



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 связи аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами сварки

УДК 004.896:621.791.01

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1B91	Валиев Артём Валерьевич		

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.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать 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
Общепрофессиональные компетенции	
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
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	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
ПК(У)-2	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
ПК(У)-3	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
ПК(У)-4	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
ПК(У)-5	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
ПК(У)-6	Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа
ПК(У)-18	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
ПК(У)-19	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
ПК(У)-20	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

ПК(У)-21	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
ПК(У)-22	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	Валиев Артём Валерьевич

Тема работы:

<i>Разработка модуля связи аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами сварки</i>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	08.02.2023, 39-33/с

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)	Объектом исследования данной работы является модуль связи аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами сварки.
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке (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)	- Обзор литературы - Тестирование и отладка - Результаты исследования - Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение - Социальная ответственность - Заключение
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1. Схема электрическая соединений
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов М.А., профессор, д-р экон. Наук
Социальная ответственность	Мезенцева И.Л., ст. Преподаватель ООД

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	09.02.2023
--	------------

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	Валиев Артём Валерьевич		



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	Валиев Артём Валерьевич

Тема работы:

<i>Разработка модуля связи аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами сварки</i>
--

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
20.02.2023	<i>Литературный обзор</i>	
05.03.2023	<i>Аппаратное подключение микросхемы</i>	
10.04.2023	<i>Программное подключение микросхемы</i>	
20.05.2023	<i>Создание библиотеки для приёма и отправки данных</i>	

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	Валиев Артём Валерьевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 89с., 15 рис., 27 табл., 22 источников, 3 прил.

Ключевые слова: интерфейс связи, протокол общения, сокет, Ethernet, сварочные процессы.

Объектом исследования (разработки) является модуль связи аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами сварки.

Цель работы – разработка модуля связи аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами сварки

В ходе работы подобран физический интерфейс для передачи данных, протокол передачи данных между устройствами, выбран метод реализации физического интерфейса на микроконтроллере STM32. Произведено тестирование и отладка модуля связи.

В результате реализована библиотека для осуществления взаимосвязи между аппаратно-программным комплексом автоматического управления процессами сварки и пользователем.

Степень внедрения: исследование сварочных процессов.

Область применения: сварочное производство.

Экономическая эффективность обусловлена более низкой ценой в сравнении с аналогами.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	11
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	13
1.1. Выбор интерфейса связи	13
1.1.1. Описание интерфейса RS-232	13
1.1.2. Описание интерфейса USB.....	14
1.1.3. Описание интерфейса GPIB.....	15
1.1.4. Описание интерфейса Ethernet.....	16
1.2. Выбор протокола обмена данными	20
1.3. Метод реализации связи по Ethernet.....	23
2. ТЕСТИРОВАНИЕ И ОТЛАДКА	25
2.1. Аппаратное подключение W5500	26
2.2. Программное подключение W5500	29
2.2.1. Реализация программной взаимосвязи между W5500 и микроконтроллером	29
2.2.2. Запись сетевой информации микроконтроллеру	34
2.2.3. Открытие сокета.....	37
2.2.4. Создание функции приёма данных от пользователя	38
2.2.5. Создание функции отправки данных пользователю.....	40
3. ИТОГОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ	42
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	44
4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	44
4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования	44
4.1.2. Анализ конкурентных технических решений	46
4.1.3. SWOT-анализ	47
4.2. Планирование работ по научно-техническому исследованию	50
4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования	50
4.2.2. Определение трудоёмкости выполнения работ	51
4.2.3. Разработка графика проведения научного исследования.....	52
4.3. Бюджет научно-технического исследования	54
4.3.1. Разработка графика проведения научного исследования.....	55
4.3.2. Расчёт затрат на специальное оборудование для научных работ.....	56
4.3.3. Основная заработная плата исполнителя темы	57
4.3.4. Расчёт дополнительной заработной платы.....	59
4.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды	60
4.3.6. Накладные расходы	60
4.3.7. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	61

4.4.	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	62
5.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	67
5.1.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	67
5.1.1.	Правовые нормы трудового законодательства	67
5.1.2.	Эргономические требования к правильному расположению рабочей зоны	69
5.2.	Производственная безопасность	69
5.2.1.	Анализ опасных и вредных производственных факторов	70
5.3.	Экологическая безопасность	75
5.4.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	76
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	78
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	80
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	83
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	85
	ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	89

ВВЕДЕНИЕ

Чтобы гарантировать высокое качество производства, необходимо придерживаться стандартов, которые определяют требования и критерии для качественного продукта. 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. В частности, в машиностроении, где используются сварочные процессы, необходимо соблюдение технологии сварки, в противном случае продукция будет иметь такие дефекты сварных соединений, как непровар, прожог, трещины, кратеры и другие, что может повести за собой разрушение сварной конструкции. Решение проблемы, связанной с дистанционным 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 дороговизна оборудования, а также используются непосредственно на месте проведения сварочных работ.

Цель работы заключается в разработке модуля связи аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами сварки. Для этого необходимо подобрать физический интерфейс для передачи данных, протокол обмена данными между устройствами, выбрать метод реализации физического интерфейса на микроконтроллере STM32.

Для выполнения цели поставлены следующие задания:

1. Выбрать физический интерфейс;
2. Выбрать протокол передачи данных;
3. Выбрать метод реализации интерфейса к микроконтроллеру STM32;
4. Осуществить аппаратное подключение интерфейса;
5. Осуществить программное подключение интерфейса;

6. Создание функции для приёма команды пользователя;
7. Создание функции для отправки данных пользователю.

Объектом исследования данной работы является модуль связи аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами сварки.

Научной значимостью работы является подбор компонентов и технических решений, которые позволят осуществить связь между сварочными процессами и пользователями, при этом реализация будет дешевле аналогов.

Практическая значимость исследования заключается в разработке модуля связи для обмена данными между комплексом автоматического управления процессами сварки и пользователем.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Выбор интерфейса связи

Для установки связи между двумя и более устройствами необходимо использование интерфейса. Интерфейс представляет собой аппаратную часть, обеспечивающую взаимодействие между устройствами.

1.1.1. Описание интерфейса RS-232

Одним из старейших, но популярных интерфейсов связи является интерфейс связи RS-232. Термин RS-232 означает «Recommended standard 232» и представляет собой тип последовательной связи, обычно используемый для передачи данных на средние расстояния.

Основные обозначения для интерфейса представлены в таблице 1

Таблица 1 – Обозначения интерфейса RS-232

Обозначение	Название
DTE	Оборудование обработки данных
DCE	Оборудование для передачи данных
TxD	Передача данных
RxD	Приём данных
RTS	Запрос на передачу
CTS	Готовность передачи
DSR	Готовность источника данных
DTR	Готовность приёмника данных
DCD	Наличие несущей
RI	Сигнал вызова
GND	Земля

RS-232 обеспечивает двустороннюю связь. Есть два устройства, соединённых друг с другом: DTE и DCE, которые взаимодействуют друг с другом через сигналы, которые описаны в таблице 1[1]. В настоящее время используются только три из них. Это TxD, RxD и GND. Сигнал TxD представляет передачу данных, RxD - приём данных.

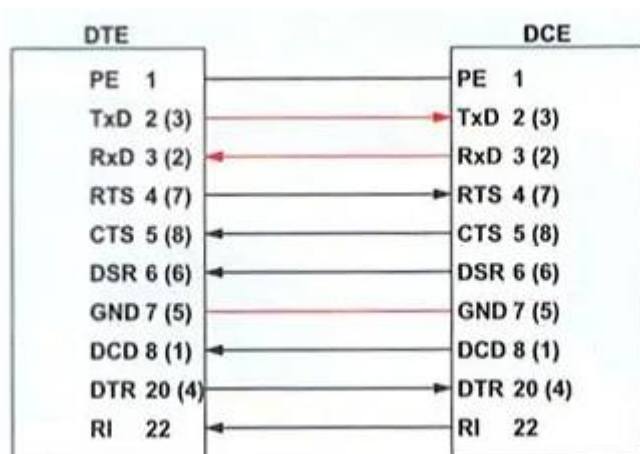


Рисунок 1- Подключение устройств п средствами RS-232

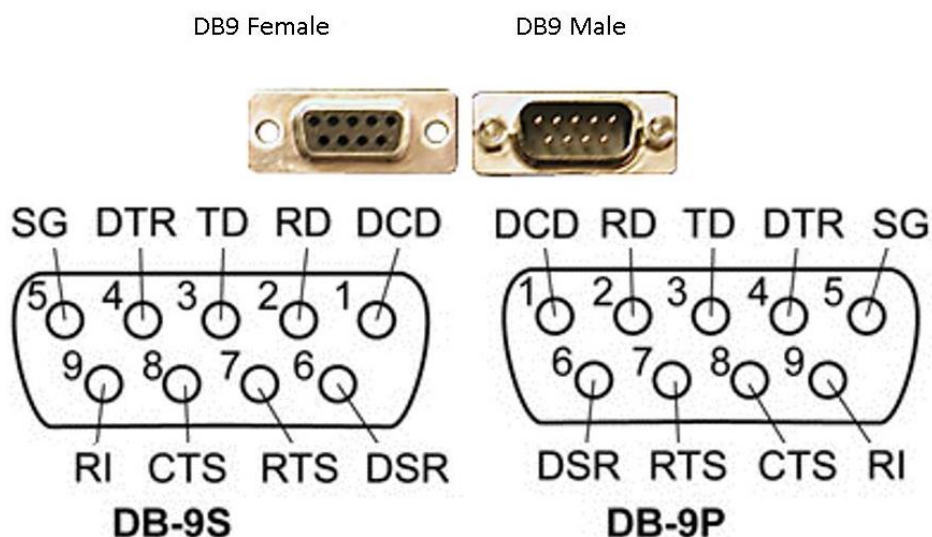


Рисунок 2 – Вид интерфейса RS-232

Характеристики интерфейса RS-232 представлены в таблице 3.

Недостатком данного интерфейса заключается в том, что максимальная скорость передачи данных достигает 115,2 Кб/с. Скорость считается низкой для осуществления контроля сварочных процессов. Данных большое количество, соответственно скорость должна быть больше.

1.1.2. Описание интерфейса USB

USB (Universal Serial Bus - Универсальный Последовательный Интерфейс)- это отраслевой стандарт для передачи данных между хост- и периферийным устройствами. Кабели USB способны передавать как питание,

так и данные. Для этого каждый USB-кабель имеет два набора проводов. Один набор служит для питания и включает себя питание 5 В и заземление, а другой передает сигналы данных. Провода для передачи данных состоят из витой пары D+ и D-, которые инвертированы между собой. Использование симметричного подключения витой пары обусловлено подавлением шумов. Работа USB осуществляется за счёт запросов от хоста к периферийному устройству и принятия ответа от него[2].

Стандарт USB 3.0 имеет большую скорость отправки данных за счёт двух витых пар, что позволяет одновременно, как отправлять, так и принимать информацию[3].

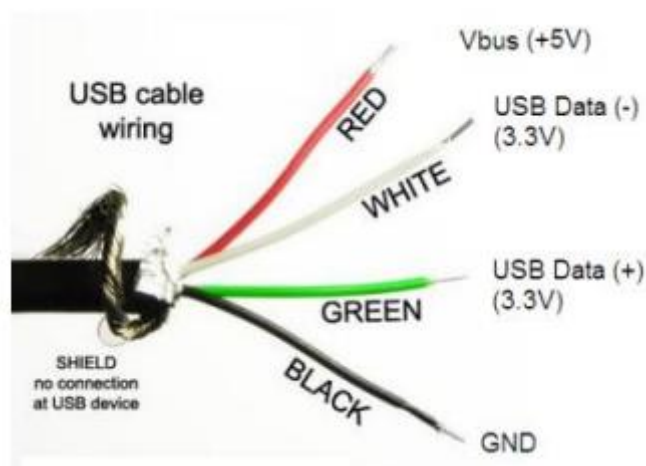


Рисунок 3- Проводка в USB

Характеристики интерфейса USB представлены в таблице 3.

Недостаток USB - это осуществление передачи «точка к точке», соответственно этот интерфейс работает только здесь и сейчас.

1.1.3. Описание интерфейса GPIB

GPIB (General Purpose Interface Bus), с разъёмом IEEE-488, широко используется в программно-аппаратных комплексах для соединения ПК и рабочих станций с измерительными инструментами (в частности, в системах сбора данных). Шина состоит из 24 выводов (16 сигнальных линий для передачи данных, 8 прямых и 8 обратных, 3 согласующих, 5 для управления

шиной) и сконфигурирована таким образом, что одновременно может поддерживать до 15 устройств с адресами от 0 до 30 включительно (адреса устройств не обязаны быть непрерывными, но во избежание конфликтов обязаны быть различными).

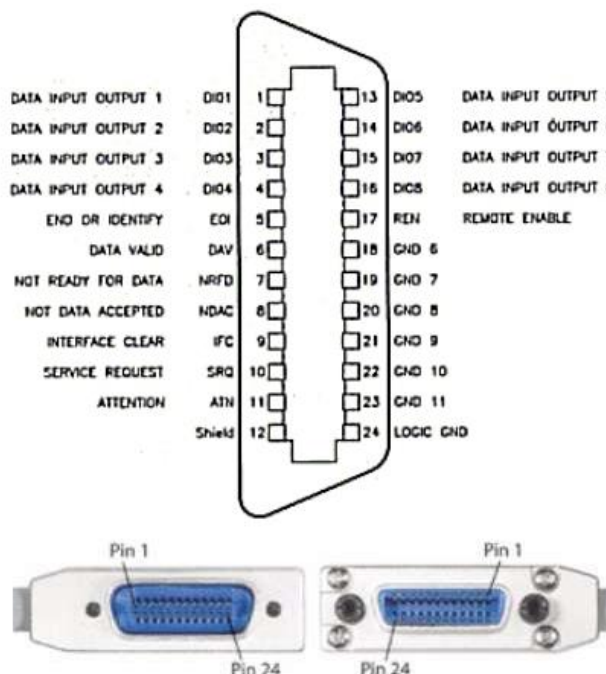


Рисунок 4 – Выводы интерфейса GPIB

Устройства, подключенные к шине IEEE-488, могут находиться в состоянии "listener" (считывает сообщения с шины) либо "talker" (посылает сообщения на шину), либо быть типа "контроллер". В каждый конкретный момент времени в состоянии "talker" может быть одно и только одно устройство, в то время как в состоянии "listener" может быть произвольное количество устройств. Контроллер определяет, какие из устройств в данный момент находятся в состоянии "talker" и "listener"[4].

Характеристика интерфейса GPIB представлена в таблице 3.

Недостатками интерфейса является работа интерфейса на малом расстоянии.

1.1.4. Описание интерфейса Ethernet

Стандарт CAT5(Class 5) UTP(Unshielded Twisted Pair), означающий неэкранированную витую пару содержит 8 проводов, попарно свитых друг с

другом. Каждая из пар имеет свой цвет, причём один из проводов в паре имеет расцветку с белым цветом[4]. Функционал витых пар отображён в таблице 2

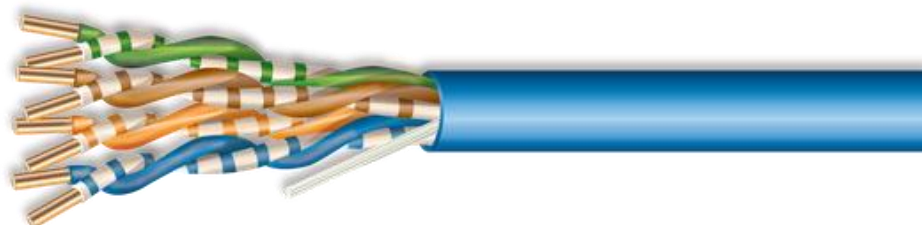


Рисунок 5- Витые пары, входящие в Ethernet

Таблица 2 – Функционал кабелей, входящих в состав Ethernet

Цвет	Функционал
Бело-зелёный	+TD(отправка данных)
Зелёный	-TD(отправка данных)
Бело-оранжевый	+RD(приём данных)
Синий	-TD(отправка данных)
Бело-синий	+TD(отправка данных)
Оранжевый	-RD(приём данных)
Бело-коричневый	+RD(приём данных)
Коричневый	-RD(приём данных)

Основной частью передачи данных через Ethernet является кадр(Frame). Составляющие кадра изображены на рисунке 6.

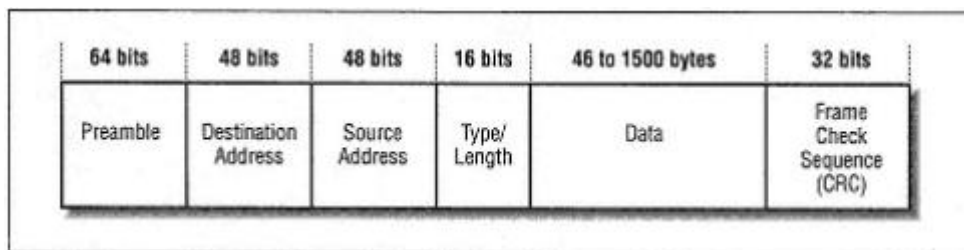


Рисунок 6-Формат кадра Ethernet

Преамбула состоит 8 байт, которые имеют чередование 1 и 0. И только последний бит несёт значение, а именно начала кадра. Преамбула нужна для синхронизации устройств и их подготовки к общению.

После преамбулы следуют адреса получателя и адреса отправителя. Адрес состоит из 6 байтов. Каждое устройство имеет свой индивидуальный адрес, для дальнейшей возможности подключения нескольких устройств.

За адресами следует 16-разрядное поле типа или длины. Чаще всего это поле используется для определения того, какой тип сетевого протокола высокого уровня передается в поле данных, например, TCP/IP или UDP/IP. Это поле также может использоваться для переноса информации о длине.

В части данных содержатся от 46 байт до 1500 байт данных. Длина поля данных должна составлять не менее 46 байт. Эта длина гарантирует, что сигналы кадра остаются в сети достаточно долго, чтобы каждая станция Ethernet в сетевой системе могла прослушать кадр в течение определённого промежутка времени. Каждая станция должна прослушать кадр в течение максимального времени распространения сигнала в оба конца в системе Ethernet. Если данные протокола высокого уровня, переносимые в поле данных, короче 46 байт, то для заполнения поля данных используются дополнительные данные.

Наконец, в конце кадра есть поле 32-разрядной последовательности проверки кадра (FCS). FCS содержит контрольную сумму циклической избыточности (CRC), которая обеспечивает проверку целостности данных во всем кадре. CRC - это уникальное число, которое генерируется путем применения многочлена к набору битов, составляющих кадр. Тот же многочлен используется для генерации другой контрольной суммы на приемной станции. Затем контрольная сумма приемной станции сравнивается со сгенерированной контрольной суммой отправителя. При совпадении контрольных сумм кадр обрабатывается, при несовпадении кадр отбрасывается[5].

Характеристики интерфейса Ethernet представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнительная характеристика интерфейсов

Параметр	RS-232	USB	Ethernet	GPiB
Соединение	Одиночный провод	Допустимо много соединений	Допустимо много соединений	Допустимо много соединений
Линии связи	Неэкранированный плоский или круглый кабель	Неэкранированную витую пару	Неэкранированную витую пару	Экранированный кабель
Тип разъёма	DB-9,DB-25	USB-A,USB-B, MINI-B, Micro-B	8p8c	IEEE-488
Количество устройств	2	127	Для увеличения используется коммутатор	15
Вид передачи данных	Дуплексный	Для USB 2.0 – полудуплексный Для USB3.0 - дуплексный	Дуплексный	Полудуплексный
Максимальная длина провода для высокой скорости обмена	15м	5м	100м	20м
Максимальная скорость передачи данных	115,2 Kbps	Для USB 2.0 – 480Mbps Для USB 3.0 -5Gbps	100Mbps	8Mbps
Возможность удалённой передачи данных	-	-	+	-

Таким образом, наиболее оптимальное решение при выборе интерфейса связи – это Ethernet. Главным преимуществом интерфейса Ethernet– это возможность использовать его для передачи данных на дальние расстояния с помощью коммутаторов. Также Ethernet имеет высокую скорость передачи данных и большую длину провода. Для использования этого интерфейса для соединения микроконтроллера с несколькими компьютерами можно использовать коммутатор для использования комплекса локально или маршрутизатор и использовать комплекс удалённо. Недостатком Ethernet является более сложная передача данных.

1.2. Выбор протокола обмена данными

Для обеспечения логических правил обмена данными необходимо определить протокол обмена данными между комплексом и пользовательским компьютером. Для обеспечения удалённого использования комплекса выбран сетевой протокол. Сетевые протоколы — это набор правил, соглашений и структур данных, которые определяют, как устройства обмениваются данными в сети.

Считаясь основной архитектурной моделью для рабочих коммуникаций в Интернете, большинство используемых сегодня сетевых протоколов структурно основаны на модели OSI. Модель OSI делит процесс связи между двумя сетевыми устройствами на 7 уровней. Каждому из этих 7 слоев назначается задача или группа задач. Все слои автономны, и поставленные перед ними задачи могут выполняться независимо.

Основной протокол обмена данными в сети TCP/IP, основанный на модели OSI имеет всего 4 уровня[6].

Таблица 4 –Уровни модели OSI и TCP/IP

Модель OSI		Модель TCP/IP	
Прикладной уровень	7	4	Прикладной уровень
Уровень представления	6		
Сеансовый уровень	5		
Транспортный уровень	4	3	Транспортный уровень
Сетевой уровень	3	2	Сетевой уровень
Канальный уровень	2	1	Канальный уровень
Физический уровень	1		

TCP/IP является комбинацией двух протоколов TCP и IP. Каждый имеет свои функции согласно уровням модели в таблице 4.

Internet Protocol (IP) – это простой протокол, функция которого объединение устройств в одну сеть. Его задача – маршрутизация данных, перенаправление пакетов к нужным устройствам. От этого следует недостаток протокола – это ненадёжность передачи, так как IP не

контролирует передачу или получение пакета, а просто осуществляет передачу.

Протокол задаёт адреса устройствам для передачи данных между ними. Для этого есть 32-битные(IPv4) или 128-битные(IPv6) адреса. IPv4 — это протокол сетевого уровня, который содержит адресную и управляющую информацию, помогающую маршрутизировать пакеты в сети. IP работает в тандеме с TCP для доставки пакетов данных по сети. В IP каждому хосту назначается 32-битный адрес, состоящий из двух основных частей: номера сети и номера хоста. Номер сети идентифицирует сеть и назначается Интернетом, а номер хоста идентифицирует хост в сети и назначается администратором сети. IP отвечает только за доставку пакетов, а TCP помогает вернуть их в правильном порядке. Главный недостаток — это ограниченное количество адресов. Преимущество — маршрутизация данных становится более масштабируемой и экономичной[7].

Напротив IPv6 имеет 8 16-битных разделов. Что увеличивает количество возможных адресов, но при этом усложняется сетевое администрирование.

Наряду с IP стоит протокол ICMP — это протокол сетевого уровня, поддерживающий протокол, используемый сетевыми устройствами для отправки сообщений об ошибках и оперативной информации. Сообщения ICMP, доставляемые в IP-пакетах, используются для внеполосных сообщений, связанных с работой сети или неправильной работой. ICMP используется для оповещения о сетевых ошибках, перегрузке и таймаутах, а также для помощи в устранении неполадок.

TCP (Transmission Control Protocol) стоит поверх протокола IP и занимается управлением, передачей данных и контролем принятия данных получателем. Этот контроль, гарантирующий получение данных, является главным преимуществом протокола. TCP обеспечивает расширенную проверку ошибок. TCP обеспечивает последовательность данных, то есть пакеты данных поступают на принимающую сторону по порядку. TCP

обеспечивает три вещи: данные достигают места назначения, достигают его вовремя и достигают его без дублирования. TCP автоматически разбивает данные на пакеты перед передачей. Но недостаток - TCP нельзя использовать для широковещательных и многоадресных соединений. Для реализации контроля получения данных, после каждого принятия получателем, отправитель ожидает сигнал подтверждения получения данных, после чего продолжает отсылать пакеты. Если сигнал подтверждения не пришёл, то протокол отправляет пакет ещё раз. Для ускорения работы используется кумулятивно (подтверждение происходит после сотого пакета) и выборочное подтверждение[8].

Аналогом TCP может выступать UDP(User Datagram Protocol) -это протокол транспортного уровня без установления соединения, который обеспечивает простую, но ненадежную службу сообщений. В отличие от TCP, UDP не добавляет функций надежности, управления потоком или восстановления после ошибок. UDP полезен в ситуациях, когда механизмы надежности TCP не нужны. Повторная передача потерянных пакетов данных невозможна с UDP. Преимущества: Широковещательные и многоадресные соединения возможны с UDP, UDP быстрее, чем TCP. Недостатки: в UDP возможно, что пакет не будет доставлен, будет доставлен дважды или вообще не будет доставлен.

Пакет, отправленный по TCP/IP состоит из 3 частей. Первая является заголовком IP-протокола и включает в себя адреса двух устройств, отправителя и получателя. Второй пакет несёт в себе информацию TCP, а именно номера портов, номер пакета. Третья часть несёт в себе данные, которые устройства отправляют[8].

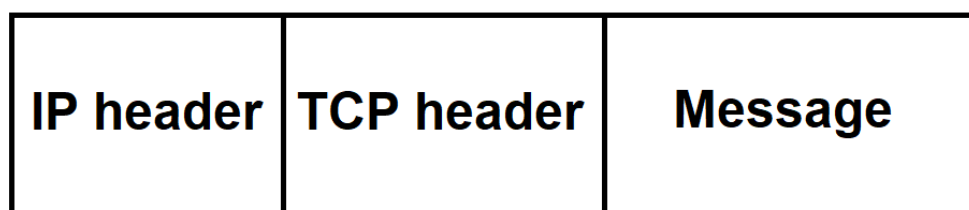


Рисунок 7 – Пакет TCP/IP

1.3. Метод реализации связи по Ethernet

Для дальнейшей разработки модуля связи выбран метод реализации с использованием Ethernet-контроллера. Есть контроллеры, обеспечивающие Ethernet соединение, такие как LAN8720 и W5500.

LAN8720- модуль Ethernet работающий только на физическом уровне, то есть берёт на себя работу физической передачи данных по Ethernet. Это позволяет контроллеру STM32 заниматься всеми остальными уровнями сетевой модели. Для установки связи между STM32 и LAN8720 используется RМII(Reduced Media Independent Interface). RМII - это стандарт, разработанный для уменьшения количества сигналов, необходимых для подключения Ethernet к контроллеру. Скорость работы RМII достигает 100 МГц, что является преимуществом LAN8720. Также из-за того, что STM32 занимается работой высших и нижних уровней сетевой модели, контроль над передаваемыми данными увеличивается. Есть возможность прослеживать передачи пакетов. Но от этого есть и недостаток - необходима большая память контроллера для обработки пакетов[9].

Микросхема W5500 представляет собой встроенный Ethernet-контроллер с жестким подключением TCP/IP, который упрощает подключение к интернету для встроенных систем с использованием SPI (последовательного периферийного интерфейса). Данная микросхема берёт на себя работу до транспортного уровня сетевой модели. Так как STM32 берёт работу только высшего уровня сетевой модели, то требуется гораздо меньше памяти. Скорость работы W5500 достигает 80МГц[10].

Сравнительная характеристика двух модулей Ethernet представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Сравнительная характеристика LAN8720 и W5500

Параметр	LAN8720	W5500
Скорость работы, МГц	100	80
Интерфейс для связи с микроконтроллером	RМII	SPI
Сетевые протоколы	-	TCP/IP
Поддержка 10-BASE-T/100BASE-TX	+	+
Напряжение питания, В	3,3	3,3

Таким образом, наиболее подходящий вариант – W5500, за счёт того, что в его ассортименте имеется сетевой протокол TCP/IP, что облегчит работу микроконтроллеру STM32. LAN8720 имеет большую скорость работы, но для выполнения функций комплекса скорость, которую предоставляет W5500, достаточна.

Далее необходимо осуществить соединение микроконтроллера STM32 с микросхемой W5500, создать функции приёма и отправки данных.

2. ТЕСТИРОВАНИЕ И ОТЛАДКА

Работа комплекса состоит из четырёх частей: система управления, модуля интерпретатора управляющих команд, модуля обмена данными со статическим запоминающим устройством и модуля связи. На рисунке 8 представлена схема работы комплекса.

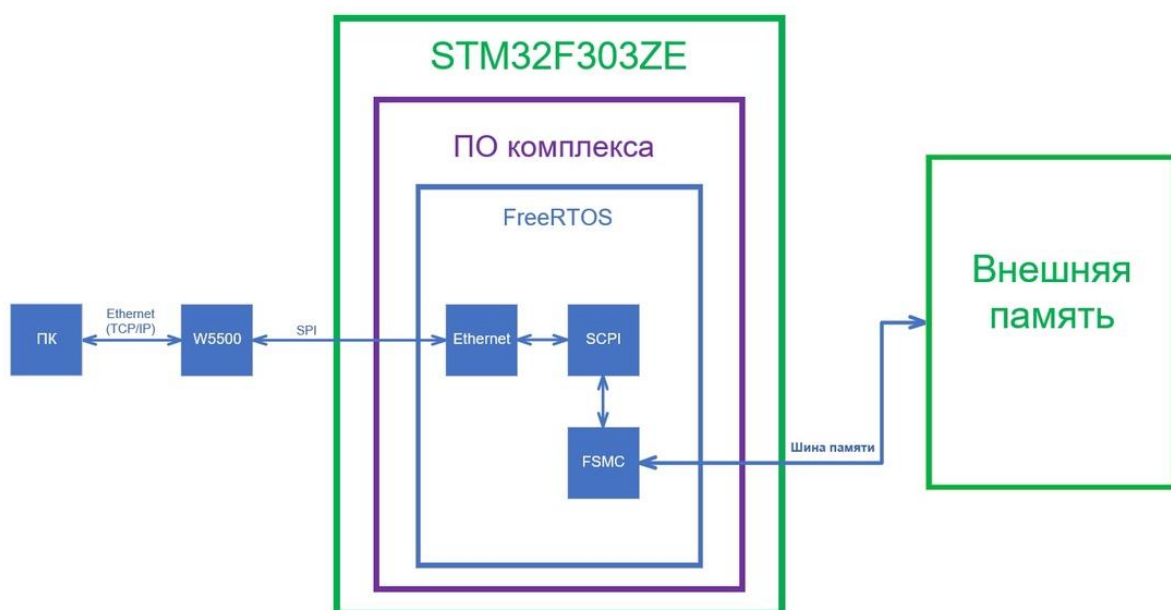


Рисунок 8- Схема комплекса

На ней видно, что микроконтроллер получает данные от пользовательского компьютера по Ethernet. Эти данные включают в себя Ethernet-кадр, в который инкапсулирован TCP/IP-кадр, в котором содержится команда протокола SCPI, соответственно рисунку 9.

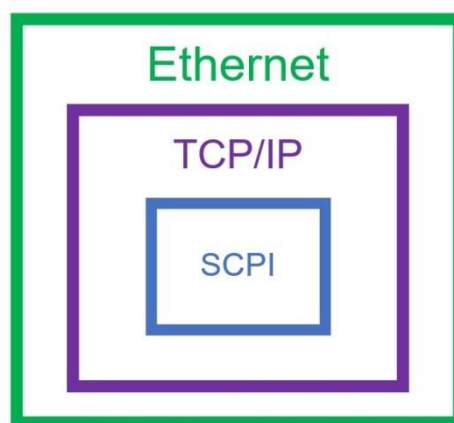


Рисунок 9 – Данные, передающиеся комплексу от компьютера

Наиболее подходящим интерфейсом связи для обеспечения взаимодействия персонального компьютера пользователя и микроконтроллера – это интерфейс Ethernet за счёт возможности удалённой передачи данных пользователям. Также, так как для контроля сигналов, происходящих в сварочных процессах необходима точная передача всех данных, то в качестве протокола связи выбран сетевой протокол TCP/IP, обеспечивающий гарантированную доставку данных. Для использования Ethernet на микроконтроллере STM32 выбрана микросхема W5500, которая берёт на себя четыре нижних уровня модели OSI. Для интеграции микросхемы в STM32 используется SPI-интерфейс, который отправляет данные микроконтроллеру и обратно тогда, когда STM32 подаст сигнал, установив SCSn на низкий уровень.

Программистом системы управления были сформулированы требования к API программного модуля Ethernet. API имеет следующие требования:

1. Функция для инициализации всех параметров модуля связи, таких как SPI, сетевые параметры, открытие и прослушивание сокета.
2. Функция для приёма данных по Ethernet.
3. Функция для отправки данных по Ethernet.

2.1. Аппаратное подключение W5500

Микросхема W5500 предоставляет интерфейс шины SPI (последовательного интерфейса периферийных устройств) с 4 типами сигналов (SCSn, SCLK, MOSI, MISO) и работает в качестве SPI-ведомого.

SPI-интерфейс W5500 подключен к устройству управления многосторонней связью (MCU), как показано на рисунке 10 в соответствии с его операционным режимом данных переменной длины.

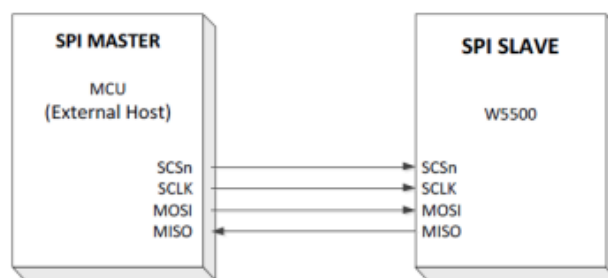


Рисунок 10 – Режим данных переменной длины (SCSnуправляется микроконтроллером)

Микроконтроллер и Микросхема W5500 обменивается информацией посредством SPI-кадра, который состоит из 3 частей: фазы адреса, фазы контроля и фазы данных. Фаза адреса задает 16 бит адреса смещения для регистра W5500 или памяти TX/RX. Фаза контроля задает сегмент, которому принадлежит смещение (заданное фазой адреса), а также задает режим доступа для чтения/записи и операционный режим SPI (режим данных переменной длины/данных фиксированной длины).

В режиме данных переменной длины, SCSn Control Start (переход на низкий уровень) сообщает W5500 о старте SPI-кадра (фаза адреса), а SCSn Control End (переход на высокий уровень) сообщает W5500 об окончании SPI-кадра (конец фазы данных случайных N байт)[1].

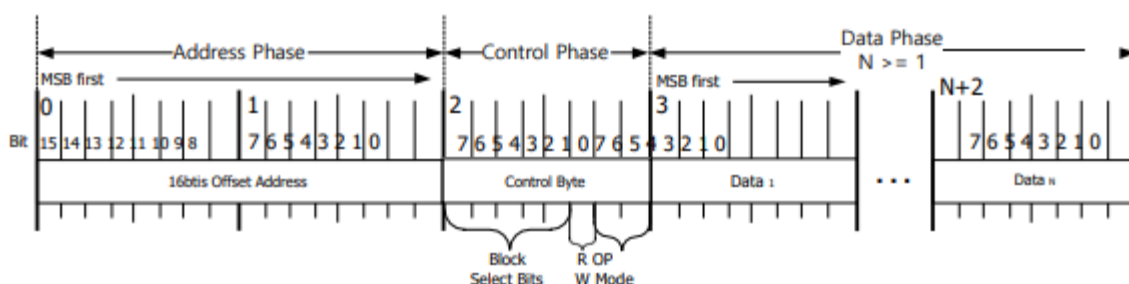


Рисунок 11 –Формат SPI-кадра

Для осуществления связи компьютера пользователя с микроконтроллером используется Ethernet-модуль W5500 Lite, изображенный на рисунке 12. Его характеристики в таблице 6.



Рисунок 12 – W5500 Lite

Таблица 6 – Характеристики W5500 Lite

Напряжение питания, В	3,3
Скорость обмена, Мб	10/100
Память, Кб	32
Протоколы	TCP, UDP, ICMP, IPv4, ARP, IGMP, PPPoE
Ethernet разъем	RJ45
Размеры, мм	28.5x23x24
Максимальная частота SPI, МГц	80

В документации найдены выводы, отвечающие за SPI на микроконтроллере, смотреть таблицу 7.

Таблица 7 – Выводы микроконтроллера STM32F303ZET6

Вывод на STM32	Функция
PA5	SPI1_SCK
PA6	SPI1_MISO
PA7	SPI1_MOSI
PA3	GPIO_Output

В качестве SPI_CS выбран вывод, описанный в программе, как Output, то есть вывод, отвечающий за начало чтения только когда на нём будет низкий уровень сигнала. Остальные выводы, отображенные в таблице 7, имеют функцию SPI1. Так как микроконтроллер поддерживает до 4 SPI соединений. Но для этой работы достаточно одного, поэтому используется SPI1.

Физическое соединение осуществляется согласно схеме подключения, показанной в приложении А.

2.2. Программное подключение W5500

Для обеспечения модульности комплекса создана отдельная библиотека, в которой будут прописаны основные функции.

2.2.1. Реализация программной взаимосвязи между W5500 и микроконтроллером

Взаимосвязь персонального компьютера с микроконтроллером осуществляется согласно рисунку 8, через микросхему W5500. Для программного подключения W5500 к микроконтроллеру STM32 используется SPI. Для того, чтобы инициализировать SPI1 программно необходимо настроить выходы согласно таблице 6, дуплексную передачу данных, благодаря которой микроконтроллер сможет отправлять и принимать данные независимо друг от друга, выбран режим микроконтроллера, как ведущий, длина данных – байтовая.

Для настройки SPI1 использована программа CubeMX, занимающаяся настройкой периферии для микроконтроллеров STM32. Также выбрана библиотека LL, которая включает в себя весь функционал, при этом не является избыточной. Также эта библиотека приближена к работе с регистрами. Выставлены все необходимые параметры для SPI1 в CubeMX, после чего сгенерирован код.

В сгенерированном коде необходимо воспользоваться с такими созданными функциями, как ***MX_SPI1_Init()***, ***LL_SPI_Enable(SPI1)***. В первой функции описаны все параметры работы SPI, вторая включает SPI.

W5500 имеет библиотеку WIZnet, которая была использована для реализации функций. Библиотека имеет регистрирующие функции приёма и отправки данных по SPI.

Необходимо осуществить регистрацию функций обратного вызова(callback), которые будут отвечать за передачу данных в определённый момент времени, когда CS поднимается. Для этого регистрируются основные шесть функций: выбор и отмена выбора чипа, чтение байта из SPI или запись байта в SPI, чтение некоторого количества

байтов из SPI, запись некоторого количества байт в SPI. Так как изначально эти функции пусты, то необходимо прописать эти функции.

Первые две функции: выбор и отмена выбора чипа. Эти две функции отвечают за начало и конец передачи данных. В этих функциях прописывается опускание выхода PA3, который отвечает за SPI-CS(таблица 6), для выбора и поднятие PA3 для отмены выбора.

```
void W5500_Select(void)                                // Функция для  
                                                        выбора чипа  
                                                        W5500  
  
{  
    LL_GPIO_ResetOutputPin(GPIOA, LL_GPIO_PIN_3); //Переход на  
                                                    низкий уровень  
                                                    PA3,  
                                                    отвечающий за  
                                                    SPI-CS  
  
}  
  
void W5500_Unselect(void)                              // Функция для  
                                                        отмены  
                                                        выбора чипа  
                                                        W5500  
  
{  
    LL_GPIO_SetOutputPin(GPIOA, LL_GPIO_PIN_3);  //Переход на  
                                                    высокий  
                                                    уровень PA3,  
                                                    отвечающий  
                                                    за SPI-CS  
  
}
```

Функции чтения буфера из SPI осуществляется за счёт записи в буфер данных, хранящихся в регистре данных SPI. При этом учитывается то, что во время чтения SPI не должен быть занят и в буфере приёма данных должны

быть данные. Так как изначально происходит чтение, то необходимо записать в регистр данных SPI какое-либо число, например 0. Все обращения к устройству происходит в порядке FIFO. FIFO – это способ организации данных, при котором первыми обрабатывается те данные, которые пришли раньше. Учитывая FIFO, необходимо очистить данные в SPI перед записью в буфер.

```
void W5500_ReadBuff(uint8_t *buff, uint16_t len) // Функция чтения  
буфера из SPI  
буффер buff  
  
{  
while ((SPI1->SR)&SPI_SR_RXNE) //Осуществляется  
проверка на  
заполненность  
буфера приёма  
данных  
  
{  
* (uint8_t *)buff=*(__IO uint8_t *)&SPI1->DR; // Если буффер приёма  
данных не пуст, то  
его необходимо  
очистить  
  
}  
  
for (uint16_t i = 0; i < len; i++) // Цикл для записи в  
буфер len байт из  
SPI  
  
{  
while ((SPI1->SR) & SPI_SR_BSY){ // Проверка на  
занятость SPI  
  
*(uint8_t *)&SPI1->DR=0x00; // Запись начальных  
данных
```

```

while (!(SPI1->SR & SPI_SR_RXNE)){           // Проверка на то, что
                                                буфер приёма не
                                                пуст
* (uint8_t *)buff=*(__IO uint8_t *)&SPI1->DR; // Запись в буфер из
                                                SPI
buff++;                                       // Увеличение
                                                указателя на буфер
}
}

```

Аналогично функции чтения происходит функция записи буфера в SPI. Но перед записью, нужно убедиться, что буфер для передаваемых данных свободен, то есть идёт проверка, чтобы был установлен флаг TXE в регистре состояния SR, который говорит, что буфер пуст. После этого в регистр данных SPI записываются байты, находящиеся в буфере. Так как микросхема W5500 работает медленнее, чем микроконтроллер передаёт ей байты, то необходимо осуществить задержку, чтобы микросхема успела обработать данные.

```

void W5500_WriteBuff(uint8_t *buff, uint16_t len) // Функция
                                                    записи в SPI
{
for (uint16_t i = 0; i < len; i++)              // Цикл для
                                                    записи в SPI len
                                                    байт
{
while (!(SPI1->SR & SPI_SR_TXE)){               // Проверка на
                                                    пустоту буфера
                                                    передачи
*(uint8_t *)&SPI1->DR=*buff;                   // Запись в SPI данных
                                                    из буфера
}
}

```

```

buff++; // увеличение указателя  

 на буфер  

}  

LL_mDelay(1); // Задержка для  

 обеспечения  

 обработки данных  

}

```

Функции чтения и записи байтов отсылают байты и их размер в функции чтения из SPI записи в SPI соответственно.

```

uint8_t W5500_ReadByte(void) // Функция чтения  

 байта  

{  

uint8_t byte; // Создание 8-  

 миразрядной  

 переменной byte  

W5500_ReadBuff(&byte, sizeof(byte)); // Передача адреса  

 переменной byte и её  

 размера в функцию  

 чтения буфера  

return byte; // Возвращение значения byte  

}  

void W5500_WriteByte(uint8_t byte) // Функция записи байта  

{  

W5500_WriteBuff(&byte, sizeof(byte)); // Передача адреса  

 переменной byte и её  

 размера в функцию записи  

 буфера  

}

```

Регистрация этих функций происходит за счёт библиотеки WIZnet и специально прописанных функций. Внутри регистрирующие библиотечные

функций ссылаются на функции обратной связи, описанные выше или, если никаких функций прописано не было, то возвращают нули.

```
reg_wizchip_cs_cbfunc(W5500_Select, W5500_Unselect);//
```

регистрация функций выбора и отмены выбора чипа

```
reg_wizchip_spi_cbfunc(W5500_ReadByte, W5500_WriteByte); //
```

регистрация функций чтения и записи байта

```
reg_wizchip_spiburst_cbfunc(W5500_ReadBuff, W5500_WriteBuff); //
```

регистрация функций чтения из SPI и записи в SPI

Налажена взаимосвязь микроконтроллера и W5500 по средствам SPI-интерфейса.

2.2.2. Запись сетевой информации микроконтроллеру

При использовании W5500 Ethernet-приложение можно реализовать всего лишь добавлением простой программы для сокета. Это быстрее и проще, чем любое другое решение с использованием встроенных Ethernet-устройств. Пользователи могут одновременно использовать 8 независимых аппаратных сокетов[10].

Для снятия показаний удалённо необходимо вывести микроконтроллер в сеть. Для этого ему необходимо задать сетевую информацию. В библиотеке WIZnet имеется структура, которая содержит физический адрес, IP-адрес, маску подсети и шлюз.

```
typedef struct wiz_NetInfo_t  
{  
uint8_t mac[6];           ///< Source Mac Address  
uint8_t ip[4];            ///< Source IP Address  
uint8_t sn[4];            ///< Subnet Mask  
uint8_t gw[4];            ///< Gateway IP Address  
}wiz_NetInfo;
```

uint8_t mac[6] -буфер, хранящий информацию о физическом адресе устройства. Физический адрес или MAC-адрес - это аппаратный идентификатор, который однозначно определяет каждое устройство в сети.

Буфер состоит из шести байтов. Первые три байта описывают уникальный номер изготовителя, чтобы по этим трём байтам можно было узнать компанию, производящее оборудование. Последние три байта определяют конкретное устройство[11].

uint8_t ip[4] – буфер, хранящий информацию о сетевом адресе устройства. IP-адрес – это уникальный идентификатор устройства, показывающий в какой части сети оно находится. Первые три байта буфера определяют номер сети. Для взаимодействия компьютера и комплекса напрямую эти байты у двух устройств должны быть одинаковые. Если они отличаются, то необходимо использовать маршрутизатор, соединяющий разные сети. Последний байт определяет конкретное устройство в сети[12].

uint8_t sn[4] – буфер, хранящий информацию о маске подсети. Буфер хранит либо 0, либо 255. Маска подсети показывает, какая часть IP-адреса относится к сети - 255, а какая к конкретному устройству – 0[12].

uint8_t gw[4] - буфер, хранящий информацию об адресе шлюза. Шлюз осуществляет связь между устройствами с разными подсетями. Адрес показывает, где начинается подсеть[13].

Чтобы задать микроконтроллеру сетевую информацию необходимо заполнить эту структуру. Для этого создана структура **gWIZNETINFO** типа **wiz_NetInfo**. И в неё помещена сетевая информация.

```
wiz_NetInfo gWIZNETINFO= // Создание структуры
                               в
                               которой
                               описывается сетевая
                               информация
                               микроконтроллера
{
    .mac={0xCC, 0xB0, 0xDA, 0xF2, 0x9A, 0x7E}, // Запись физического
                                                адреса
    .ip={192,168,1,10}, // Запись IP-адреса
    .sn={255,255,255,0}, // Запись маски подсети
}
```

```
.gw={192,168,1,1}
```

```
// Запись шлюза
```

```
};
```

Чтобы передать эту информацию другим устройствам в сети, используется функция из библиотеки WIZnet:

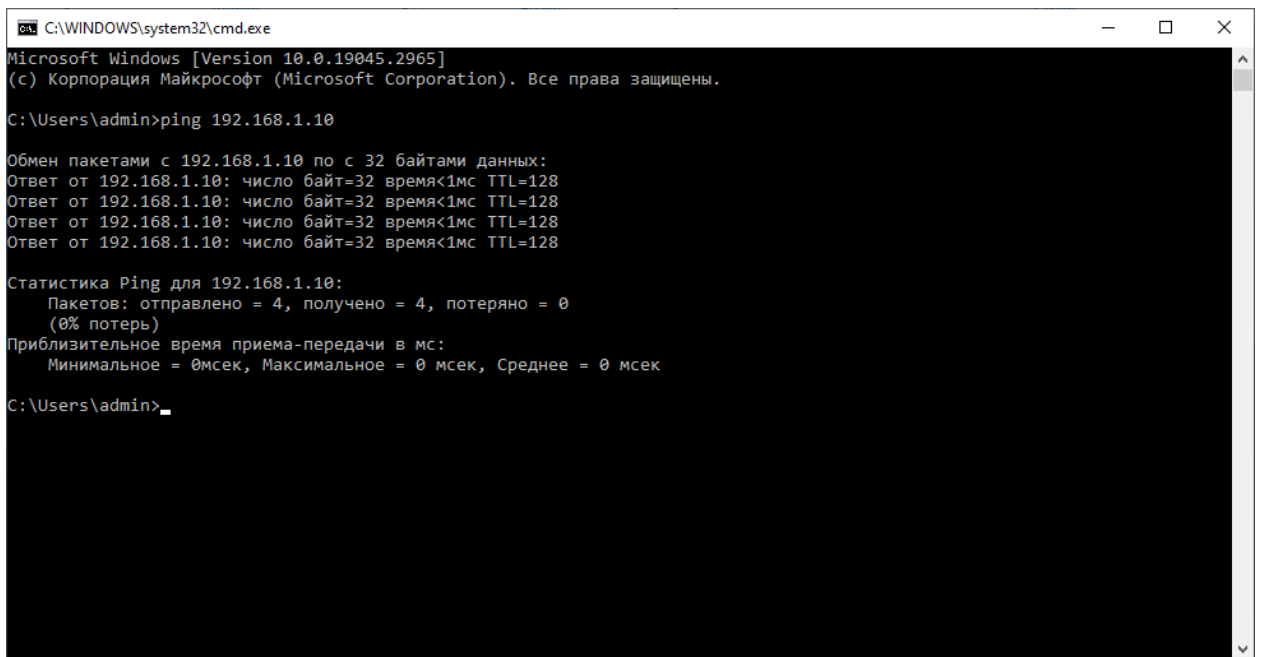
```
void wizchip_setnetinfo(wiz_NetInfo* pnetinfo)  
{  
setSHAR(pnetinfo->mac);  
setGAR(pnetinfo->gw);  
setSUBR(pnetinfo->sn);  
setSIPR(pnetinfo->ip);  
_DNS_[0] = pnetinfo->dns[0];  
_DNS_[1] = pnetinfo->dns[1];  
_DNS_[2] = pnetinfo->dns[2];  
_DNS_[3] = pnetinfo->dns[3];  
_DHCP_ = pnetinfo->dhcp;  
}
```

Эта функция принимает в себя указатель на структуру и дальше отправляет всю сетевую информацию в SPI, чтобы другие устройства воспринимали микроконтроллер, так устройство сети.

В библиотеке модуля связи прописывается функция с указателем на адрес конструкции с сетевой информацией.

```
wizchip_setnetinfo(&gWIZNETINFO);
```

После записи микроконтроллеру сетевой информации, соединение микроконтроллера с компьютером возможно. Для того, чтобы обеспечить взаимосвязь между ними необходимо в компьютере задать ту же подсеть, что и у микроконтроллера для обеспечения прямого подключения. После аппаратного соединения компьютера и микроконтроллера по Ethernet, в командной строке введена программа «ping» с указанием адреса микроконтроллера. Результат изображён на рисунке 12.



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 10.0.19045.2965]
(c) Корпорация Майкрософт (Microsoft Corporation). Все права защищены.

C:\Users\admin>ping 192.168.1.10

Обмен пакетами с 192.168.1.10 по 32 байтами данных:
Ответ от 192.168.1.10: число байт=32 время<1мс TTL=128
Ответ от 192.168.1.10: число байт=32 время<1мс TTL=128
Ответ от 192.168.1.10: число байт=32 время<1мс TTL=128
Ответ от 192.168.1.10: число байт=32 время<1мс TTL=128

Статистика Ping для 192.168.1.10:
    Пакетов: отправлено = 4, получено = 4, потеряно = 0
    (0% потерь)
    Приблизительное время приема-передачи в мс:
        Минимальное = 0мсек, Максимальное = 0 мсек, Среднее = 0 мсек

C:\Users\admin>
```

Рисунок 13 – Взаимосвязь между компьютером и микроконтроллером

2.2.3. Открытие сокета

Для осуществления обмена данными между комплексом и компьютером необходимо открытие сокета. Сокет - это программный интерфейс для обеспечения обмена данными между процессами. Сокет представляет собой конструкцию из IP-адреса и номера порта[14].

Для работы с сокетом используются две основные функции: открытие сокета и прослушивание сокета. Для открытия сокета используется функция, в которой записываются номер сокета, протокол общения, порт и специальные флаги, описывающие работу при открытии.

socket(1,Sn_MR_TCP,80,SF_TCP_NODELAY | SF_IO_NONBLOCK);

Для открытия используется первый сокет, протокол передачи данных TCP, 80 порт.

SF_TCP_NODELAY указывает на то, что сокет должен ответить на пакет как можно быстрее после получения пакета данных, в противном случае необходимо отложить его.

SF_IO_NONBLOCK не блокирует сокет при переполнении буфера, а просто указывает на то, что сокет занят[15].

Прослушивание сокета обеспечивает бесконечный цикл перед подключением сокета. Для осуществления прослушивания используется функция WIZnet, в которой передаётся номер сокета.

listen(1);

На этом инициализация связи с микроконтроллером по средствам Ethernet окончена. И с помощью программ, например Putty, можно открыть сокет по IP-адресу, который у микроконтроллера 192.168.1.10, и порту 80.

2.2.4. Создание функции приёма данных от пользователя

После реализации взаимосвязи между микроконтроллером и компьютером необходимо осуществить общение между ними. Для этого нужны две функции: для приёма информации от пользователя и отправка данных пользователю. Причём общение происходит за счёт запросов от пользователя, поэтому функция принятия происходит в цикле в ожидании подтверждения отправки данных.

Функция приёма данных принимает указатель на структуру ***AMessage***, содержащую указатель на байтовый массив, который представляет собой вводимую команду, и строковую переменную, которая представляет длину вводимой команды.

uint8_t bf[2048]={0};

***//Создание байтового
массива bf, который
отвечает за данные
принятые от пользователя***

uint32_t dlina=0;

***// 4-х байтовая переменная,
которая представляет
длину вводимой команды***

struct AMessage

// Создание структуры

{

uint16_t len;

// Длина буфера

uint8_t *pbf;

// Указатель на буфер

};

Перед началом приёма команды необходимо убедиться, что соединение по сокету установлено. После успешной проверки создаётся цикл для ожидания команды. Если команда нет, то ничего не происходит, но как только команда введена идёт передача данных о команде. Для этого используется функция WIZnet *int32_t recv(uint8_t sn, uint8_t * buf, uint16_t len)*, которая принимает номер сокета, байтовый указатель на буфер, куда будет вводиться команда побайтово, и длина этого буфера. Возвращает эта функция четырёхбайтовое значение, отвечающее за длину команды. После принятия данных о команде необходимо внести эти данные в принимаемую структуру *AMessage* для дальнейшей обработки данных.

```
void WaitingForComand( struct AMessage *pxMessage ) // Создание  
функции  
ожидания  
ввода  
команды  
  
{  
if(getSn_SR(1) == SOCK_ESTABLISHED) // Условие  
установления  
соединения по  
первому сокету  
  
{  
do // Цикл для  
ожидания  
ввода  
  
{ // Количество байт,  
введённых в консоль,  
записываются  
  
dlina = recv(1,(uint8_t*)&bf,sizeof(bf)-1); // в dlina и байты  
записываются в буфер bf
```

```

}
while (dlina == 0);           // Ничего не происходит,
                               пока ничего не введено

pxMessage->len=dlina;         // Запись в структуру
                               длины команды, введенной
                               в консоль

pxMessage->pbf=&bf;           // Запись в структуру
                               буфера, содержащего
                               принятые данные

}
}

```

2.2.5. Создание функции отправки данных пользователю

Для полноценной взаимосвязи комплекса и пользователя необходимо реализовать отставку данных пользователю. Для отправки данных по сокету используется функция `WIZnet int32_tsend(uint8_tsn, uint8_t * buf, uint16_tlen)`, принимающая номер сокета, указатель на буфер, который необходимо отправить и длину этого буфера. После эти данные идут на SPI и отправляются пользователю.

Для реализации отправки данных создана функция, принимающая только указатель на буфер и его длину. Так как максимальное количество байтов, которые может вместить сокет равно 2 килобайтам, то необходимо разделить отставку данных по 2 килобайта, если количество данных превышает допустимое количество. Так как количество данных может быть не кратно 2048, то необходимо отправить и остаток.

```

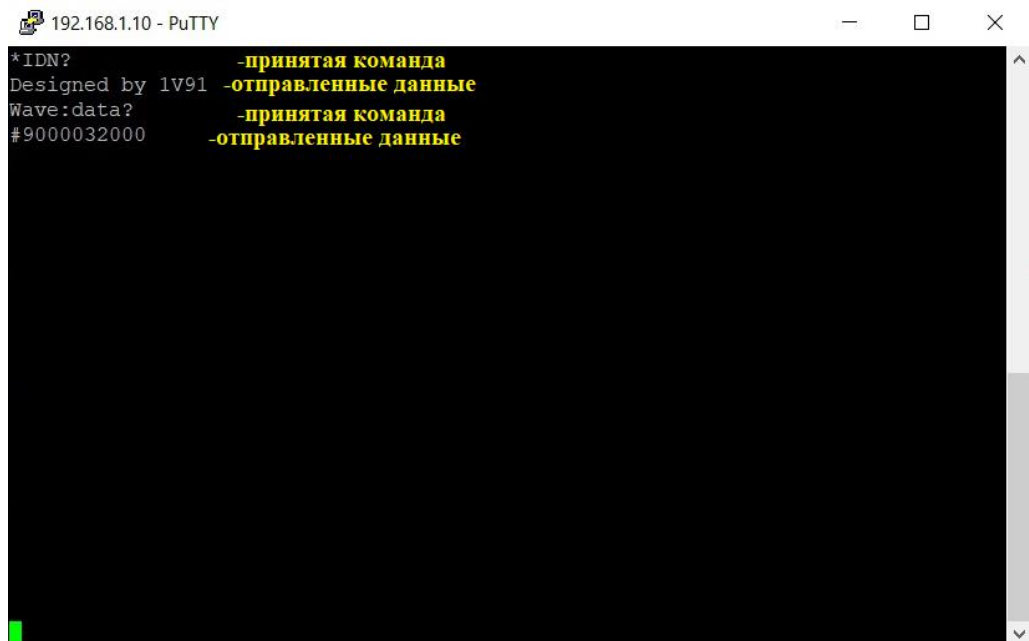
void SEND(uint8_t *buf,uint16_t len)    // Функция отправки данных
{
    if (len<=2048)
    {

```

<i>send(1,buf,len);</i>	<i>// Отправка данных не более 2048 байт = 2Кб (максимум данных для сокета)</i>
<i>}</i>	
<i>else</i>	
<i>{</i>	
<i>uint16_t i;</i>	<i>// Создание переменной, которая равна количеству 2 Кб</i>
<i>for (i=0; i<len/2048;i++)</i>	<i>// Создание цикла с количеством повторов кратным 2 Кб</i>
<i>{</i>	
<i>send(1,buf,2048);</i>	<i>// Отправка данных по 2 Кб</i>
<i>for(uint16_t j;j<=2048;j++)</i>	<i>// Создание цикла для увеличения указателя на 2048 байт</i>
<i>buf++;</i>	<i>// Увеличение указателя на буфер</i>
<i> }</i>	
<i>send(1,buf,len-2048*i);</i>	<i>// Отправка оставшихся байтов</i>
<i>}</i>	
<i>}</i>	

3. ИТОГОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Результатом работы являлось разработка модуля связи аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами сварки. В результате взаимосвязь комплекса с персональным компьютером пользователя осуществляется за счёт интерфейса Ethernet. Благодаря модулю связи осуществляется передача информации о сварочных процессах пользователю тогда, когда введена команда в консоль. Результат работы взаимодействия отображён на рисунке 14



The image shows a PuTTY terminal window titled "192.168.1.10 - PuTTY". The terminal has a black background with white text. The text displayed is as follows:

```
*IDN? -принятая команда
Designed by 1V91 -отправленные данные
Wave:data? -принятая команда
#9000032000 -отправленные данные
```

There is a green cursor at the end of the last line. The window has standard Windows-style window controls (minimize, maximize, close) in the top right corner.

Рисунок 14 – Отправка команды и получение данных

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1В91	Валиев Артём Валерьевич

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материальные затраты 3036 руб. Затраты на спецоборудование 14400 руб. Основная заработная плата исполнителей НИ 135061руб. Дополнительная заработная плата исполнителей тема 20259руб. Отчисления во внебюджетные фонды 46907руб. Накладные расходы 7029руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Районный коэффициент города Гомска – 1,3
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей):

1. «Портрет» потребителя результатов НТИ
2. Сегментирование рынка
3. Оценка конкурентоспособности технических решений
4. Матрица SWOT
5. График проведения и бюджета НТИ
6. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ
7. Потенциальные риски

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В91	Валиев Артём Валерьевич		

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Разработка НИ производится группой работников, состоящей из трёх человек – руководителя, консультанта и студента.

Предмет исследования: данная выпускная квалификационная работа заключается в исследовании аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами сварки.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности НИ, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Оценить коммерческий потенциал и перспективность разработки НИ.
2. Осуществить планирование этапов выполнения исследования.
3. Рассчитать бюджет затрат на исследования.
4. Произвести оценку научно-технического уровня исследования и оценку рисков.

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

4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

В качестве потенциальных потребителей результатов проведенного исследования «Аппаратно-программный комплекс автоматического управления процессами сварки» на предприятии выступают производственные лаборатории.

Для выявления сегментов рынка комплекса для управления процессами сварки проведено сегментирование. В качестве критериев выбраны: квалификация работника, то есть сварщика, и качество сварного соединения.

Таблица 8- Сегментирование рынка

		Качество сварного соединения		
		Высокое качество	Среднее качество	Низкое качество
Квалификация сварщика	Сварщики, имеющие высокий разряд, аккредитацию и опыт работы	+		
	Сварщики, имеющие высокий разряд	+	+	
	Сварщики имеющие низкий разряд			+

Из таблицы 8 получили следующие результаты:

1. Основные сегменты рынка имеют высокое качество соединения, при этом имея сварщиков с высокой квалификацией и опытом работы. Или не нуждаются в высоком качестве сварочных швов, также со сварщиками имеющими низкую квалификацию.

2. Свободные сегменты рынка: Сегменты с высококвалифицированными сварщиками, но имеющими низкое качество сварных соединений, среднеквалифицированных сварщиков и низким качеством, с высоким качеством и низкоквалифицированными работниками.

3. Сегмент на которое ориентировано предприятие- это сегменты не нацеленные на высокую квалификацию сварщиков, но при этом достигающих среднего качества сварных соединений.

4. Привлекательно в дальнейшем зайти на сегмент рынка с работниками низкой квалификации и при этом высоким качеством сварных соединений.

5. Примером предприятия потребителя является компания АО «НПЦ «Полус», город Томск.

4.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений представлена в таблице 8.

В ходе исследования были рассмотрены три конкурента: Система документирования данных процесса сварки Q-Data, Fronius WeldCube и Модуль Control Pad

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (4.1)$$

где K – конкурентоспособность вида;

B_i – вес критерия (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Тогда, B_{ϕ} – баллы использования программно-аппаратного комплекса;

B_1 – Q-Data;

B_1 – Fronius WeldCube;

B_3 – Модуль Control Pad.

Таблица 9 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Конкуренто-способность			
		B_{ϕ}	B_1	B_2	B_3	K_{ϕ}	K_1	K_2	K_3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Технические критерии оценки ресурсоэффективности									
1. Повышение производительности труда пользователя	0,15	3	3	4	5	0,45	0,45	0,6	0,75

2. Удобство в эксплуатации	0,15	3	4	5	4	0,45	0,6	0,75	0,6
3. Качество интеллектуального интерфейса	0,1	4	3	5	3	0,4	0,3	0,5	0,3
4. Точность сбора данных	0,1	4	4	5	4	0,5	0,4	0,5	0,4
5. Удобство интеграции системы на производство	0,2	5	4	4	3	1	0,8	0,8	0,6
Экономические критерии оценки эффективности									
1. Стоимость системы и всех связанных с ней расходов	0,15	5	3	2	3	0,75	0,45	0,3	0,45
2. Конкурентоспособность	0,1	4	3	4	3	0,4	0,3	0,4	0,3
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	4	4	4	4	0,2	0,2	0,2	0,2
Итого	1	32	28	33	29	4,15	3,5	4,05	3,6

Конкурент ControlPad соотносит в себе удобство в эксплуатации и простое правило пользования, но при этом может быть подключён только к определённому оборудованию своей продукции, что является большим недостатком в интеграции его в предприятии. По данным из таблицы 8 видно, что главным конкурентом является Fronius WeldCube. Его преимущество состоит в качестве сбора данных и его удобстве на производстве. Но при этом все конкуренты имеют высокую стоимость в отличие от научного исследования. Так как цена всех компонентов для исследования гораздо ниже, чем цена на покупку готового оборудования от больших компаний.

4.1.3. SWOT-анализ

Произведён SWOT-анализ, позволяющий выявить сильные и слабые стороны исследования, возможности, угрозы, и позволяющий оценить

факторы и явления, способствующие или препятствующие продвижению проекта на рынок.

На первом этапе SWOT-анализа в таблице 10 были описаны сильные и слабые стороны проекта, выявлены возможности и угрозы реализации научного исследования.

Таблица 10- Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Возможности во внешней среде
С1. Автоматическое управление способами сварки ускоряет процессы сварочного производства; С2. Дистанционное использование позволяет уберечь оператора от вредного воздействия сварки; С3. Сбор данных позволит выявить недостатки сварки или неправильного распределения времени производства; С4. Невысокая стоимость компонентов обеспечивает недорогую стоимость комплекса.	В1. Расширение программного функционала комплекса(анализ данных); В2. Большой потенциал применения метода в России и других странах; В3. Использование комплекса не только в сварочном производстве, но и в других отраслях с использованием электрических процессов.
Слабые стороны	Угрозы внешней среды
Сл1.Зависимость от «чужих» компонентов; Сл2. Наличие более опытных конкурентов; Сл3. Необходимость передачи большого количества данных может привести к затруднениям в сетевой инфраструктуре.	У1. Конкуренция в лице более опытных предприятий; У2. Увеличение цен на компоненты, входящие в состав комплекса; У3. Нехватка финансирования

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 11 и таблице 12.

Таблица 11 - Интерактивная матрица сильных и слабых сторон и возможностей

	Сильные стороны					Слабые стороны		
Возможности		С1	С2	С3	С4	Сл1	Сл2	Сл3

проекта	B1	+	-	+	-	+	+	-
	B2	+	+	+	-	+	+	-
	B3	-	-	+	-	-	+	+

Таблица 12 - Интерактивная матрица сильных сторон и слабых сторон и угроз

	Сильные стороны					Слабые стороны		
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	+	+	+	-	+	-
	У2	-	-	-	+	+	+	-
	У3	-	-	-	+	+	+	-

Основной угрозой являются конкуренты, которые могут зайти в рынок с более эффективными техническими решениями. Что касается возможностей, то главная возможность для проекта- это большой потенциал использования комплекса в России и других странах за счёт его сильных сторон.

В рамках третьего этапа составляется итоговая матрица SWOT-анализа, представленная в таблице 13.

Таблица 13- Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: C1. Автоматическое управление способами сварки ускоряет процессы сварочного производства; C2. Дистанционное использование позволяет уберечь оператора от вредного воздействия сварки; C3. Сбор данных позволит выявить недостатки сварки или неправильного распределения времени производства;	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Зависимость от «чужих» компонентов; Сл2. Наличие более опытных конкурентов; Сл3. Необходимость передачи большого количества данных может привести к затруднениям в сетевой инфраструктуре.
--	---	---

	С4. Невысокая стоимость компонентов обеспечивает недорогую стоимость комплекса.	
В1. Расширение программного функционала комплекса(анализ данных); В2. Большой потенциал применения метода в России и других странах; В3. Использование комплекса не только в сварочном производстве, но и в других отраслях с использованием электрических процессов.	Большой потенциал применения метода в России и других странах способствует развитию комплекса и дальнейшего захвата более обширного рынка.	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.
У1. Конкуренция в лице более опытных предприятий; У2. Увеличение цен на компоненты, входящие в состав комплекса; У3. Нехватка финансирования	Благодаря недорогим компонентам отличие цен от продукции конкурентов очень велико.	Наличие опытных конкурентов, способных усовершенствоваться гораздо быстрее за счёт их опыта и большего финансирования.

4.2. Планирование работ по научно-техническому исследованию

4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

1. определение структуры работ в рамках научного исследования.
2. определение участников каждой работы.
3. установление продолжительности работ.
4. 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, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Перечень этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 15.

Таблица 15 – 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	Бакалавр Руководитель Консультант
	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

4.2.2. Определение трудоёмкости выполнения работ

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

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

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (4.2)$$

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

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

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i}, \quad (4.3)$$

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

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

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

4.2.3. 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:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4.4)$$

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:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})}, \quad (4.5)$$

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 для 6-ти дневной рабочей недели:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22 \quad (4.6)$$

Таблица 16- Временные показатели проведения научного исследования

Наименование работы	Исполнители работы	Трудоемкость работы, чел-дни			Длительность работ, дни	
		t_{mini}	t_{maxi}	$t_{\text{ож}}$	T_{pi}	T_{ki}
1. Составление и утверждение технического задания	Руководитель	2	3	2,4	2,4	3
2. Выбор направления исследований	Бакалавр Руководитель Консультант	1	2	1,4	0,47	1
3. Подбор и изучение материалов по теме	Бакалавр	10	15	12	12	15
4. Календарное планирование работ	Руководитель Бакалавр Консультант	1	2	1,4	0,47	1
5. Закупка оборудования	Руководитель Бакалавр	3	4	3,4	1,7	3
6. Проведение экспериментов	Бакалавр Консультант	20	25	22	11	14
7. Сборка образца	Консультант Бакалавр	2	3	2,4	1,2	2
8. Обработка результатов эксперимента	Бакалавр	1	2	1,4	1	2
9. Анализ результата и проверка руководителем	Руководитель Бакалавр	1	2	1,4	0,7	1

10.Составление пояснительной записки	Бакалавр	7	10	8,2	8,2	10
--------------------------------------	----------	---	----	-----	-----	----

По данным из таблице 16 строится календарный план-гарфик изображённый на рисунке 15, где зелёный цвет – работа, выполненная руководителем, чёрный цвет- работа, выполненная руководителем и консультантом и бакалавром, жёлтый цвет – работа, выполненная бакалавром, синий цвет – работа выполненная руководителем и бакалавром, красный цвет- работа,, выполненная консультантом и бакалавром.

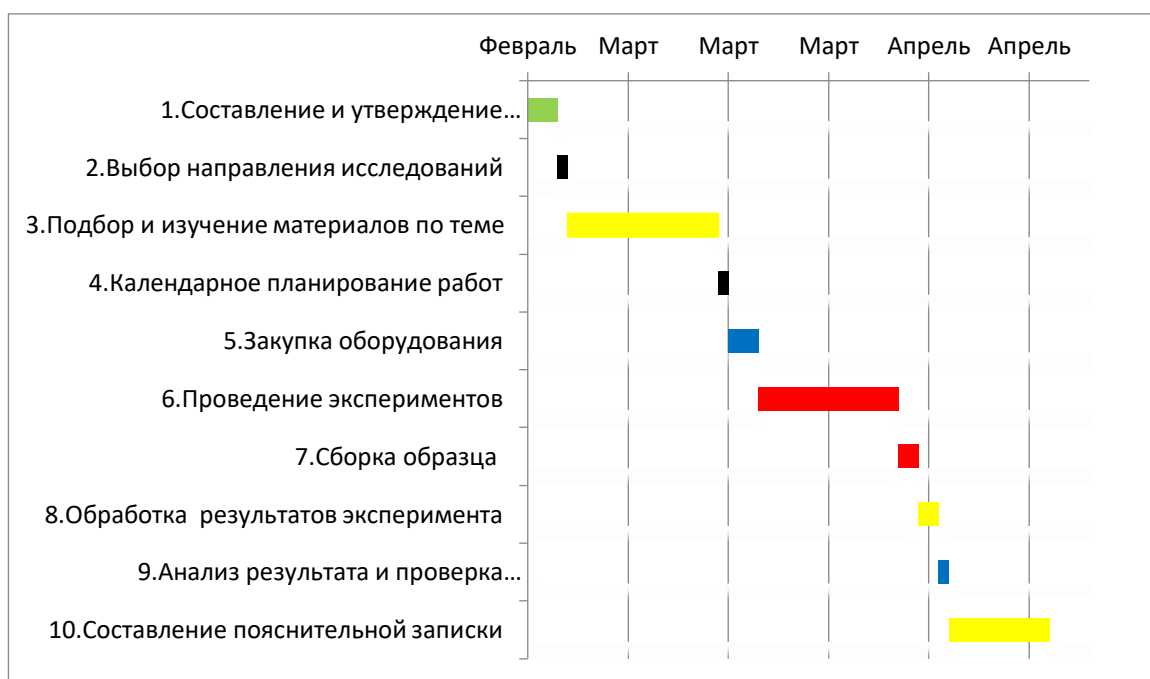


Рисунок 15 –Диаграмма Ганта

4.3. 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:

1. материальные затраты.
2. затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ.

3. амортизационные отчисления.
4. заработная плата исполнителей.
5. отчисления во внебюджетные фонды.
6. накладные расходы.

4.3.1. Разработка графика проведения научного 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 17.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + K_T) \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{расх}i} \quad (4.7)$$

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

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

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

K_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, примем данный коэффициент равным 0.2;

Общие материальные затраты основного проекта составили 3036 руб.

Исполнение 1 – наше исследование, исполнения 2 и 3 – исследования конкурентов.

Таблица 17 – 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	2	300	300	300	360	720	720
Канцелярский набор	Шт.	1	1	2	995	995	1000	1194	1194	2400
Упаковка электродов	Шт.	1	1	2	1185	2000	1500	1422	2400	3600
Пачка соединительн ых проводов	Шт	1	2	2	50	50	50	60	120	120
Итого		4	6	8	2530	3345	2850	3036	4434	6840

4.3.2. Расчёт затрат на специальное оборудование для научных работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены. Расчет затрат по данной статье представлен в таблице 18.

Таблица 18- Расчёт бюджетазатрат на приобретение спецоборудования для научных работ

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.

4.3.3. Основная заработная плата исполнителя темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, 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. Расчет основной заработной платы приводится в таблице 19.

Таблица 19- Расчёт основной заработной платы

№	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.	Заработная плата, на один чел.-дн., тыс.руб.	Всего заработная плата по окладам без учета кр, тыс.руб
1	Разработка технического задания, выбор направления исследований, календарное планирование работ, оценка результатов	Руководитель	9	2,9	26,1
2	Проведение эксперимента, сборка образца	Консультант	18	2,6	46,8
3	Теоретические и экспериментальные исследования, оформление отчета по НИР	Бакалавр	49	1,2	58,8
Итого:					131,7

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату и рассчитывается по формуле:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} \quad (4.8)$$

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

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

Основная заработная плата руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p \quad (4.9)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d} \quad (4.10)$$

где $З_m$ – 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.

Таблица 20- Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Консультант	Бакалавр
Календарное число дней	365	365	365
Количество нерабочих дней	118	118	118
- выходные дни			
- праздничные дни			
Потери рабочего времени			
- отпуск	48	48	48
- невыходы по болезни	0	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	199	199

Месячный должностной оклад работника (руководителя):

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} \quad (4.11)$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30 процентов от $З_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата $З_{\text{тс}}$ находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $Тс_1 = 600$ руб. на тарифный коэффициент $k_{\text{т}}$ и учитывается по единой для бюджетной организации тарифной сетке.

Тарифный коэффициент для НР = 1,866; для С = 1,407.

Расчет основной заработной платы представлен в таблице 21:

Таблица 21 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$З_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб.	$З_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.
Научный руководитель	28625	0,3	0,2	1,3	55819	2917	9	26253
Консультант	25550	0,3	0,2	1,3	49822	2604	18	46872
Бакалавр	12404	0,3	0,2	1,3	24188	1264	49	61936
Итого $З_{\text{осн}}$, руб.								135061

4.3.4. Расчёт дополнительной заработной платы

Дополнительная заработная плата учитывает величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}, \quad (4.12)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы, принятый на стадии проектирования за 0,15.

Результат в таблице 21.

4.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) \quad (4.13)$$

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

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%.

Таблица 22- Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная зарботная плата, руб.	Дополнительная зарботная плата, руб.	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	Итого, руб.
Руководитель проекта	26253	3 938	0,302	9118
Консультант	46872	7 031		16279
Бакалавр	61936	9 290		21510
Итого:				46906,6853

4.3.6. Накладные расходы

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

$$З_{накл} = (\sum \text{статей} \div 5) \cdot k_{нр} \quad (4.14)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Результаты накладных расчётов приведены в таблице 23.

Таблица 23– 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	3036	135061	20259	46907	7029
Исп. 2	130200	4434	135061	20259	46907	10780
Исп. 3	152400	6840	135061	20259	46907	11567

4.3.7. 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 24.

Таблица 24- Расчёт бюджета затрат НТИ

№ п/п	Наименование статьи	Сумма, руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Материальные затраты	3036	4434	6840
2	Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных работ)	14400	130200	152400
3	Затраты по основной заработной плате	135061	135061	135061
4	Затраты по дополнительной заработной плате	20259	20259	20259
5	Отчисления во внебюджетные фонды	46907	46907	46907
6	Накладные расходы	7029	10780	11567
Итого		226692	347641	373034

Себестоимость проекта составляет 226692, основные затраты идут на заработную плату и отчисления во внебюджетные фонды.

4.4. 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:

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (4.15)$$

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп1}} = \frac{226692}{373034} = 0,6;$$

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп2}} = \frac{347641}{373034} = 0,93;$$

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп3}} = \frac{373034}{373034} = 1$$

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

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i \quad (4.16)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Таблица 25 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	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			

$$I_{p-исп1} = 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 = 4,3;$$

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

$$I_{p-исп3} = 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 = 4.$$

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

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{фин.р}} = \frac{4,3}{0,6} = 7,17;$$

$$I_{исп2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{фин.р}} = \frac{4,2}{0,93} = 4,52;$$

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

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{cp}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп2}}}{I_{\text{исп1}}} \quad (4.16)$$

Таблица 26 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,6	0,93	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,3	4,2	4
3	Интегральный показатель эффективности	7,17	4,52	4
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,63	0,56

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.

ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Обучающемуся:

Группа	ФИО
1В91	Валиев Артём Валерьевич

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Объект исследования:</i> аппаратно-программный комплекс автоматического управления процессами сварки <i>Область применения:</i> сварочное производство, автоматизация <i>Рабочая зона:</i> производственное помещение <i>Размеры помещения:</i> 20*30 м <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> сварочный аппарат ручной дуговой сварки, персональный компьютер и стол оператора. <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> контроль параметров режимов сварки при помощи персонального компьютера.
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: — специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; — организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	ГОСТ 12.2.003-91. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное; Федеральный приказ от 11 декабря 2020 года N 884н «Об утверждении правил по охране труда при выполнении электросварочных и газосварочных работ»; ГОСТ 12.3.003-86. Система стандартов безопасности труда. РАБОТЫ ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫЕ; ГОСТ 12.1.030-81. Система стандартов безопасности труда. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ. ЗАЩИТНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ. ЗАНУЛЕНИЕ; ГОСТ 12.1.019-2017. Система стандартов безопасности труда ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ; СП 1009-73. Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов; Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: - Повышенный уровень шума; - Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; - Ультрафиолетовое излучение; - Загрязнение воздушной среды; - Электromагнитные поля, неионизирующие ткани тела человека; - Монотонность труда, вызывающая монотонию; Опасные факторы: - Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека; - Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов; - Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий; - Сила тяжести, вызывающая падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего. Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: использование защитных костюмов, перчатки, беруши, наушники, маска, очки

3. Экологическая безопасность:	Воздействие на селитебную зону: вредные выбросы при сварочных процессах Воздействие на литосферу: промышленные отходы Воздействие на гидросферу: сброс охлаждающей воды при использовании в качестве охладителя рек, прудов Воздействие на атмосферу: тепловое воздействие вследствие испарения части охлаждающей воды, испарения металла шва и электрода; выбросы вредных веществ, входящих в состав металла шва, покрытия электрода.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС: Природные катастрофы (наводнения, ураган, цунами и т.д.); Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.); Техногенные аварии (отказ систем безопасности, пожар и взрыв) Наиболее типичная ЧС: пожар и взрыв

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

Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:

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

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В91	Валиев Артём Валерьевич		

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Для облегчения контроля сварочных процессов можно использовать аппаратно-программный комплекс автоматического управления процессами сварки. Данный комплекс подходит для использования, как в сварочном производстве, так и в автоматизации для просмотра электрических сигналов.

Пользователи данного разрабатываемого устройства могут быть компании, нацеленные на автоматическое управление сварочными процессами. При этом для его использования не нужна высокая квалификация сварщика. Рабочей зоной является производственное помещение размерами 20·30 метров. В рабочей зоне находится следующее оборудование: микроконтроллер STM32, ноутбук, осциллограф, сварочный аппарат. Рабочие процессы, осуществляющиеся в рабочей зоне: отладка программного кода, регистрация сигналов на осциллографе, сварочные процессы.

Так как передачи информации непосредственно с места сварочного процесса с помощью аппаратно-программного комплекса передаётся на персональный компьютер оператора, то и уменьшается время проведения оператора прямо у сварочной дуги. Это благоприятно воздействует, как на самочувствие работника, так и на его здоровье, ведь это уменьшает попадания ультрафиолета на свою кожу, наблюдение за дугой в сварочной маске и так далее.

5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1. Правовые нормы трудового законодательства

В трудовом кодексе Российской Федерации содержатся основные положения отношений между организацией и сотрудниками, включая оплату и нормирование труда, выходных, отпуска и так далее.

Так как работа с ручной дуговой сваркой является вредной, то для работников, условия труда на рабочих местах которых по результатам

специальной оценки условий труда отнесены к вредным условиям труда 3 или 4 степени или опасным условиям труда, - не более 36 часов в неделю[16].

Защита персональных данных работников осуществляется согласно трудовому кодексу. В целях обеспечения прав и свобод человека и гражданина работодатель и его представители при обработке персональных данных работника обязаны соблюдать следующие общие требования:

1. обработка персональных данных работника может осуществляться исключительно в целях обеспечения соблюдения законов и иных нормативных правовых актов, содействия работникам в трудоустройстве, получении образования и продвижении по службе, обеспечения личной безопасности работников, контроля количества и качества выполняемой работы и обеспечения сохранности имущества.

2. работодатель не имеет права получать и обрабатывать персональные данные работника о его членстве в общественных объединениях или его профсоюзной деятельности, за исключением случаев, предусмотренных настоящим Кодексом или иными федеральными законами.

3. работники не должны отказываться от своих прав на сохранение и защиту тайны.

4. работодатели, работники и их представители должны совместно вырабатывать меры защиты персональных данных работников[16].

Размер минимальной заработной платы в субъекте Российской Федерации устанавливается с учетом социально-экономических условий и величины прожиточного минимума трудоспособного населения в соответствующем субъекте Российской Федерации.

Работа сварщика относится к работе с вредными условиями труда:

1. Оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере.

2. Минимальный размер повышения оплаты труда работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда,

составляет 4 процента тарифной ставки (оклада), установленной для различных видов работ с нормальными условиями труда[16].

3. При работе во вредных условиях труда предусмотрены компенсации.

4. Сокращённая продолжительность рабочего времени.

5. Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск.

6. Повышенная оплата труда.

Кроме того, за работу во вредных условиях труда бесплатно предоставляются молоко и лечебно-профилактическое питание.

5.1.2. Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны

Требования расположения и компоновки рабочей зоны сварочного производства регламентируются санитарными правилами при сварке, наплавке и резке металлов:

1. Сварку и наплавку изделий с использованием хромоникелевых сварочных материалов следует производить в изолированных помещениях.

2. Сварку, наплавку и резку мелких и средних изделий на стационарных местах следует производить в кабинах с открытым верхом.

3. При сварке и наплавке изделий с предварительным подогревом размещение нескольких сварочных постов в одной кабине не разрешается.

5.2. Производственная безопасность

Эксплуатация аппаратно-программного комплекса осуществляется оператором близко к сварочному оборудованию. Перечень опасных и вредных факторов, присутствующих при эксплуатации комплекса оператором представлен в таблице 1.

Таблица 27 - Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте (сварочный стол)

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
---------------------------------	-----------------------

Повышенный уровень шума	ГОСТ 12.1.035-81 ССБТ. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДУГОВОЙ И КОНТАКТНОЙ ЭЛЕКТРОСВАРКИ
Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	ГОСТ Р 55710-2013. ОСВЕЩЕНИЕ РАБОЧИХ МЕСТ ВНУТРИ ЗДАНИЙ
Ультрафиолетовое излучение	ГОСТ 12.3.003-86. Система стандартов безопасности труда. РАБОТЫ ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫЕ
Загрязнение воздушной среды	СП 1009-73. Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов;
Электромагнитные поля, неионизирующие ткани человека	ГОСТ 12.3.003-86. Система стандартов безопасности труда. РАБОТЫ ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫЕ
Монотонность труда, вызывающая монотонию	ГОСТ 12.3.003-86. Система стандартов безопасности труда. РАБОТЫ ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫЕ
Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека	ГОСТ 12.3.003-86. Система стандартов безопасности труда. РАБОТЫ ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫЕ
Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов;	ГОСТ 12.3.003-86. Система стандартов безопасности труда. РАБОТЫ ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫЕ
Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	ГОСТ 12.1.030-81. Система стандартов безопасности труда. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ. ЗАЩИТНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ. ЗАНУЛЕНИЕ.
Сила тяжести, вызывающая падение твёрдых, сыпучих, жидких объектов на работающего.	ГОСТ 12.2.003-91. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное

5.2.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов

Повышенный уровень шума

1. Источник возникновения фактора – сварочный аппарат.
2. Воздействие фактора на организм может привести к гипертонической болезни сердца, коронакардиосклерозу, стенокардии, инфаркту миокарда.
3. Величина эквивалентного уровня звука на рабочих местах сварочного оборудования не должна быть более 99 дБв соответствии с

пунктом 1 «ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ ШУМА» ГОСТ 12.1.035-81 ССБТ. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДУГОВОЙ И КОНТАКТНОЙ ЭЛЕКТРОСВАРКИ.

4. Средства защиты для минимизации воздействия фактора – использование беруш и наушников, подавляющих шум.

Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения

1. Источник возникновения фактора – выбор рабочего места, удалённого от источника света.

2. Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека. Вызывает апатию и сонливость. Недостаток освещения может привести к царапинам и травмам, а также ожогов.

3. Освещенность рабочей зоны должна быть не менее 300 лк в соответствии с пунктом 5 «Нормы освещения» ГОСТ Р 55710-2013. ОСВЕЩЕНИЕ РАБОЧИХ МЕСТ ВНУТРИ ЗДАНИЙ.

4. Средства защиты для минимизации воздействия фактора – пользование светильниками направленного действия или местным освещением ручными переносными светильниками с напряжением не более 12 В.

Ультрафиолетовое излучение

1. Источник возникновения фактора – сварочная дуга.

2. Фактор приводит к повреждению ДНК, солнечным ожогам, фототоксическим и фотоаллергическим реакциям и угнетению иммунной системы.

3. Допустимая интенсивность ультрафиолетового облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более 0,2 кв. м (лицо, шея, кисти рук и др.), общей продолжительности воздействия излучения 50% рабочей смены и длительности однократного облучения свыше 5 мин. и более не должна превышать: 10,0 Вт/кв. м - для области УФ-А, 0,01 Вт/кв. м - для области УФ-В. Излучение в области УФ-С при указанной продолжительности не допускается.

4. Для обеспечения безопасности глаз необходимо носить специальную маску или очки с светофильтром. Очковые стекла должны быть стойкими к ультрафиолетовому излучению длин волн не менее 313 нм.

Загрязнение воздушной среды

1. Источник возникновения фактора – плавящийся электрод и металл.

2. Повышенный уровень загрязнителей воздуха, таких как ванадий, кадмий, медь, селен, хром, цинк, также может вызывать раздражение глаз, носа, горла и легких. Длительное воздействие может даже привести к повреждению органов.

3. Концентрация вредных веществ не должна превышать 10 мг/м и содержание кислорода меньше 19%. ПДК загрязнителей в воздухе (мг/м³): ванадия-0,002, кадмия-0,0003, меди-0,001, селена-0,00005, хрома-0,0015, цинка-0,003.

4. Средства защиты для минимизации воздействия фактора – установленная вентиляция, сварочный респиратор.

Электромагнитные поля, неионизирующие ткани человека

1. Источник возникновения фактора – сварочная дуга, трансформатор.

2. Отрицательное воздействие электромагнитного поля может привести к торможению рефлексов, понижению кровяного давления, замедлению сокращений сердца, изменению состава крови.

3. Допустимое значение электромагнитного излучения не должно превышать по электрической составляющей 5 кВ/м, по магнитной составляющей — 80 А/м.

4. Для защиты используются сварочная маска, одежда, отдалённое положение трансформатора.

Монотонность труда, вызывающая монотонию

1. Источник возникновения фактора – однотипность выполнения сварочных работ

2. Монотонность приводит к быстрой утомляемости, снижению внимания к процессу производства и снижению интереса к трудовому процессу.

3. Число элементов, необходимых для реализации простого задания или многократно повторяющихся операций должно составлять 9-6

4. Средства защиты для минимизации воздействия фактора – смена работы на разную, рационально продумать перерывы.

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

1. Источник возникновения фактора – нагретый от дуги металл.

2. Фактор может привести к ожогам на теле человека.

3. Так как при сварке происходит плавление металла, то максимальная температура составляет температуру плавления материалов, при плавлении стали температура достигает до 1535⁰C

4. Средства защиты для минимизации воздействия фактора – использование сварочных рукавиц и одежды, дать время металлу остыть.

Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов

1. Источник возникновения фактора – металл, находящийся на сварочном столе.

2. Фактор может привести к порезам на теле человека.

3. Подготовленные под сварку кромки должны быть без взрывов, заусенцев, резких переходов и острых углов, также без пор. раковин и др. дефектов. Шероховатость подготовленных под сварку кромок должна быть не более Rz 80.

4. Средства защиты для минимизации воздействия фактора – предварительная обработка материала, использование рукавиц.

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

1. Источник возникновения фактора – микроконтроллер, сварочный трансформатор, сеть, сварочная дуга.
2. Воздействие фактора на человека: под воздействием напряжения через тело протекает электрический ток, который нарушает нормальную работу организма, из-за чего возникают судороги, прекращается дыхание и останавливается сердце.
3. Для переменного тока частотой 50 Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет 2 В, а силы тока – 0,3 мА, для тока частотой 400 Гц, соответственно – 2 В и 0,4 мА, для постоянного тока – 8 В и 1 мА.
4. Средства защиты для минимизации воздействия фактора являются оградительные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, изолирующие устройства и покрытия, устройства защитного заземления, устройства автоматического отключения, предохранительные устройства[16].

Сила тяжести, вызывающая падение твёрдых, сыпучих, жидких объектов на работающего.

1. Источник возникновения фактора – металл, находящийся на столе, расплавленный металл, способный упасть.
2. Фактор может привести к ушибу или ожогу.
3. Места подсоединения подъемных средств должны быть выбраны с учетом центра тяжести оборудования так, чтобы исключить возможность повреждения оборудования при подъеме и перемещении и обеспечить удобный и безопасный подход к ним.
4. Конструкция производственного оборудования и его частей должна обеспечивать возможность надежного их закрепления на

транспортном средстве или в упаковочной таре согласно ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное[17].

5.3. Экологическая безопасность

Предельно допустимый уровень напряженности воздействующего ЭП устанавливается равным 25 кВ/м[18].

Электродуговые сварочные процессы отличаются интенсивными тепловыделениями (лучистыми и конвективными), пылевыведениями, приводящими к большой запыленности производственных помещений токсичной мелкодисперсной пылью, действующей отрицательно на организм работающих. Окисляясь кислородом воздуха, эти пары образуют мелкодисперсную пыль, а возникающие при сварке и тепловой резке конвективные потоки уносят газы и пыль вверх, приводя к большой запыленности и загазованности производственных помещений.

Непосредственно с загрязнением селитебной зоны вредные вещества попадают в атмосферу в процессе сварки.

Для защиты воздуха можно использовать электроды, в которых количество вредных веществ уменьшено к минимуму. Также можно использовать другие методы сварки, которые уменьшают попадание вредных веществ в атмосферу.

При охлаждении свариваемых материалов вода, использующаяся в качестве охладителя, уходит в гидросферу. Таким образом, вредные вещества, оставшиеся на материале, такие как вольфрам, кадмий, медь, селен и хром попадают в реки и пруды. Предельно допустимая концентрация их составляет 0,05, 0,001, 1, 0,01 и 0,5 соответственно[19].

Проблема теплового воздействия возникает при использовании водных объектов в качестве водоемов-охладителей технологических вод для охлаждения промышленного и энергетического оборудования. Разница в температуре забираемой и сбрасываемой воды летом составляет 5–7, зимой 12–14 °С. Охлаждающая способность поверхности воды варьирует в

зависимости от ветра и температуры от 7 до 36 ккал/ч на 1 м² на каждый градус разницы между температурой воды и воздуха.

Должны соблюдаться требования нормативных актов, регулирующих отношения в области охраны водных ресурсов. Для обеспечения безопасного пользования гидросферой применяются следующие мероприятия: оборудование отдельных систем хозяйственно-бытовой и ливневой канализации.

Загрязнение литосферы происходит от промышленных отходов: остатки от электродов, бракованные изделия, лишние материалы, но также сюда можно включить влияние сточных вод.

При этом должны соблюдаться требования нормативных правовых актов, регулирующих отношения в области охраны земельных ресурсов и недр в соответствии с законами. Должна вестись работа по охране земель от загрязнения, а также обеспечиваться рекультивация деградированных и загрязненных земель, организован контроль режима температуры и химического загрязнений близлежащих к поверхности горизонтов грунтовых вод.

5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К возможным чрезвычайным ситуациям можно причислить наводнения, обрушивание зданий, землетрясения, оползни, взрывы или пожары.

Наиболее вероятная чрезвычайная ситуация с учётом особенностей сварочных процессов - пожар. Причины возникновения возгорания: неправильно настроенные параметры сварки, неисправность сварочного оборудования, небрежность сварщика. С учётом этого класс пожара в сварочном оборудовании – это класс D(пожары металлов)[20].

Для предотвращения пожаров должны быть соблюдены следующие требования: Не допускается проведение сварки при неработающей местной вытяжной вентиляции. Сварка в замкнутых и труднодоступных

пространствах должна производиться по допуску на особо опасные работы при выполнении следующих условий:

1. установки контрольных постов для наблюдения за электросварщиками;
2. непрерывной работы местной вытяжной вентиляции и средств, исключающих накопление вредных веществ в воздухе выше предельно допустимых концентраций и содержание кислорода менее 19 % (по объему);
3. наличия в сварочном оборудовании устройства прекращения подачи защитного газа при выключении напряжения в сварочной цепи;
4. наличия ограничителя напряжения холостого хода при ручной дуговой сварке переменным током. Ограничитель, выполненный в виде приставки, должен быть заземлен отдельным проводником[21].

В случае возникновения пожара в здании автоматически срабатывают датчики пожаротушения, и звуковая система оповещает всех сотрудников о немедленной эвакуации из здания, и направляются на выход в соответствии с планом эвакуации при пожаре. Для ликвидации последствий пожара необходимо вызвать пожарную службу или использовать огнетушитель класса «D», предназначенных для тушения металла, незащищенных металлоконструкций или метало содержащих соединени

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы реализована библиотека для модуля связи аппаратно-программного комплекса автоматического управления процессами сварки. В ходе работы были рассмотрены различные интерфейсы, используемые в измерительных системах. Наиболее подходящим интерфейсом является Ethernet и протокол связи TCP/IP. Для реализации этого интерфейса выбрана Ethernetмикросхема W5500, которая облегчит работу микроконтроллеру, взяв на себя значительную часть передачи и приёма данных по Ethernet. Также микросхема имеет собственную библиотеку, которая была использована для реализации модуля связи. После тестирования и отладки программы получена библиотека с помощью которой возможно отправлять данные микроконтроллеру и получать данные от него.

В ходе работы была проведена оценка коммерческого потенциала научного проекта, приведены потенциальные конкуренты и потребители. Основные сегменты – это компании, которым необходимо хорошее качество сварных соединений, но при этом имеющих работников не высшей квалификации. При проведении SWOT-анализа была выведена наивысшая угроза – конкуренты, в лице уже опытных компаний, которые имеют большее финансирование и работников. Но при развитии научного исследования есть возможность продвижения его на рынке.

Себестоимость проекта составляет 226692, основные затраты идут на заработную плату и отчисления во внебюджетные фонды. Также была проведена оценка эффективности исследования, которое показало, что реализация технологии является эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

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 2.1.7.573 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"[19] 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» [22] 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.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. RS232 Serial Communication Protocol: Basics, Working & Specifications // CIRCUET DIGEST URL: <https://circuitdigest.com/article/rs232-serial-communication-protocol-basics-specifications> (дата обращения: 25.05.2023).
2. USB DATA TRANSFER GUIDE // cmd URL: <https://www.cmd-ltd.com/advice-centre/usb-chargers-and-power-modules/usb-and-power-module-product-help/usb-data-transfer-guide/#:~:text=When%20a%20peripheral%20device%20is,amounts%20known%20as%20'packets'.>] (дата обращения: 25.05.2023).
3. USB 101: An Introduction to Universal Serial Bus 2.0 // CYPRESS URL: https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-AN57294_USB_101_An_Introduction_to_Universal_Serial_Bus_2.0-ApplicationNotes-v09_00-EN.pdf?fileId=8ac78c8c7cdc391c017d072d8e8e5256 (дата обращения: 25.05.2023).
4. IEEE-488 / GPIB (General Purpose Interface Bus) // ELIKS URL: https://www.eliks.ru/info/index.php?ELEMENT_ID=3072 (дата обращения: 07.06.2023).
5. Ethernet Basics // PHOENIX CONTACT URL: https://www.mouser.com/pdfdocs/Ethernet_Basics_rev2_en.pdf (дата обращения: 25.05.2023).
6. Сетевые протоколы: базовые понятия и описание самых востребованных правил // Академия Selectel URL: <https://selectel.ru/blog/network-protocols/> (дата обращения: 25.05.2023).
7. Network protocols // ManageEngine URL: <https://www.manageengine.com/network-monitoring/network-protocols.html> (дата обращения: 25.05.2023).
8. TCP и UDP, или Два столпа Интернета // Habr URL: <https://habr.com/ru/articles/711578/> (дата обращения: 25.05.2023).

9. Small Footprint RMII 10/100 Ethernet Transceiver with HP Auto-MDIX Support // SMSC URL: <https://www.waveshare.com/w/upload/1/1a/LAN8720A.pdf> (дата обращения: 25.05.2023).

10. W5500 Datasheet // WIZnet URL: https://docs.wiznet.io/img/products/w5500/W5500_ds_v110e.pdf (дата обращения: 25.05.2023).

11. MAC адрес устройства — что такое MAC адрес и его особенности // ASVAGROUP URL: <https://asvagroup.com/2020/02/mac-adres-ustrojstva-cto-takoe-mac-adres-i-ego-osobennosti/> (дата обращения: 25.05.2023).

12. IP // SKILLFACTORY URL: <https://blog.skillfactory.ru/glossary/ip/> (дата обращения: 25.05.2023).

13. Сетевые адреса TCP/IP. // OpenNET URL: https://www.opennet.ru/docs/RUS/tcp_conf/tcp01.html (дата обращения: 25.05.2023).

14. Socket // TheCode URL: <https://thecode.media/socket/> (дата обращения: 25.05.2023).

15. W5500 Simple Use and Official IO Library Quick Start // ProgrammerSought URL: <https://www.programmersought.com/article/84333708569/> (дата обращения: 25.05.2023).

16. Российская Федерация: Трудовой кодекс Российской Федерации от 21 декабря 2001 № 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022):[принят Государственной думой 21 декабря 2001 года].// Парламентская газета. – 2002

17. ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. Оборудование производственное: дата введения 1992-01-01. – URL:<https://internet-law.ru/gosts/gost/574/> (дата обращения: 25.05.2023).-Текст:электронный.

18. ГОСТ 12.1.002-84. ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению

контроля на рабочих местах: дата введения 1986-01-01. – URL:<https://files.stroyinf.ru/Index/39/39086.htm> (дата обращения: 25.05.2023).- Текст:электронный.

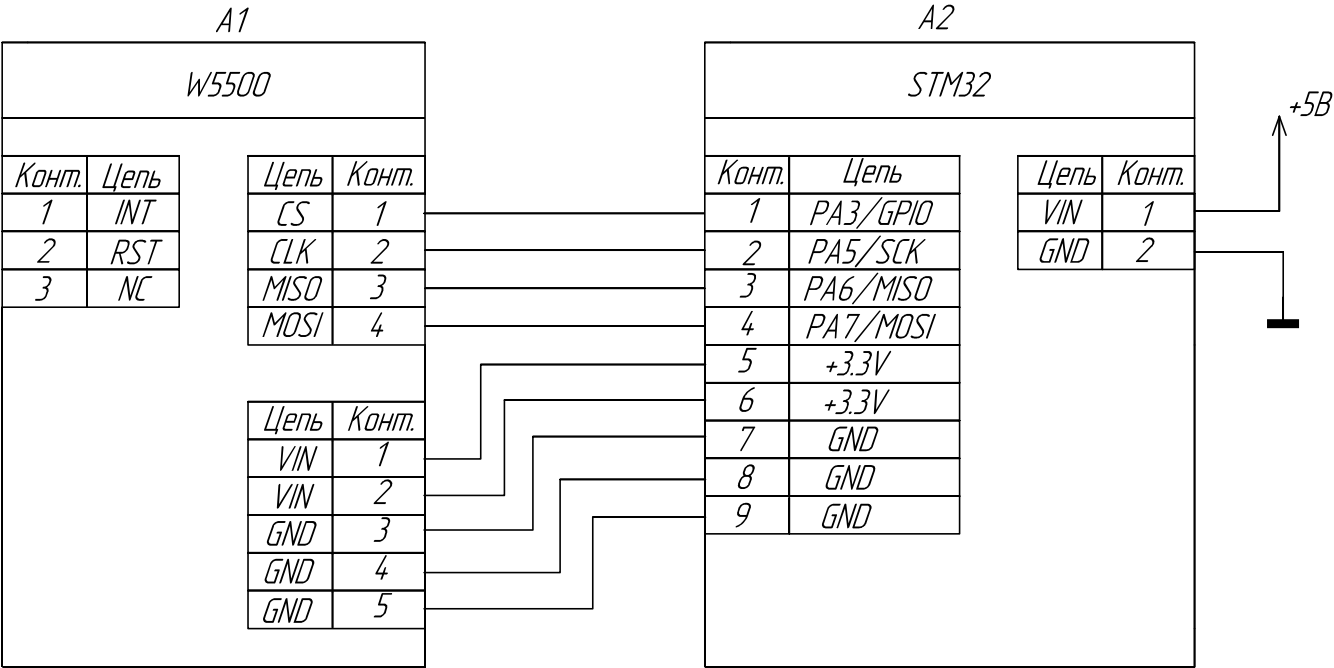
19. СанПиН 2.1.7.573— 96. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения: дата введения 1996-31-06. – URL:<https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293825/4293825376.pdf>(дата обращения: 25.05.2023).-Текст:электронный.

20. Российская Федерация. Законы. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности:Федеральный закон № 123-ФЗ: [принят Государственной думой 4 июля 2008 года]. – 8с.

21. ГОСТ 12.3.003-86. ССБТ. РАБОТЫЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫЕ: дата введения 1988-01-01. – URL:<https://internet-law.ru/gosts/gost/38909/> (дата обращения: 25.05.2023).-Текст:электронный.

22. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: дата введения 2006-01-05. – URL:<https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 25.05.2023).-Текст:электронный.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Схема подключения



					ФЮРА.468213.00134				
					Схема электрическая соединений	Лист		Масса	Масштаб
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Валиев А.В.							
Провер.		Гордынец А.С.							
Т. контр.						Лист 1		Листов 1	
Реценз.						ТПУ ИШНКБ			
Н. контр.						Группа 1В91			
Утверд.									

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Код программы

```
#include "Ethernet.h"
#include "spi.h"
#include "wizchip_conf.h"
#include "socket.h"
#include "w5500.h"
uint8_t bf[2048]={0};
uint32_t dlina=0;
void W5500_Select(void) /*Функция для выбора чипа
W5500/*
{
LL_GPIO_ResetOutputPin(GPIOA, LL_GPIO_PIN_3);
*/Опускается PA3, отвечающий за SPI-CS/*
}
void W5500_Unselect(void) /*Функция для отмены выбора
чипа W5500 /*
{
LL_GPIO_SetOutputPin(GPIOA, LL_GPIO_PIN_3);*/Поднимается
PA3, отвечающий за SPI-CS/*
}
void W5500_ReadBuff(uint8_t *buff, uint16_t len)
*/Функция чтения буфера из SPI буффер buff/*
{
while ((SPI1->SR)&SPI_SR_RXNE) /*Осуществляется проверка
на заполненность буфера приёма данных/*
{
* (uint8_t *)buff=*(__IO uint8_t *)&SPI1->DR; /*Если
буффер пуст, то его необходимо заполнить данными из
SPI/*
}
for (uint16_t i = 0; i < len; i++) /*Цикл для записи в
буфер len байт из SPI/*
{
while ((SPI1->SR) & SPI_SR_BSY){} /*Проверка на
занятость SPI/*
*(uint8_t *)&SPI1->DR=0x00; /*Запись начальных данных/*
while (!(SPI1->SR & SPI_SR_RXNE)){} /*Проверка на то,
что буфер приёма пуст/*
* (uint8_t *)buff=*(__IO uint8_t *)&SPI1->DR; /*Запись в
буфер из SPI/*
buff++; /*Увеличение указателя на буфер/*
}
}
```

```

}
void W5500_WriteBuff(uint8_t *buff, uint16_t len)
/*Функция записи в SPI/*
{
for (uint16_t i = 0; i < len; i++) /*Цикл для записи в
SPI len байт /*
{
while (!(SPI1->SR & SPI_SR_TXE)){ /*Проверка на пустоту
буфера передачи/*
*(uint8_t *)&SPI1->DR=*buff; /*Запись в SPI данных из
буфера/*
buff++; /*увеличение указателя на буфер/*
}
LL_mDelay(1); /*Задержка для обеспечения обработки
данных /*
}
uint8_t W5500_ReadByte(void) /*Функция чтения байта/*
{
uint8_t byte; /*Создание 8-ми разрядной переменной
byte/*
W5500_ReadBuff(&byte, sizeof(byte)); /*Передача адреса
переменной byte и её размера в функцию чтения буфера/*
return byte; /*Возвращение значения byte/*
}
void W5500_WriteByte(uint8_t byte) /*Функция записи
байта/*
{
W5500_WriteBuff(&byte, sizeof(byte)); /*Передача адреса
переменной byte и её размера в функцию записи буфера/*
}
void EthernetInit(void) /*Функция инициализации
соединения через Ethernet по протоколу TCP/IP/*
{
MX_SPI1_Init(); /*Инициализация SPI1/*
LL_SPI_Enable(SPI1); /*Прдключение SPI1/*
reg_wizchip_cs_cbfunc(W5500_Select, W5500_Unselect); /*
регистрация функций выбора и отмены выбора чипа/*
reg_wizchip_spi_cbfunc(W5500_ReadByte, W5500_WriteByte);
/*регистрация функций чтения и записи байта/*
reg_wizchip_spiburst_cbfunc(W5500_ReadBuff,
W5500_WriteBuff); /* регистрация функций чтения из SPI и
записи в SPI/*
wiz_NetInfo gWIZNETINFO= /* Создание структуры в
которой описывается адрес микроконтроллера/*

```

```

{
.mas={0xCC, 0xB0, 0xDA, 0xF2, 0x9A, 0x7E}, /*Запись
физического адреса/*
.ip={192,168,1,10}, /* Запись IP-адреса/*
.sn={255,255,255,0}, /* Запись маски подсети/*
.gw={192,168,1,1} /* Запись шлюза/*
};
wizchip_setnetinfo(&gWIZNETINFO); /* Отправка структуры
с адресом микроконтроллера в библиотеку W5500/*
socket(1,Sn_MR_TCP,80,SF_TCP_NODELAY | SF_IO_NONBLOCK);
/* Открытие первого сокета, выбрав протокол TCP, с 80
портом/*
listen(1); /*Прослушивание первого сокета /*
}
void Waiting( struct AMessage *pXMessage ) /*Создание
функции ожидания ввода команды/*
{
if(getSn_SR(1) == SOCK_ESTABLISHED) /*Условие
установления соединения по первому сокету/*
{
do// Цикл для ожидания ввода /*
{ /*Количество байт, введённых в консоль, записываются в
dlna /*
dlna = recv(1,(uint8_t*)&bf,sizeof(bf)-1); /* байты
записываются в буфер bf/*
}
while (dlna == 0); /*Ничего не происходит, пока ничего
не введено/*
pXMessage->len=dlna; /*Запись в структуру длины
команды, введённой в консоль/*
pXMessage->pbf=&bf; /*Запись в структуру буфера,
содержащий байты, введённые в коноль/*
}
}
void SEND(uint8_t *buf,uint16_t len) /*Функция отправки
данных в консоль/*
{
if (len<=2048)
{
send(1,buf,len); /*Отправка данных не более 2048 байт =
2Кб (максимум данных для сокета) /*
}
else
{

```

```

uint16_t i; */Создание переменной, которая равна
количеству 2 Кб/*
for ( i=0; i<len/2048;i++) */Создание цикла с
количеством повторов кратным 2 Кб/*
{
send(1,buf,2048); */Отправка данных по 2 Кб/*
for(uint16_t j;j<=2048;j++)*/Создание цикла для
увеличения указателя на 2048 байт/*
buf++; */Увеличение указателя на буфер/*
}
send(1,buf,len-2048*i); */Отправка оставшихся байтов/*
}
}

```

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Код программы заголовочного файла

```
#include "main.h"
void W5500_Select(void);    /*Функция для выбора чипа W5500
void W5500_Unselect(void); /*Функция для отмены выбора чипа
W5500 /*
void W5500_ReadBuff(uint8_t *buff, uint16_t len); /*Функция
чтения буфера из SPI буффер buff/*
void W5500_WriteBuff(uint8_t *buff, uint16_t len); /*Функция
записи в SPI/*
uint8_t W5500_ReadByte(void); /*Функция чтения байта/*
void W5500_WriteByte(uint8_t byte); /*Функция записи байта/*
void EthernetInit(void); /*Функция инициализации соединения
через Ethernet по протоколу TCP/IP/*
struct AMessage /*Создание структуры/*
{
    uint16_t len; /*Длина команды/*
    uint8_t *pbf; /*Указатель на команду/*
};
void Waiting( struct AMessage *pxMessage ); /*Функция
ожидания ввода команды/*
void SEND(uint8_t *buf,uint16_t len); /*Функция отправки
данных в консоль/*
```