

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки 12.03.01 «Приборостроение»
Кафедра Физических методов и приборов контроля качества

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка дистанционно управляемый модуль тестирования микросхем памяти УДК 620.179.152:621.382.049.77:004.422.8

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б3А	Вяткин Максим Федорович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ФМПК ИНК ТПУ	Шестаков Василий Васильевич			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента	Грахова Елена Александровна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Анищенко Юлия Владимировна	Кандидат технических наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФМПК ИНК ТПУ	Суржиков Анатолий Петрович	Доктор физ. – мат. наук. профессор		

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	Профессиональные компетенции
P1	Применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для разработки, производства, отладки, настройки и аттестации средств приборостроения с использованием существующих и новых технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения
P2	Участвовать в технологической подготовке производства, подбирать и внедрять необходимые средства приборостроения в производство, предварительно оценив экономическую эффективность техпроцессов; принимать организационно-управленческие решения на основе экономического анализа
P3	Эксплуатировать и обслуживать современные средств измерения и контроля на производстве, обеспечивать поверку приборов и прочее метрологическое сопровождение всех процессов производства и эксплуатации средств измерения и контроля; осуществлять технический контроль производства, включая внедрение систем менеджмента качества
P4	Использовать творческий подход для разработки новых оригинальных идей проектирования и производства при решении конкретных задач приборостроительного производства, с использованием передовых технологий; критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы; использовать основы изобретательства, правовые основы в области интеллектуальной собственности
P5	Планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования по своему профилю с использованием новейших достижения науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области знаний, соответствующей выполняемой работе
P6	Использовать базовые знания в области проектного менеджмента и практики ведения бизнеса, в том числе менеджмента рисков и изменений, для ведения комплексной инженерной деятельности; уметь делать экономическую оценку разрабатываемым приборам, консультировать по вопросам проектирования конкурентоспособной продукции
	Универсальные компетенции
P7	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и

	повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
P8	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой, демонстрировать ответственность за результаты работы
P9	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности
P10	Ориентироваться в вопросах безопасности и здравоохранения, юридических и исторических аспектах, а так же различных влияниях инженерных решений на социальную и окружающую среду
P11	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт неразрушающего контроля
 Направление подготовки (специальность) 1 2.03.01 «Приборостроение»
 Кафедра физических методов и приборов контроля качества

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
1БЗА	Вяткину Максиму Федоровичу

Тема работы:

Разработка дистанционно управляемый модуль тестирования микросхем памяти	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	
Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2017

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Разработка дистанционно управляемого модуля тестирования микросхем памяти. Данное устройство будет использоваться при контроле микросхем на работоспособность после воздействия на них ионизирующего излучения.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Литературный обзор микросхем памяти, внутрисхемных интерфейсов, последовательных интерфейсов, разработка дистанционно управляемого модуля тестирования микросхем памяти, а также программного обеспечения для данного устройства.
Перечень графического материала	Презентация в Microsoft PowerPoint
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ФМПК	Шестаков Василий Васильевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БЗА	Вяткин Максим Федорович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 60 с., 11 рис., 20 табл., 16 источников.

Ключевые слова: внутрисхемные интерфейсы, микроконтроллер Atmega 128, микросхемы памяти, тестирование, программатор.

Объектом исследования является модуль тестирования микросхем памяти.

Цель работы – разработка дистанционно управляемого модуля тестирования микросхем памяти с соответствующим программным обеспечением.

В процессе исследования проводился литературный обзор последовательных интерфейсов, видов внутренней памяти и их особенности, а также проектирование и разработка модуля.

В результате исследования был разработан прототип разработка дистанционно управляемого модуля тестирования микросхем памяти с программным обеспечением для его работы

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: В основе преобразователя лежит микроконтроллер ATmega128. При эксплуатации данного устройства напряжение питания не должно превышать пяти вольт

Область применения: данный модуль применяют при контроле микросхем памяти после воздействия на них ионизирующего излучения.

Экономическая эффективность/значимость работы разработанное устройство позволяет проводить тестирование микросхем памяти дистанционно, что положительно сказывается при контроле микросхем.

В будущем планируется модернизация модуля путем использования беспроводного подключения, что позволит избежать большого числа интерфейсов.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

- **микроконтроллер (МК)**: Микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами.
- **интерфейс**: Совокупность средств и методов взаимодействия между элементами системы.
- **последовательный интерфейс**: интерфейс, в котором все информационные сигналы передаются по одной линии последовательно.
- **аналого-цифровой преобразователь**: Устройство, преобразующее входной аналоговый сигнал в дискретный код (цифровой сигнал).
- **цифро-аналоговый преобразователь**: Устройство для преобразования цифрового (двоичного) кода в аналоговый сигнал.
- **mips**: мера быстродействия микропроцессора.

СОКРАЩЕНИЯ

В данной работе применены следующие сокращения:

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;

МК – микроконтроллер;

ЭВМ – электронная вычислительная машина;

USB – universal serial bus;

COM – communications port;

SPI – serial peripheral interface;

UART – universal asynchronous receiver-transmitter;

GND – ground (общий провод);

MOSI – master out, slave input;

MISO – master input, slave out;

SCLK – serial clock;

SS – slave select;

SDA – serial data;

Оглавление

Введение	10
1 Обзор литературы	11
1.1 Влияние радиации на микросхемы памяти.....	11
1.2 Классификация и характеристики микросхем памяти.....	11
1.2.1 Оперативные запоминающие устройства (ОЗУ).....	12
1.1.2 Энергонезависимые микросхемы памяти.....	14
1.3 Разновидности интерфейсов.....	16
1.3.1 USB (Universal Serial Bus).....	16
1.3.2 COM порт.....	17
1.3.3 FireWire.....	18
1.4 Внутриплатаые интерфейсы.....	19
1.4.1 1-Wire.....	20
1.4.2 I2C.....	21
1.4.3 UART (Универсальный асинхронный приёмопередатчик).....	22
1.4.4 SPI (Serial Peripheral Interface).....	23
2 Оборудование для разработки дистанционно управляемого модуля тестирования микросхем памяти	25
2.1 Микроконтроллер ATMEGA 128 Header board.....	25
2.2 Программатор JTAG ICE XP II.....	27
2.3 Интерфейсы: RS-232, SPI, JTAG, ISP, провода кабеля.....	28
2.4 Программное обеспечение для программирования и управления микроконтроллером.....	28
2.5 Этапы разработки устройства.....	29
3 Результаты	35
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	37
4.1 Техничко-экономическое обоснование НИР.....	37
4.2 Планирование работ по научно-техническому исследованию.....	40

4.2.1	Определение трудоемкости этапов НИР	41
4.2.2	Техническая готовность темы	43
4.2.3	Построение графика работ	44
4.3	Смета затрат на разработку проекта	46
4.4	Оценка целесообразности исследования	49
4.4.1	Оценка научно-технического уровня следования	49
4.4.2	Оценка возможных рисков	50
5	Социальная ответственность	53
5.1	Производственная безопасность	55
5.2	Экологическая безопасность	60
5.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	61
5.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения	62
5.4.1	Организационные мероприятия	62
5.4.2	Организация рабочей зоны	63
	Заключение	64
	Список публикаций	65
	Список литературы	66

Введение.

В настоящее время все большее количество приборов и устройств имеют в своем составе микросхемы памяти, которые подлежат проверке на работоспособность. Особой группой можно выделить те приборы и устройства, которые находятся под воздействием ионизирующего излучения. Сложность контроля таких изделий заключается в том, что, во-первых, для контроля их необходимо извлекать из радиационного поля, а значит останавливать и рисковать здоровьем сотрудников; во-вторых, такие приборы имеют большую стоимость; в-третьих, в большинстве случаев контролируемые детали необходимо доставлять к месту контроля, что занимает много времени и средств.

Для микросхем, которые используются в неблагоприятных условиях внешней среды (например, находящихся под действием ионизирующего излучения), одним из самых главных компонентов является стойкость к радиационному воздействию. Наиболее чувствительными к такому излучению являются микросхемы ОЗУ и кэш-память микропроцессора. Поэтому создание модуля, обеспечивающего решение выше поставленных задач, является актуальной на сегодняшний день задачей.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка дистанционно управляемого модуля, предназначенного для тестирования микросхем памяти, опираясь на теоретические знания и практические навыки в области микропроцессорной техники и программирования.

1 Обзор литературы

1.1 Влияние радиации на микросхемы памяти

В настоящее время часть микросхем памяти используется в элементах, находящихся под действием ионизирующего излучения. Под действием радиации в микросхеме происходит образование электронно-дырочных пар. В нормальных условиях они быстро рекомбинируют (то есть атом захватывает освободившийся электрон), но в электрическом поле электроны и дырки могут разделяться (так как противоположные заряды в поле двигаются в разном направлении). Чаще всего в микросхемах в качестве изолятора используется диоксид кремния (SiO_2). В нем подвижность носителей зарядов различается в разы, вследствие чего электроны быстро выносятся кремнием, а дырки накапливаются в оксиде и на границе кремния с оксидом.

Накопление заряда приводит к появлению дополнительного приложенного положительного напряжения. В этом случае n-канальный транзистор остается приоткрытым, что приводит к потере работоспособности микросхемы[1].

1.2 Классификация и характеристики микросхем памяти

Большая часть современной электроники, за исключением устройств со встроенной внутренней памятью, основана на работе микросхем памяти - оперативных и энергонезависимых.

Такие устройства классифицируются по следующим параметрам:

- Энергонезависимость памяти — необходимость наличия внешнего источника питания для сохранения записанной в ней информации.
- Перезапись информации.
- Способ доступа к информации, хранящейся на ней.

К основным характеристикам микросхем памяти относятся:

- Информационная ёмкость (наибольший объём записываемой на нее информации).
- Организация. Одинаковый объем памяти в разных микросхемах может быть в различных сочетаниях, при этом внутренняя организация матрицы памяти остается неизменной, различаются внешним интерфейсом и количеством внешних выводов.
- Энергопотребление микросхем памяти — характеризуется зависимостью устройства от требуемой электрической мощности, необходимой для работы в каждом из режимов.
- Быстродействие памяти — время считывания информации, время цикла обращения к памяти.
- Напряжение питания микросхем памяти. Современные устройства требуют источники питания напряжением 3.3, 2.5 и 1.8 В.
- Диапазон температур — разница между минимальным и максимальным значениями температуры, при которой у микросхемы сохраняются свои параметры.

Кроме рассмотренных характеристик есть ещё и другие параметры, такие как: время стирания информации, продолжительность хранения, количество циклов перезаписи и т. д. Среди всех характеристик особое внимание уделяется энергонезависимости микросхемы памяти. На ней мы остановимся более подробно, рассмотрев особенности двух основных противоположных групп микросхем памяти — оперативную и энергонезависимую.

1.2.1 Оперативные запоминающие устройства (ОЗУ)

Оперативные микросхемы памяти — это устройства, используемые при работе с переменными потоками информации, влияющими на текущую работу устройств, например промежуточных показателей при

математических расчетах. Данный тип памяти позволяет максимально быстро осуществлять перезапись информации.

ОЗУ подразделяются на статические и динамические. Это обусловлено наличием или отсутствием D-триггеров. Статическое ОЗУ (Static RAM, SRAM) основано на использовании D-триггеров. Особенностью таких микросхем является то, что информация в них хранится в течение всего времени, пока подаётся электропитание. Статические ОЗУ характеризуются высокой скоростью работы (время доступа составляет несколько наносекунд), поэтому статическая память часто применяется для КЭШа второго уровня.

В динамических ОЗУ (Dynamic RAM, DRAM), в отличие от статических, отсутствуют триггеры. Конструкция представляет собой массив ячеек, в каждой из которых имеется транзистор и конденсатор. В зависимости от наличия/отсутствия заряда конденсаторе в ячейке хранится 1 или 0 двоичной системы информации. Так как электрический заряд непостоянен, то каждый бит в динамической оперативной памяти перезаряжается каждые несколько миллисекунд, что предотвращает потерю данных. По той причине, что обновление зависит от внешних устройств, динамические микросхемы оперативной памяти имеют более сложное сопряжение, чем статические. Главным же достоинством данной конструкции являются большие объёмы хранимой информации.

По мере развития электроники, повышения быстродействия процессов и, соответственно, необходимости обработки больших массивов информации в единицу времени, возникла потребность увеличить быстродействие микросхем памяти. Появились синхронные динамические оперативные запоминающие (Synchronous DRAM, SDRAM) управляемые одним синхронизирующим сигналом. По сути — это объединение свойств статической и динамической ОЗУ, главным достижением которых стала независимость микросхемы от управляющих сигналов. Процессор задаёт ОЗУ количество выполняемых циклов и запускает процесс выполнения. На

выходе каждого из циклов выдаётся 4, 8 или 16 бит в соответствии с количеством выходных строк. Благодаря отсутствию зависимости от управляющих сигналов значительно повысилась скорость обмена информацией между процессором и памятью.

Следующей ступенью конструкции памяти SDRAM стала разработка и внедрение памяти DDR (Double Data Rate — передача информации с двойной скоростью). Далее появились DDR2, DDR3, DDR4 — микросхемы синхронной динамической оперативной памяти с произвольным доступом и удвоенной скоростью передачи информации. DDR2 — это микросхема второго поколения, DDR3 — третьего и т. д. Внедрение данных микросхем дало возможность существенно повысить скорость обмена информацией в современных электронных устройствах[2].

1.2.2 Энергонезависимые микросхемы памяти

Энергонезависимые микросхемы памяти (NonVolatileRandomAccessMemory, NVRAM) или ПЗУ (постоянные запоминающие устройства) — это устройства памяти которые могут хранить данные независимо от наличия либо отсутствия внешнего источника питания.

Первыми появились устройства энергонезависимой памяти, рассчитанные на работу исключительно в режиме чтения, память ROM (Read Only Memory — память только для чтения). Запись информации в ROM-память производилась или при изготовлении кристалла в заводских условиях, или перед установкой в аппаратуру с помощью специального, сложного и недешёвого прибора — программатора.

В последствие, по мере дальнейшего совершенствования методик производства, а также упрощения способов и алгоритмов записи информации, появились современные энергонезависимые микросхемы

памяти, имеющие возможность работать в режимах записи, стирания и перезаписи. Появились такие типы энергонезависимой памяти как:

- ППЗУ — программируемые постоянные запоминающие устройства.
- СППЗУ — стираемые ППЗУ.
- РПЗУ — репрограммируемые постоянные запоминающие устройства и др.

Современным и перспективным типом энергонезависимой репрограммируемой памяти является — Flash память. В отличие от других типов, информация в которых стирается по байтам или под воздействием ультрафиолетовых лучей, в Flash память информация стирается и записывается блоками. Более широкому внедрению флеш-памяти, в настоящее время, препятствует ограниченный ресурс работы, современная Flash память теряет свои свойства после 100 000 циклов стирания.

Ещё одним перспективным современным типом постоянной памяти являются микросхемы, созданные на основе специальных материалов — ферроэлектриков. Данный тип памяти (FRAM) является полностью энергонезависимым и демонстрирует впечатляющие показатели стойкости характеристик. Гарантии безупречной работы составляют, как правило, порядка 10^{14} циклов записи и стирания.

Самым же перспективным типом энергонезависимой памяти в настоящее время можно считать MRAM. Это магниторезистивная память (MRAM —англ. magnetoresistiverandom-accessmemory) в которой хранение данных обеспечивается не за счет электрических зарядов, а за счет магнитных моментов. Преимуществом независимых магнитных микросхем является высокое быстродействие, сравнимое с SRAM, а также неограниченное количество циклов записи и стирания данных.

Использование магнитных моментов для хранения информации имеет два важных преимущества:

- Отсутствие утечек с течением времени при отсутствии внешнего питания.

- Переход магнитной поляризации между двумя состояниями не влечёт за собой изменение направления движения электронов и, соответственно, полностью отсутствует причина износа ячеек памяти.

В данной работе рассмотрена Flash память как одна из самых распространенных.

1.3 Разновидности интерфейсов

Для подключения устройств к компьютеру используются встроенные в него интерфейсы. Рассмотрим самые распространенные[3]:

- USB;
- COM порт;
- FireWire.

1.3.1 USB (Universal Serial Bus)

USB — универсальный последовательный интерфейс, использующийся для создания связи между периферийными устройствами и персональным компьютером. Данный интерфейс имеет широкое применение благодаря высокой скорости передачи данных и простоте подключения различных устройств. USB бывают трёх версий:

- USB 1.0 (максимальная скорость передачи 1.5 Мбит/с);
- USB 2.0 (максимальная скорость передачи 12 Мбит/с);
- USB 3.0 (максимальная скорость передачи 480 Мбит/с) .

USB интерфейс состоит из четырёх сигнальных проводов:

- Общий провод – Ground (GND);
- Сигнальный провод «+ D»;
- Сигнальный провод «– D»;

- Питание (+5 В).

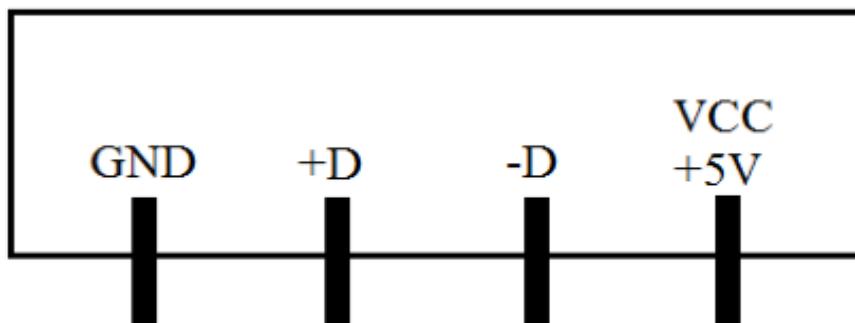


Рисунок 1.1. Схема USB интерфейса

Основные достоинства USB интерфейса:

- Наличие практически во всех современных компьютерах и устройствах;
- Высокая скорость передачи данных;
- Простота подключения.

Недостатки USB интерфейса[4]:

- Максимальная длина кабеля три метра;
- Возможность работы только с одним внешним устройством на порт.

1.3.2 COM порт

Данный интерфейс является последовательным портом с двойной направленностью. Этот тип передачи данных используется весьма редко вследствие широкого применения USB интерфейс, поэтому в современных компьютерах COM порт чаще всего отсутствует.

К положительным качествам COM порта относятся:

- Простота подключения оборудования;
- Большое расстояние для передачи данных (до двадцати метров).

Недостатки COM порта:

- Низкая скорость передачи данных;

- В современных компьютерах имеет малое распространение;
- Большой размер разъёма относительно других интерфейсов[5].

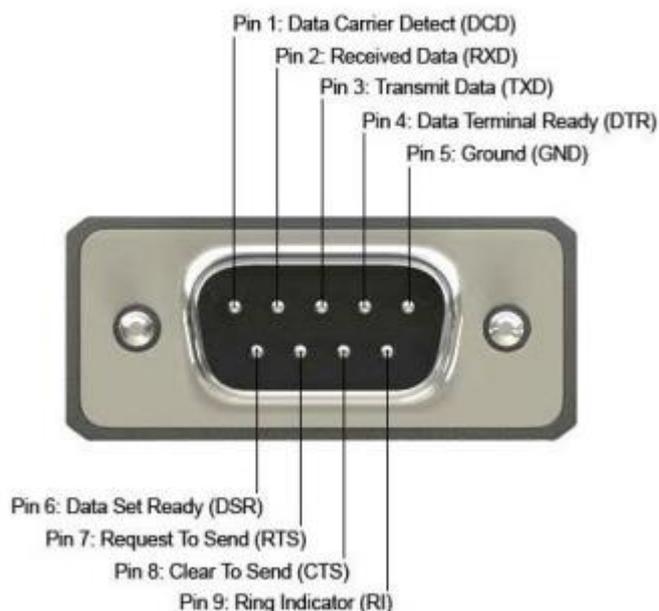


Рисунок 1.2. COM порт

1.3.3 FireWire

Данный интерфейс является последовательной высокоскоростной шиной, предназначенной для передачи данных между электронными устройствами и персональным компьютером. По сравнению с USB FireWire является более дорогим для реализации, поэтому среди пользователей он не имеет широкого применения, но, в отличие от USB, FireWire может передавать данные на расстоянии до пяти метров, и при этом скорость передачи данных достигает 800 Мбит/с.



Рисунок 1.3. Интерфейс FireWire

Достоинства FireWire:

- Возможность одновременного подключения до 17 устройств на порт;
- Длина кабеля для передачи данных достигает пяти метров;
- Высокая скорость передачи данных среди последовательных интерфейсов.

Недостатки FireWire:

- Высокая стоимость реализации[6].

В своей работе я выбрал COM порт за его простоту подключения.

1.4 Внутриплатаые интерфейсы

Современные микросхемы имеют свои внутриплатаые последовательные интерфейсы[7]:

- 1-wire
- I2C
- UART
- SPI

1.4.1 1-Wire

Однопроводной интерфейс, который представляет собой последовательный интерфейс. Для связи используются две линии: линия передачи данных и провод заземления. Для создания среды обмена такой сети применяют простые и доступные кабели, содержащие неэкранированную витую пару или простой телефонный провод. При их установке не обязательно наличие профессионального оборудования. Для данного интерфейса максимальная длина однопроводной линии доходит до трёхсот метров.

Отличительной особенностью этой сети является наличие общей шины: подключаемые устройства присоединяются к одной линии без использования соединений или разветвлений.

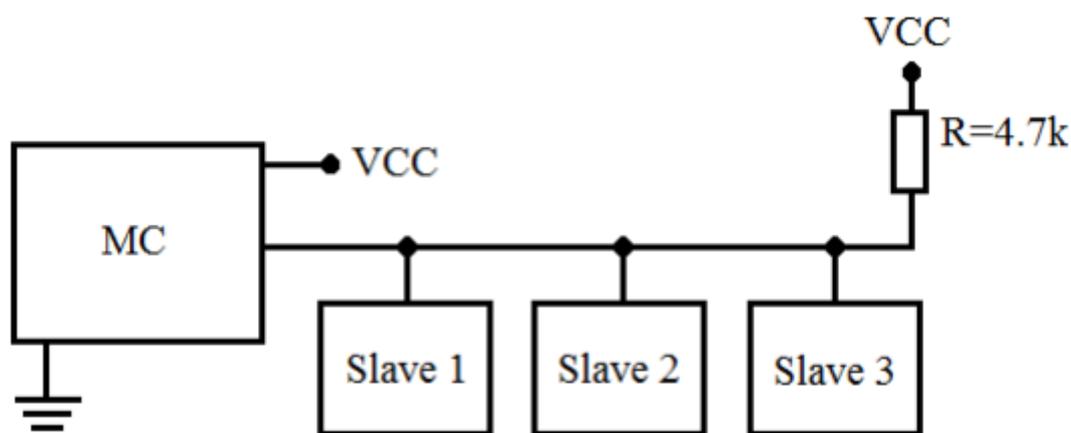


Рисунок 1.4. Схема подключения по протоколу 1-Wire

- МС – Микроконтроллер (ведущее устройство);
- Slave – Ведомое устройство;
- VCC – Напряжение питания (от 3 до 5 В.)

Также, на схеме изображен подтягивающий резистор номиналом 4.7 кОм. Он используется для избежания выхода из строя оборудования.

К достоинствам 1-Wire относятся:

- Простая архитектура сети;

- Низкие требования к кабелям;
- Длина линии до трёхсот метров;
- Малая стоимость и простота компонентов;
- Доступное программное обеспечение;
- В некоторых ситуациях можно обойтись без питания.

Недостатки 1-Wire[8]:

- Низкая скорость передачи данных (16,3 Кбит/с);
- Обязательное наличие ведущего устройства.

1.4.2 I2C

I2C – последовательная шина данных, предназначенная для связи интегральных схем. Она использует две двунаправленные линии связи (Serial Data и Serial Clock), нашла применение для связи низкоскоростных компонентов с материнской платой, а также мобильными телефонами и встраиваемыми системами.

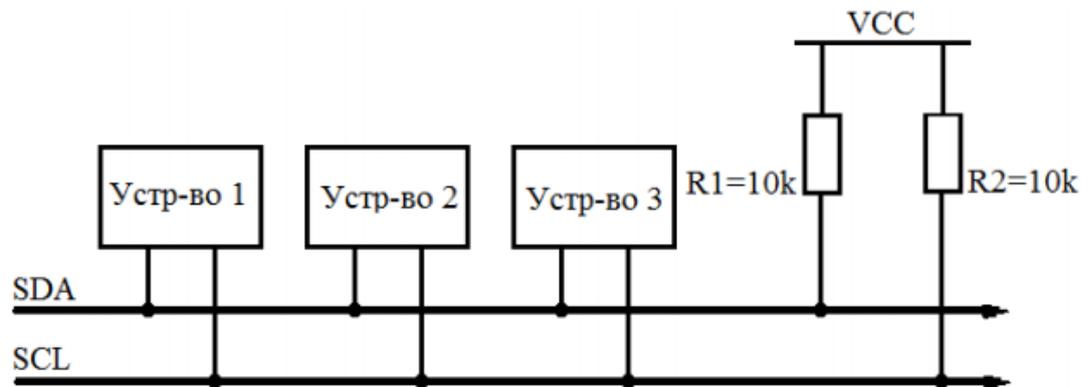


Рисунок 1.5. Устройство сети I2C

Достоинства I2C:

- При подключении двух и более микросхем, количество проводов остается неизменным;
- Имеется возможность подключения нескольких ведущих микросхем;

– Нет проблем с несовместимостью оборудования, так как I2C протокол является стандартизированным.

Основной недостаток I2C – Затруднение при программировании из-за различных неполадок на шине[9].

1.4.3 UART (Универсальный асинхронный приёмопередатчик)

UART – совокупность вычислительных устройств, использующихся для связи с другими цифровыми устройствами. Такая передача используется в таких системах, где обмен данными происходит время от времени и нет необходимости в высокой скорости передачи данных.

Принцип работы:

Интерфейс представляет собой асинхронный последовательный протокол, в котором передающая сторона по очереди выдаёт в линию код, а принимающая отслеживает его и заносит в память. Приемник и передатчик заранее устанавливают определенную частоту, при которой будут обмениваться данными.

Подключение UART происходит по трём линиям: RXD – приём, TXD – передача и GND – общая линия «земля».

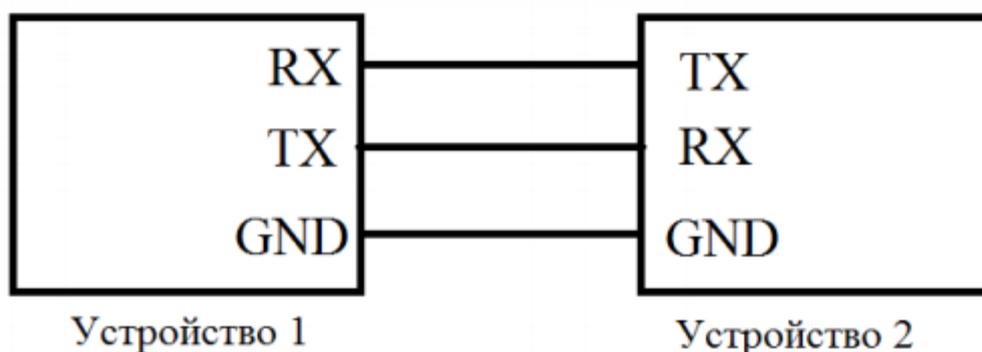


Рисунок 1.6. Схема подключения UART

При обмене данными возможны три метода передачи данных:

– Однонаправленная (TV, радио);

- Полудуплексная передача, то есть поочерёдный приём и передача данных;
- Двухнаправленная, при котором происходит одновременный приём и передача.

Достоинства UART:

- Простая и отработанная система;
- Малая стоимость оборудования.

Недостатки UART[10]:

- Часть пропускной способности используется для передачи служебных битов;
- Малая достоверность показаний при многочисленных ошибках.

1.4.4 SPI (Serial Peripheral Interface)

Данный интерфейс используется для простой и высокоскоростной передачи данных между различными устройствами. SPI интерфейс часто используется для создания связи между микросхемами. Его иногда называют четырёхпроводным интерфейсом, так как в нём используется четыре линии: MOSI, MISO, SCK, SS.

- Линия MOSI: выходная линия данных ведущего интерфейса и входная линия данных ведомого интерфейса. Линия предназначена для передачи данных от ведущего устройства к ведомому.

- Линия MISO: входная линия данных ведущего интерфейса и выходная линия данных ведомого интерфейса. Линия предназначена для передачи данных от ведомого устройства к ведущему. Данные передаются байтами, побитно, начиная со старшего бита.

- Линия SS: линия выбора ведомого устройства, с которым ведущее устройство намерено работать.

– Линия SCK: выходная линия тактовых импульсов ведущего узла и входная линия тактовых импульсов ведомого узла. Линия SCK используется для синхронизации передачи данных между ведущим и ведомым интерфейсами по линиям MOSI и MISO.

Алгоритм действия - «Ведущий-подчинённый». Ведущим является микроконтроллер или микропроцессор, а подчинёнными - микросхемы, преобразователи, различное цифровое оборудование[11].

Подключение SPI интерфейса:

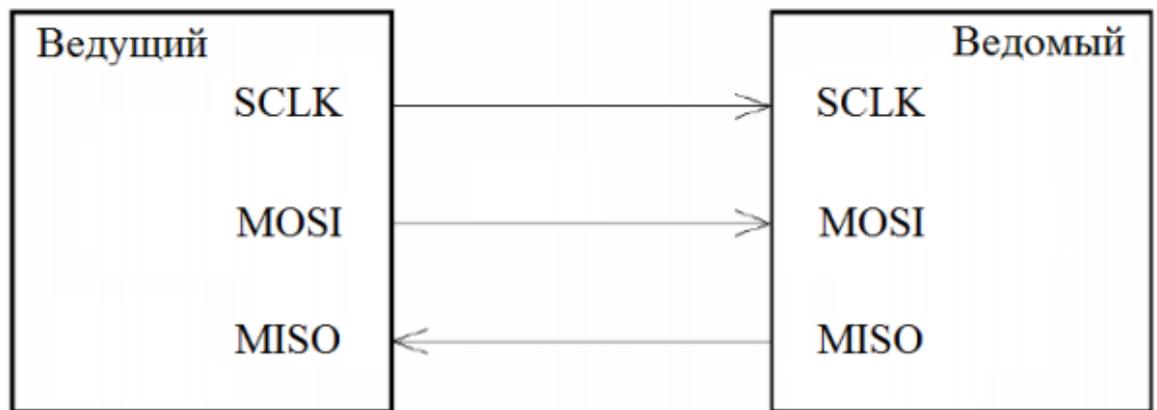


Рисунок 1.7. Схема подключения SPI интерфейса по трём линиям

«Ведущий» определяется заранее.

Принцип действия:

Ведущий шины передаёт данные по линии MOSI синхронно со сгенерированным им же сигналом SCLK, а подчинённый захватывает переданные биты данных по определённым фронтам принятого сигнала синхронизации. Одновременно с этим подчинённый отправляет свою посылку данных.

Достоинства SPI интерфейса:

- Простота протокола передачи;
- Надёжность;
- Быстродействие;
- Малое число проводов относительно параллельных интерфейсов.

Недостатки SPI интерфейса[12]:

- Количество проводов относительно рассмотренных выше интерфейсов больше;
- Нет подтверждения приёма данных со стороны ведомого устройства;
- Дальность передачи относительно UART гораздо ниже.

Рассмотренные внутрислатные интерфейсы имеют как свои преимущества, так и недостатки. Проведя анализ можно сделать вывод, что SPI интерфейс более перспективный, поэтому дистанционно управляемый модуль будет разработан с SPI интерфейсом.

2 Оборудование для разработки дистанционно управляемого модуля тестирования микросхем памяти.

Дистанционно управляемый модуль тестирования микросхем памяти представляет собой совокупность взаимосвязанных электронных компонентов и интерфейсов. Он предназначен для тестирования микросхем памяти посредством программного обеспечения, устанавливаемого на него.

На контролируемую микросхему памяти подается определенный или случай двоичный код, который потом с нее считывается. Если эти коды совпадают, то микросхема исправна, если отличаются, то она уже не пригодна для использования.

В состав данного модуля входят:

- микроконтроллер ATMEGA 128 Header board;
- программатор JTAG ICE XP II;
- интерфейсы: RS-232, SPI, JTAG, ISP;
- провода и кабели для соединения элементов между собой;
- Программное обеспечение для программирования и управления микроконтроллером.

2.1 Микроконтроллер ATMEGA 128 Header board

AVR 128 Header board - макетная плата фирмы OLIMEX для микроконтроллера ATmega128.

ATmega128 – маломощный 8-разр. КМОП микроконтроллер, за счет выполнения большинства инструкций за один машинный цикл он достигает производительности 1 млн. операций в секунду/МГц. Это позволяет проектировщикам систем оптимизировать соотношение энергопотребления и быстродействия.

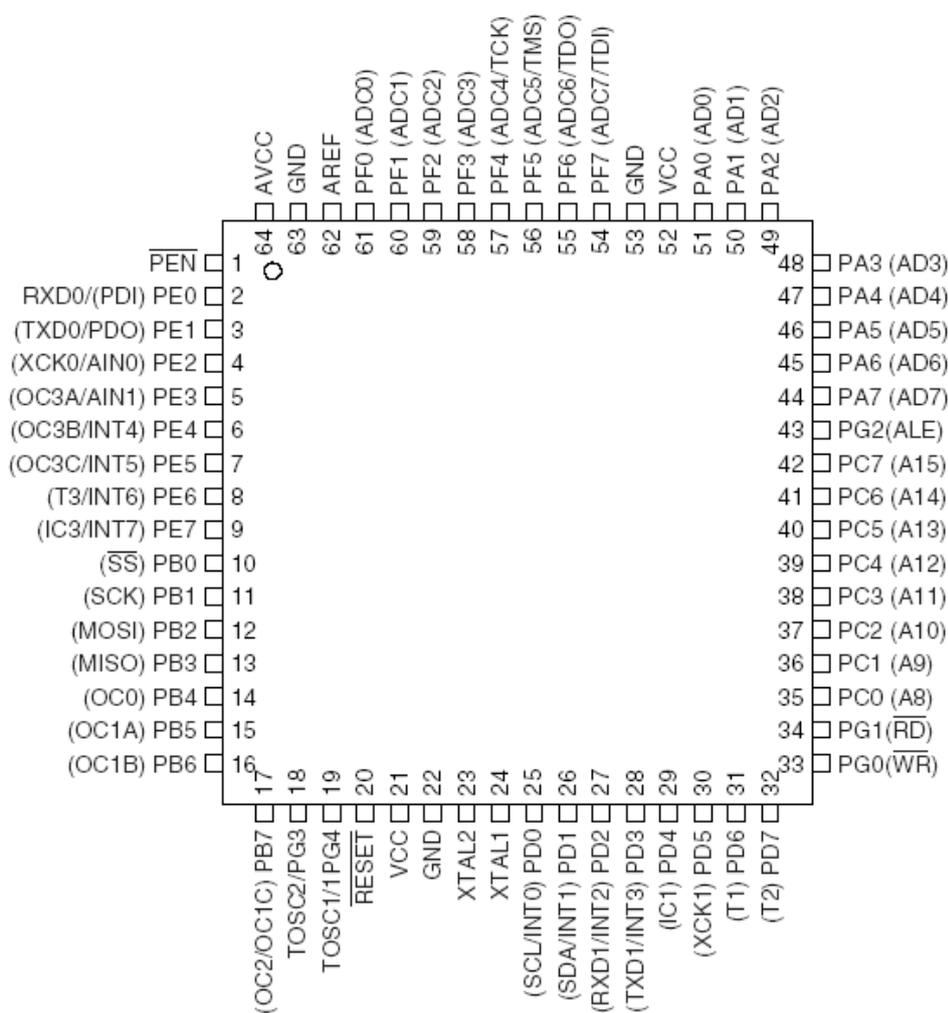


Рис 2.1. Расположение выводов

Основные параметры[13]:

– Высокопроизводительный, маломощный 8-разрядный AVR-микроконтроллер.

- 133 мощных инструкций, большинство из которых выполняются за один машинный цикл.
- 32 8-разр. регистров общего назначения + регистры управления встроенной периферией.
- Полностью статическая работа.
- Производительность до 16 млн. операций в секунду при тактовой частоте 16 МГц.
- Встроенное умножающее устройство выполняет умножение за 2 машинных цикла.
- Энергонезависимость.
- 1000 циклов запись/стирание.
- Внутрисистемное программирование встроенной загрузочной программой.
- Возможность чтения во время записи.
- Встроенное статическое ОЗУ емкостью 4 кбайт.
- Интерфейс SPI для внутрисистемного программирования.
- Интерфейс JTAG (совместимость со стандартом IEEE 1149.1).
- Обширная поддержка функций встроенной отладки.
- Программирование флэш-памяти.
- Двухпроводной последовательный интерфейс, ориентированный не передачу данных в байтном формате.
- Последовательный интерфейс SPI с поддержкой режимов ведущий/подчиненный.
- Ввод-вывод и корпуса: 53 –программируемые линии ввода-вывода.
- Рабочие напряжения - 4.5 - 5.5В.

2.2 Программатор JTAG ICE XP II

Внутрисхемный программатор-отладчик поддерживает все AVR и AVR32 микроконтроллеры с возможностью внутрисхемной отладки. Возможности эмулятора позволяют просматривать внутреннее состояние микроконтроллера, осуществлять скоростную отладку, программировать память, программировать через ISP или JTAG[14].



Рис. 2.2. Программатор JTAG ICE XP II

2.3 Интерфейсы: RS-232, SPI, JTAG, ISP, провода кабеля

Данные интерфейсы предназначены для обеспечения связи между устройствами модуля. В нашем случае они соединяют:

- Персональный компьютер и программатор;
- Программатор и микроконтроллер;
- Микроконтроллер и микросхему.

2.4 Программное обеспечение для программирования и управления микроконтроллером.

Для полного раскрытия своего потенциала, всем микроконтроллерам Atmel AVR необходимо надежное программное обеспечение. Для его создания и отладки используется интегрированная среда разработки (IDE), например Atmel Studio 7. Эта среда содержит все необходимое для написания, компиляции и отладки кода и загрузки его прямо во флеш-память на чипе микроконтроллера AVR без применения дополнительных программных компонентов. Atmel Studio 7 поддерживает такие языки программирования, как C/C++ или Assembler[15].

К основным особенностям этой среды можно отнести поддержку более 300 устройств Atmel AVR, наличие объемной библиотеки, полное моделирование чипа точной модели микроконтроллера и периферийных устройств.

Для связи микроконтроллера и компьютера нужна отдельная программа: Terminal 1.9b является монитором COM порта персонального компьютера. С помощью программы можно отправлять и принимать данные о тестировании через COM-порт компьютера по протоколу RS232.

Основные возможности [15]:

- есть счетчик переданных и принятых байтов;
- возможность отправлять файлы;
- помимо стандартных скоростей (baudrate) есть возможность установить свою нестандартную;
- поддерживает до 64 COM-портов;
- можно весь ход работы записывать в файл;
- можно назначить до 24 макросов.

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Разработка НИР производится группой квалифицированных работников, состоящей из двух человек – руководителя и студента.

Данная выпускная квалификационная работа заключается в разработке дистанционно управляемого модуля тестирования микросхем памяти.

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

Модуль тестирования отличается от других устройств удобным использованием и долгим сроком службы, а значит, разработка обладает хорошим коммерческим потенциалом.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

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

К научно-исследовательским работам относятся работы поискового, теоретического и экспериментального характера, которые выполняются с целью расширения, углубления и систематизации знаний по определенной научной проблеме и создания научного задела.

3.1 Технико-экономическое обоснование НИР

Тестирование микросхем памяти является важным направлением в

области неразрушающего контроля, поскольку практически все окружающие приборы и оборудование содержат программируемые микросхемы памяти, которые необходимо проверять на работоспособность.

Цель тестирования заключается в последовательной проверке всех областей микросхемы на работоспособность с последующим поиском дефектных элементов в нерабочих зонах.

Для определения работоспособности микросхемы памяти необходимо использовать разработанный модуль с записанной на него программой, которая будет выявлять отказавшие элементы.

Произведем также в данном разделе SWOT-анализ НТИ, позволяющий оценить факторы и явления, способствующие или препятствующие продвижению проекта на рынок[5]. В таблице 4.1 описаны сильные и слабые стороны проекта, выявлены возможности и угрозы реализации НТИ, которые могут появиться в его внешней среде.

Таблица 4.1. SWOT-анализ НИР

Сильные стороны	Возможности во внешней среде
<p>С1. Дистанционный модуль является принципиально новым, и позволяет тестировать микросхемы, не облучая микропроцессорную часть модуля;</p> <p>С2. Создание модуля несет в себе экономичность и ресурсоэффективность;</p> <p>С3. Возможность применения модуля для различных микросхем памяти;</p> <p>С4. Актуальность разработки;</p> <p>С5. Наличие опытного руководителя.</p> <p>С6. Создание модуля позволит производить тестирование дистанционно, безопасно для персонала.</p>	<p>В1.Простая адаптация под иностранные языки;</p> <p>В2.Большой потенциал применения в России и других странах;</p>
Слабые стороны	Угрозы внешней среды
<p>Сл1.Отсутствие у потенциальных потребителей интереса к непроверенной разработке</p>	<p>У1.Отсутствие спроса на модуль;</p>

Далее выявим соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 4.2. Сильные стороны проекта

Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	-	+	+	-
	B2	+	+	+	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности: B1C1C3C4, B2C1C2C3.

Таблица 4.3. Слабые стороны проекта

Возможности проекта		Сл1
	B1	0
	B2	0

Таблица 4.4. Сильные стороны проекта

Угрозы		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	+	+	0	-	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и угроз: У1C1C2.

Таблица 4.5. Слабые стороны проекта

Возможности проекта		Сл1
	У1	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить, что коррелирующих слабых сторон нет.

Итак, самой большой угрозой для проекта является отсутствие спроса, что на данном этапе не прогнозируется, поскольку аналогов данному модулю нет.

Итак, оценка коммерческого потенциала и перспективности разработки показала большой потенциал создания модуля.

3.2 Планирование работ по научно-техническому исследованию

Для правильного планирования, а также финансирования и определения трудоемкости выполнения НИР необходимо ее разбить на этапы. Под этапом понимается крупная часть работы, которая имеет самостоятельное значение и является объемом планирования и финансирования. НИР имеет:

1. Подготовительный этап. Сбор, изучение и анализ, имеющийся информации. Определение состава исполнителей и соисполнителей, согласование с ними частных задач. Разработка и утверждение задания.

2. Разработка теоретической части.

3. Практическая часть. Сборка и настройка модуля.

4. Выводы и предложения по теме, обобщение результатов разработки.

5. Завершающий этап. Рассмотрение результатов исследования. Утверждение результатов работы. Подготовка отчетной документации.

Данную НИР можно разделить на следующие этапы (Таблица 4.6):

а) Разработка задания на НИР;

б) Выбор направления исследования;

в) Теоретические и экспериментальные исследования;

г) Обобщение и оценка результатов;

д) Оформление отчета НИР.

Работу выполняло 2 человека: руководитель, студент-дипломник.

Трудоемкость выполнения НИР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Разделим выполнение дипломной работы на этапы, представленные в таблице 4.6:

Таблица 4.6. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка задания на НИР	1	Составление и утверждение задания НИР	Шестаков В.В. руководитель; Вяткин М.Ф. – студент-дипломник.
Проведение НИР			
Выбор направления исследования	2	Изучение теоретической информации	Вяткин М.Ф.
	3	Проектирование модуля	Шестаков В.В. Вяткин М.Ф.
	4	Календарное планирование работ	Шестаков В.В. Вяткин М.Ф.
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование сборки модуля	Шестаков В.В. Вяткин М.Ф.
	6	Сборка и программирование модуля	Шестаков В.В. Вяткин М.Ф.
	7	Обработка полученных данных	Шестаков В.В. Вяткин М.Ф.
Обобщение и оценка результатов	8	Анализ полученных результатов, выводы	Вяткин М.Ф.
	9	Оценка эффективности полученных результатов	Шестаков В.В. Вяткин М.Ф.
Оформление отчета НИР	10	Составление пояснительной записки	Вяткин М.Ф.

3.2.1 Определение трудоемкости этапов НИР

Расчет трудоемкости осуществляется опытно-статистическим методом, основанным на определении ожидаемого времени выполнения работ в человеко-днях по формуле

$$t_{ож\ i} = \frac{3 \cdot t_{\min i} + 2 \cdot t_{\min i}}{5}, \quad (1)$$

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

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

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

Рассчитаем значение ожидаемой трудоёмкости работы:

Для установления продолжительности работы в рабочих днях используем формулу:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (2)$$

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

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

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

Для удобства построения календарного план-графика, длительность этапов в рабочих днях переводится в календарные дни и рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k, \quad (3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения одной работы, календ. дн.;

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

k – коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}}, \quad (4)$$

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

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

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

Определим длительность этапов в рабочих днях и коэффициент календарности:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}} = \frac{365}{365 - 104 - 10} = 1,45,$$

тогда длительность этапов в рабочих днях, следует учесть, что расчетную величину продолжительности работ T_k нужно округлить до целых чисел. [1]

Результаты расчетов приведены в таблице 4.2.

3.2.2 Техническая готовность темы

Определение технической готовности темы позволяет дипломнику точно знать, на каком уровне выполнения находится определенный этап или работа. Показатель технической готовности темы характеризует отношение продолжительности работ, выполненных на момент исчисления этого показателя, к общей запланированной продолжительности работ, при этом следует учесть, что период дипломного проектирования составляет примерно 6 месяцев, дипломник выступает в качестве основного исполнителя.

Для начала следует определить удельное значение каждой работы в общей продолжительности работ:

$$Y_i = \frac{T_{pi}}{T_p} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где Y_i – удельное значение каждой работы в %;

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

T_p – суммарная продолжительность темы, раб.дн.

Тогда техническую готовность темы Γ_i , можно рассчитать по формуле:

$$\Gamma_i = \frac{\sum_{i=1} T_{pi}}{T_p} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где $\sum T_{pi}$ – нарастающая продолжительность на момент выполнения i -той работы. [1]

Результаты расчетов приведены в таблице 4.7.

Таблица 4.7. Временные показатели проведения НИР

№ раб.	Исполнители	Продолжительность работ						
		t_{\min} чел- дн.	t_{\max} чел-дн	$t_{\text{ож}}$ чел-дн	T_p раб.дн	T_k кал.дн	Y_i , %	Γ_i , %
1	Шестаков В.В.							
	Вяткин М.Ф.	1	5	2,6	1,3	2	2,20	0,02
2	Вяткин М.Ф.	5	15	9	9	39	15,20	17,40
3	Шестаков В.В.							
	Вяткин М.Ф.	16	30	21,6	10,8	4	18,24	35,64
4	Шестаков В.В.							
	Вяткин М.Ф.	4	12	7,2	3,6	5	6,08	41,72
5	Шестаков В.В.							
	Вяткин М.Ф.	12	16	13,6	6,8	2	11,49	53,21
6	Шестаков В.В.							
	Вяткин М.Ф.	6	12	8,4	4,2	6	7,09	60,30
7	Шестаков В.В.							
	Вяткин М.Ф.	6	9	7,2	3,6	5	6,08	66,39
8	Вяткин М.Ф.	5	9	6,6	6,6	3	11,15	77,53
9	Шестаков В.В.							
	Вяткин М.Ф.	7	15	10,2	5,1	4	8,61	86,15
10	Вяткин М.Ф.	5	13	8,2	8,2	9	13,85	100,00
ИТОГО					59,2	79		

3.2.3 Построение графика работ

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ[2].

Таблица 4.8. Календарный график проведения НИР

Эта	Вид работы	Исполнители	T_k	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
-----	------------	-------------	-------	---------	------	--------	-----	------

пы																				
1	Составление и утверждение задания НИР	Шестаков В.В. Вяткин М.Ф.	3																	
2	Изучение методов диагностики металлорежущих станков	Вяткин М.Ф.	39																	
3	Разработка метода диагностики, на основе имитирующего устройства	Шестаков В.В. Вяткин М.Ф.	4																	
4	Календарное планирование работ	Шестаков В.В. Вяткин М.Ф.	5																	
5	Планирование проведения численных экспериментов	Шестаков В.В. Вяткин М.Ф.	2																	
6	Снятие показаний	Шестаков В.В. Вяткин М.Ф.	6																	
7	Обработка полученных данных	Шестаков В.В. Вяткин М.Ф.	5																	
8	Анализ полученных результатов, выводы	Вяткин М.Ф.	3																	
9	Оценка эффективности полученных результатов	Шестаков В.В. Вяткин М.Ф.	4																	
10	Составление пояснительной записки, Сдача результатов НИР	Вяткин М.Ф.	9																	

 - руководитель,  - студент-дипломник.

В результате видно, что для выполнения работы требуется всего 2 человека и работа выполняется в течение 79 дней.

3.3 Смета затрат на разработку проекта

Затраты представляют собой все производственные формы потребления денег и измеримых в денежном измерении материальных ценностей, которые служат непосредственной производственной целью.

Рассчитываем смету расходов, включая затраты на приобретение необходимого оборудования для разработки проекта и текущие расходы. Затраты, образующие себестоимость продукции (работ, услуг), группируются в соответствии с их экономическим содержанием по следующим элементам:

$$K_{\text{проекта}} = I_{\text{мат}} + I_{\text{ам.техн}} + I_{\text{зп}} + I_{\text{соц.отч.}} + I_{\text{накл.расх}} + I_{\text{прочие}}$$

Материальные затраты отражают стоимость приобретенных материалов и сырья, которые входят в состав вырабатываемой продукции, образуя ее основу, или являются необходимыми компонентами при изготовлении продукции. [2]

Материальные затраты:

Паяльная станция – 7500 руб.

Микроконтроллер – 2250 руб.

Переходник RS 232-UART – 50 руб.

Прочие элементы -100 руб.

Амортизация основных фондов – сумма амортизационных отчислений на полное восстановление основных производственных фондов, вычисленная исходя из их балансовой стоимости и утвержденных норм амортизации. Корректно при расчете затрат учитывать в году приобретения и в последующие годы только ту часть затрат, которая происходит от старения основных фондов в каждом году. [2]

Рассчитаем амортизацию оборудования техники $I_{\text{ам.обор}}$, по следующей формуле

$$I_{\text{ам.обор}} = \left(\frac{T_{\text{исп.обор}}}{365} \right) \times K_{\text{обор}} \times H_a,$$

где $T_{\text{исп.обор}}$ – время использования оборудование;

365 дней – количество дней в году;

$K_{\text{обор}}$ – стоимость оборудования;

H_a – норма амортизации.

$$H_a = \frac{1}{T_{\text{с.с. обор.}}},$$

где $T_{\text{с.с. обор.}}$ – срок службы оборудования

$$I_{\text{ам.ком.}} = \left(\frac{T_{\text{исп.ком.}}}{365} \right) \cdot K_{\text{ком.}} \cdot H_a = \left(\frac{70}{365} \right) \cdot 10000 \cdot \frac{1}{15} = 127$$

Расчет заработной платы – заработная плата рассчитывается в соответствии с занятостью исполнителей, с учетом районного и тарифного коэффициентов исполнителей.

В состав затрат на оплату труда включаются:

- выплаты заработной платы за фактически выполненную работу;
- выплаты стимулирующего характера по системным положениям;
- выплаты по районным коэффициентам;
- компенсации за неиспользованный отпуск;
- другие виды выплат. [4]

Примем, что полный фонд заработной платы ($\Phi_{\text{зп}}$):

$$\Phi_{\text{зп}} = 28000 \text{руб.},$$

Отчисления на социальные нужды выражаются в виде единого социального налога, который включает в себя: обязательные отчисления по установленным законодательством нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда, государственного фонда занятости и медицинского страхования.

Единый социальный налог – 30%.

Рассчитываем отчисления на социальные нужды ($I_{\text{соц.отч.}}$):

$$I_{\text{соц.отч.}} = \text{ЕСН} = 0,3 \cdot \Phi_{\text{зп}} = 0,3 \cdot 28000 = 8400$$

Накладные расходы используют на следующее:

- 1) затраты на текущий ремонт;
- 2) амортизацию основных производственных фондов;
- 3) затраты на охрану труда и пожарную безопасность.

Для проектных отделов накладные затраты составляют 200% от полного фонда заработной платы Тогда:

$$I_{\text{накл.расх.}} = 2 \cdot \Phi_{\text{зп}} = 2 \cdot 28000 = 56000 \text{ руб.}$$

Рассчитываем себестоимость проекта ($K_{\text{проекта}}$).

$$K_{\text{проекта}} = I_{\text{ам.обор}} + \Phi_{\text{зп}} + I_{\text{накл.расх}} + I_{\text{соц.отч}} = 768 + 28000 + 56000 + 8400 = 92527$$

Рассчитываем плановые накопления (ПП). Стоимость проекта включает в себя 30% прибыли, таким образом:

$$PP = 0.3 \cdot K_{\text{проекта}} = 0.3 \cdot 92527 = 27758.1$$

Рассчитываем стоимость проекта (Ц).

$$Ц = K_{\text{проекта}} + PP = K_{\text{проекта}} + PP = 92527 + 27758.1 = 120285.1$$

Таблица 4.9 - Смета затрат на научно-исследовательскую работу

Виды затрат	Обозначение	Сумма затрат, руб.
Амортизация оборудования	$I_{\text{ам,обор}}$	127
Затраты на оплату труда	ЗП	28000
Отчисления на социальные нужды	$I_{\text{соц.отч}}$	8400
Накладные расходы	$I_{\text{накл.расх}}$	56000
Себестоимость проекта	$K_{\text{проекта}}$	92527
Плановые накопления (прибыль)	ПП	27758,1
Стоимость проекта (цена)	Ц	120285,1

Исходя из расчетов и полученных результатов приведенных в таблице 4, можно сделать вывод, что данная научно исследовательская работа входит в обозначенные бюджетные ограничения, так как стоимость проекта равная 120285,1 рублей, меньше приблизительной суммы затрат равной 150 тысяч рублей.

3.4 Оценка целесообразности исследования

3.4.1 Оценка научно-технического уровня следования

Для определения научно - технического уровня проекта, его научной ценности, технической значимости и эффективности необходимо, рассчитать коэффициент научно-технического уровня (НТУ).

Коэффициент НТУ рассчитывается при помощи метода балльных оценок. Суть метода состоит в присвоении каждому из признаков НТУ определенного числа баллов по принятой шкале. Общую оценку приводят по сумме баллов по всем показателям с учетом весовых характеристик.

Формула для определения общей оценки:

$$\text{НТУ} = \sum_{i=1}^n k_i * \Pi_i$$

где k_i – весовой коэффициент i – го признака;

Π_i – количественная оценка i – го признака.

Таблица 4.10. Весовые коэффициенты НТУ

Признаки НТУ	Весовой коэффициент
Уровень новизны	0,7
Теоретический уровень	0,6
Возможность реализации	0,5

Таблица 4.11. Шкала оценки новизны

Баллы	Уровень
1-4	Низкий НТУ
5-7	Средний НТУ
8-10	Сравнительно высокий НТУ
11-14	Высокий НТУ

Таблица 4.12. Значимость теоретических уровней

Характеристика значимости теоретических уровней	Баллы
Разработка нового метода	10
Глубокая разработка проблем, многосторонний анализ	8
Разработка численных экспериментов	6
Элементарный анализ результатов исследования	3

Таблица 4.13. Возможность реализации по времени и масштабам

Время реализации	Баллы
------------------	-------

В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	5
Свыше 10 лет	3

Расчет НТУ:

$$\text{НТУ} = \sum_{i=1}^n k_i * \Pi_i$$

где $k_1 = 0,8$; $k_2 = 0,6$; $k_3 = 0,5$;

$\Pi_1 = 9$; $\Pi_2 = 6$; $\Pi_3 = 4$;

$$\text{НТУ} = 0,7*9+0,6*6+0,5*4 = 11,9.$$

По полученным значениям коэффициент научно-технического уровня (НТУ) можно сказать о достаточно высоком научно - техническом уровне разработки, ее научной ценности, технической значимости и эффективности.

3.4.2 Оценка возможных рисков

Произведем оценку рисков. Определение рисков является одним из важнейших моментов при создании проекта. Учет рисков даст возможность избежать опасные факторы, которые негативно отражаются на внедрении в жизнь проекта.

При оценке важности рисков оценивается вероятность их наступления (P_i). По шкале от 0 до 100 процентов: 100 – наступит точно, 75 – скорее всего наступит, 50 – ситуация неопределенности, 25 – риск скорее всего не наступит, 0 – риск не наступит. Оценка важности риска оценивается весовым коэффициентом (w_i). Важность оценивается по 10- балльной шкале b_i . Сумма весовых коэффициентов должна равняться единице. Оценка важности рисков приведена в таблицах 1.2-1.6.

Таблица 4.14. Социальные риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
---	-------	-------	-------	-------	-----------------

1	Низкая квалификация персонала	0	2	0,061	0
2	Непросвещенность предприятий о данном методе	50	4	0,168	8,928
3	Несоблюдение техники безопасности	25	6	0,23	6,25
4	Увеличение нагрузки на персонал	50	4	0,168	8,928
	Сумма		16	0,627	24,1

Таблица 4.15. Экономические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
1	Инфляция	100	2	0,029	1,960
2	Экономический кризис	25	3	0,049	0,980
3	Непредвиденные расходы в плане работ	25	5	0,126	5,862
4	Сложность выхода на мировой рынок	75	6	0,136	10,29
	Сумма		16	0,34	19,92

Таблица 4.16. Технологические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
1	Возможность поломки оборудования	25	6	0,24	5,25
2	Низкое качество поставленного оборудования	25	8	0,313	7,0357
	Сумма		14	0,553	12,2857

Таблица 4.17. Научно-технические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
1	Развитие конкурентных методов	50	5	0,135	8,936
2	Отсутствие результата в установленные сроки	25	6	0,123	6,25
3	Несвоевременное патентование	25	8	0,176	3,657
	Сумма		19	0,434	18,843

Таблица 4.18. Общие риски

№ п/п	Риски	b_i	w_i	$b_i \cdot w_i$
1	Социальные	16	0,627	10,03
2	Экономические	16	0,34	5,44
3	Технологические	14	0,553	7,742
4	Научно-технические	19	0,434	8,246
Итого				31,458

Расчет рисков дает общую оценку в 31,458. Эта цифра говорит, что проект имеет право на жизнь, хотя и не лишен вероятных препятствий.

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были решены следующие задачи:

1) Проведена оценка коммерческого потенциала и перспективности разработки на примере SWOT-анализа, результат которого показал большой потенциал разработки.

2) Определен полный перечень работ. Определена трудоемкость проведения работ. Ожидаемая трудоемкость работ для научного руководителя и студента-исполнителя составила 95 чел-дней. Общая максимальная длительность выполнения работы составила 79 календарных дней.

3) Суммарный бюджет затрат НИР составил – 120285,1 рублей.

4) Определена целесообразность и эффективность научного исследования путем оценки научно-технического уровня проекта, а также оценки возможных рисков. В результате проводимое исследование имеет высокую значимость теоретического уровня и приемлемый уровень рисков.

Следует отметить важность для проекта в целом, проведенных в данной главе работ, которые позволили объективно оценить эффективность проводимого научно-технического исследования.

Список публикаций::

1. Вяткин М. Ф. , Куимова М. В. О влиянии выхлопных газов автомобилей на здоровье человека // Молодой ученый. - 2015 - №. 10 (90). - С. 87-88
2. Vyatkin M. F. , Kuimova M. V. A few words about space tourism // Молодой ученый. - 2015 - №. 7(87). - С. 103-105