность одного рабочего дня составляет 8 часов. Необходимо, чтобы в течение рабочего дня работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания. Статья 108 ТК РФ [10] устанавливает продолжительность перерыва не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается. Также необходимо обеспечивать защиту персональных данных в целях обеспечения прав и свобод человека и гражданина. Данные требования изложены в статье 86 ТК РФ [11]. Минимальный размер оплаты труда (МРОТ), в соответствии со статьей 133 ТК РФ [12], устанавливается одновременно на всей территории Российской Федерации федеральным законом и не может быть ниже величины прожиточного минимума трудоспособного населения, в Томской области МРОТ составляет 16242 рубля. [13]

### **4.1.2 Компонировка рабочей зоны**

Правильное расположение и компоновка рабочей зоны регламентирует ГОСТ 12.2.032-78 [14]. Конструкцией рабочего места должно быть обеспечено выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля, что составляет 400-700 мм. Требования к дисплею, клавиатуре, освещению, шуму и микроклимату изложены в ГОСТ Р 50923-96. [15] Дисплей должен быть расположен так, чтобы те участки экрана, которые наблюдают в течение продолжительного времени, можно было наблюдать под углом линии визирования, между горизонталью и линией, проведенной на 60

градусов ниже горизонтали. Клавиатура должна иметь возможность свободного перемещения. Освещенность рабочего места оператора на рабочем столе в горизонтальной плоскости от общего искусственного освещения должна быть от 300 до 500 лк. Эквивалентный уровень шума на рабочем месте не должен превышать значений 50 дБА. Температура воздуха на рабочем месте в холодный период года должна быть от 22 до 24 градуса Цельсия, в теплый период года – от 23 до 25 градуса Цельсия. Относительная влажность воздуха на рабочем месте оператора должна составлять 40-60%. Для работы над реализацией проекта по управлению и контролю параметрами сварки необходимо использование ручной дуговой сварки. Приказ Минтруда России от 11.12.2020 N 884н "Об утверждении правил по охране труда при выполнении электросварочных и газосварочных работ" регламентирует проведение данных работ. [16]

Требования при выполнении ручной дуговой сварки:

- ручная дуговая сварка производится на стационарных постах, оборудованных вытяжной вентиляцией;
- кабели (провода) электросварочных машин располагаются на расстоянии не менее 0,5 м от трубопроводов кислорода и не менее 1 м от трубопроводов ацетилена и других горючих газов;
- электросварочные трансформаторы или другие сварочные агрегаты включаются в сеть посредством рубильников или пусковых устройств.

При ручной дуговой сварке запрещается: подключать к одному рубильнику более одного сварочного источника питания; производить ремонт электросварочных установок, находящихся под напряжением; сваривать свежоокрашенные конструкции, а также конструкции, находящиеся под давлением, электрическим напряжением, заполненные горючими, токсичными материалами; использовать провода сети заземления, трубы санитарно-технических сетей, металлические конструкции зданий и

технологическое оборудование в качестве обратного провода электросварки; применять средства индивидуальной защиты из синтетических материалов, которые не обладают защитными свойствами, разрушаются от воздействия сварочной дуги и могут возгораться от искр и брызг расплавленного металла, спекаться при соприкосновении с нагретыми поверхностями; при перерывах в работе и по окончании работы оставлять на рабочем месте электросварочный инструмент, находящийся под электрическим напряжением.

Требования к технологическим процессам при сварке, наплавке и резке металлов регламентирует СП 2.2.3670-20 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы [17]. При сварке на нестационарных рабочих местах (за исключением работ на открытом воздухе) следует предусматривать местную вытяжную вентиляцию.

#### **4.2 Производственная безопасность**

Для анализа вредных и опасных факторов, возникающих при проведении исследования необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015. [18] Выявленные производственные факторы приведены в таблице 19.

Таблица 19. Возможные опасные и вредные производственные факторы в производственных помещениях

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Повышенный уровень электромагнитных излучений;	СанПиН 1.2.3685-21
Повышенный уровень статического электричества	ГОСТ Р 53734.1-2014
Статические физические перегрузки	Р 2.2.2006-05
Недостаток освещения	СанПиН 1.2.3685-21
Превышение уровня шума	СанПин 1.2.3685-21

## Продолжение таблицы 19

Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ
Твердые и газообразные токсические вещества	ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ
Интенсивное излучение сварочной дуги в оптическом диапазоне (ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное)	СанПин 1.2.3685-21

### **4.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов**

#### **4.3.1 Повышенный уровень электромагнитных излучений [19]**

- источник возникновения фактора – компьютер;
- воздействие фактора на организм человека – при постоянном воздействии нарушают деятельность всех систем организма и могут привести к возникновению радиоволновой болезни;

- предельно допустимые значения электромагнитного поля (ЭП) частотой 50 Гц на рабочем месте - 5 кВ/м [14];

- предлагаемые средства защиты для минимизации воздействия фактора – защитный экран для монитора.

#### **4.3.2 Повышенный уровень статического электричества [20]**

- источник возникновения фактора – монитор, микроконтроллер, экран осциллографа;

- воздействие фактора на организм человека - повышенная утомляемость, раздражительность, плохой сон, повышается склонность к сердечно сосудистым заболеваниям, дистонии, заболеваниям нервной системы;

- предельно допустимый уровень энергии разряда 6.4 мДж, что соответствует неприятному шоку;

– предлагаемые средства защиты для минимизации воздействия фактора – антиэлектростатической специальной одежде, антиэлектростатические кольца и браслеты, экранирующее устройство.

#### **4.3.3 Статические физические перегрузки [21]**

- источник возникновения фактора – при удержании груза;
- воздействие фактора на организм человека – риск возникновения сутулости, напряжение шейного отдела, различные травмы повторяющихся нагрузок;
- предельно допустимые нормы с участием мышц корпуса и ног до 100000 кгс x с;
- предлагаемые средства защиты для минимизации воздействия фактора – уменьшение времени постоянной нагрузки.

#### **4.3.4 Недостаток освещения [22]**

- источник возникновения фактора – работа в помещении с малым естественным освещением;
- воздействие фактора на организм человека – увеличение нагрузки на зрительные органы;
- освещенность на рабочем столе в горизонтальной плоскости от общего искусственного освещения должна быть от 300 до 500 лк;
- предлагаемые средства защиты для минимизации воздействия фактора – средства нормализации освещения рабочих мест: источники света; осветительные приборы; светофильтры.

#### **4.3.5 Превышение уровня шума [22]**

- источник возникновения фактора – работа сварочного трансформатора;
- воздействие фактора на организм человека – ухудшение слухового аппарата;

- максимальный уровень звука для рабочего помещения административно – управленческого персонала производственных предприятий, лабораторий, помещения для измерительных и аналитических работ 75 дБА, эквивалентный уровень звука 60 дБА;

- предлагаемые средства защиты для минимизации воздействия фактора – установка шумоизоляции.

#### **4.3.6 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание [23]**

- источник возникновения фактора – микроконтроллер, сварочный трансформатор, сеть, сварочная дуга;

- воздействие фактора на организм человека – при прикосновении могут возникнуть судороги, прекращается дыхание и останавливается сердце;

- предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов при аварийном режиме, при переменном токе напряжение не более 550 В, ток 650 мА, при постоянном напряжении 650 В, ток не более 15 А;

- предлагаемые средства защиты для минимизации воздействия фактора – указатели напряжения, изолирующие штанги, изолированный инструмент, электроизмерительные клещи, диэлектрические перчатки, переносные заземления, изолирующие устройства, экранирующие комплекты.

#### **4.3.7 Твердые и газообразные токсические вещества [24]**

- источник возникновения фактора – испарения в процессе сварки;

- воздействие фактора на организм человека – хроническая интоксикация марганцем, бронхолегочные заболевания;

- сварочные аэрозоли с содержанием марганца относятся к классу опасности 2. Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны 0,1-1,0 мг/м<sup>3</sup>;

- предлагаемые средства защиты для минимизации воздействия фактора - противогазы, респираторы, вытяжки.

#### **4.3.8 Интенсивное излучение сварочной дуги в оптическом диапазоне [25]**

- источник возникновения фактора – сварочная дуга;
- воздействие фактора на организм человека – При кратковременном воздействии УФ-излучение вызывает токсическую реакцию во внешнем слое роговицы, ухудшение зрения;
- при использовании специальной одежды и средств защиты лица и рук, не пропускающих излучение, допустимая интенсивность облучения в области УФ-В и УФ-С не должна превышать 1 Вт/м<sup>2</sup>;
- предлагаемые средства защиты для минимизации воздействия фактора – применение специальной одежды и сварочных масок.

#### **4.4 Экологическая безопасность**

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" [26]. 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 [27]. 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 концентрация вредных веществ в воздухе 0,1-1,0 мг/м<sup>3</sup> [24], чтобы обеспечить данный норматив необходимо газообразные отходы подвергнуть обязательной очистке в фильтровентиляционных системах, которые защищают атмосферу от загрязнений.

#### **4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

В данном проекте можно выделить следующие возможные ЧС:

- природные катастрофы – бедствие, вызванное природным явлением. К ним относятся наводнения, природные пожары, ураган и т.д.;
- геологические воздействия – это определение, которое относится к событиям, вызванным движением литосферных плит планеты, или процессами, происходящими под земной корой. (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.);
- техногенные аварии – возникновение и развитие неблагоприятного и неуправляемого процесса на техническом объекте (пожар, обрушение здания, поражение электрическим током, взрывы в здании).

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) [30]. 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 [31].

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 [28] :

1. Сообщить в пожарную охрану (телефон - 01 или 112).
2. Необходимо оповестить всех окружающих коллег о пожаре.
3. Попробовать, используя пожарные краны, огнетушители, подручные средства, потушить огонь.
4. Если сил потушить не хватает, то необходимо покинуть опасную зону.
5. По прибытии пожарных объяснить, что и где горит.

## **Вывод по разделу**

Значение всех производственных факторов на изучаемом рабочем месте соответствует нормам, которые также были затронуты в данном разделе. Данное помещения относится к категории с повышенной опасностью, так как имеет следующее условие, создающее повышенную опасность (токопроводящие полы и возможность прикосновения человека с землей и к корпусам электрооборудования). Согласно правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок персонал должен обладать II группой допуска по электробезопасности. Присвоение II группы по электробезопасности производится путем обучения в учебном центре по программе не менее 72 часов. Подготовка может проводиться на предприятии силами своих специалистов и должна проходить не менее 20 часов. В присутствии сотрудника II группы могут работать сотрудники I группы. Категория тяжести труда в производственном помещении по СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" [22] относится к категории Ib, то есть работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся физическим напряжением. Согласно СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» [30] производственное помещение имеет категорию группы Г (Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива). Промышленное предприятие, в котором находится производственное помещение, относится к объектам IV категории, оказывающих низкую степень негативного воздействия на среду обитания. Ориентировочный размер санитарно-защитной зоны 100 м.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель работы данной ВКР являлась разработка модуля интерпретатора команд аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами сварки.

В аналитической части были проанализированы способы взаимодействия с контрольно-измерительной аппаратурой. В качестве инструмента разработки системы команд был выбран SCPI протокол.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была разработана библиотека для интерпретации управляющих команд. Библиотека обладает функциями лексического и синтаксического анализатора, а также содержит набор исполняемых команд.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. What is GPIB / IEEE 488 Bus // electronics-notes.com URL: <https://www.electronics-notes.com/articles/test-methods/gpib-ieee-488-bus/what-is-gpib-ieee488.php> (дата обращения: 27.05.2023).
2. RS232 Serial Communication Protocol: Basics, Working & Specifications // circuitdigest.com URL: <https://circuitdigest.com/article/rs232-serial-communication-protocol-basics-specifications> (дата обращения: 27.05.2023).
3. Анатомия GPIB // ixbt.com URL: <https://www.ixbt.com/mainboard/gpib.html?ysclid=lhpw00mcw9427146048> (дата обращения: 27.05.2023).
4. Introduction to the SCPI Language // keysight.com URL: [https://rfmw.em.keysight.com/spdhelpfiles/33500/webhelp/us/content/\\_\\_\\_I\\_SCPI/0%20scpi\\_introduction.htm](https://rfmw.em.keysight.com/spdhelpfiles/33500/webhelp/us/content/___I_SCPI/0%20scpi_introduction.htm) (дата обращения: 27.05.2023).
5. Rigol MSO1000Z series Programming Manual // guidessimo.com URL: <https://guidessimo.com/document/1399196/rigol-mso1000z-series-programming-manual-260.html> (дата обращения: 28.05.2023). Driver Architecture // ivifoundation.org URL: <https://www.ivifoundation.org/about/architecture.aspx> (дата обращения: 27.05.2023).
6. SCPI parser library // github.com URL: <https://github.com/j123b567/scpi-parser> (дата обращения: 27.05.2023).
7. Series 2600 System SourceMeter Reference Manual // tek.com URL: <https://www.tek.com/en/manual/series-2600-system-sourcemeter-reference-manual> (дата обращения: 28.05.2023).
8. ТК РФ Статья 100. «Режим рабочего времени»
9. ТК РФ Статья 91. «Понятие рабочего времени. Нормальная продолжительность рабочего времени»
10. ТК РФ Статья 108. «Перерывы для отдыха и питания»
11. ТК РФ Статья 86. «Общие требования при обработке персональных данных работника и гарантии их защиты»

12. ТК РФ Статья 133. «Установление минимального размера оплаты труда»
13. Региональное соглашение о минимальной заработной плате в томской области на 2023 год // Официальный сайт муниципального образования "Город Томск" URL: [https://admin.tomsk.ru/site/core.nsf/86e17c84f111581147257a87003b94c5/4f9b172ddd8ecc6a46257f500010422a/\\$FILE/Региональное%20соглашение%20о%20минимальной%20заработной%20плате%20в%20Томской%20области%20на%202023%20год.pdf](https://admin.tomsk.ru/site/core.nsf/86e17c84f111581147257a87003b94c5/4f9b172ddd8ecc6a46257f500010422a/$FILE/Региональное%20соглашение%20о%20минимальной%20заработной%20плате%20в%20Томской%20области%20на%202023%20год.pdf) (дата обращения: 15.04.2023).
14. ГОСТ 12.2.032-78. «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»: дата введения 01.01.1979. – Москва: Стандартинформ, 1978. – 11 с.
15. ГОСТ Р 50923-96. «Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения» дата введения" 07.07.1997. – Москва: Стандартинформ, 1996. – 13 с.
16. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Приказ от 11.12.2020 N 884н. Об утверждении правил по охране труда при выполнении электросварочных и газосварочных работ. – Москва. - URL: [https://rzot.ru/files/npa/PrikazMinTrudaN884n\\_11122020.pdf](https://rzot.ru/files/npa/PrikazMinTrudaN884n_11122020.pdf) (дата обращения 15.04.2023). – Текст: электронный.
17. СП 2.2.3670-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда.
18. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы: дата введения 01.03.2017. – Москва: Стандартинформ, 2015. – 16 с.
19. СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.

20. ГОСТ Р 53734.1-2014. Электростатика. Часть 1. Электростатические явления. Физические основы, прикладные задачи и методы измерения: дата введения 11.06.2014. – Москва: Стандартинформ, 2015. – 32 с.
21. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда": дата введения 1 ноября 2005 года. – Москва: Стандартинформ, 2005. – 152 с.
22. СанПин 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"
23. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов: 30.06.1983. - Москва: Стандартинформ, 1983. – 7 с.
24. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности: дата введения 01.01.1977. – Москва: Стандартинформ, 1976. – 7 с.
25. СанПин 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"
26. Закон Российской Федерации "Федеральный закон "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 № N 89-ФЗ. V. Требования при обращении с группой однородных отходов "Оборудование компьютерное, электронное, оптическое, утратившее потребительские свойства"
27. ИТС 15-2016. «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме обезвреживания термическим способом (сжигание отходов)» - М., 2016. – 208 с.
28. 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: 02.04.2023).

29. Правила пожарной безопасности при проведении огневых работ // 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: 02.04.2023).

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

31. 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.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

(Обязательное)

