

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки – Электроника и наноэлектроника
Кафедра промышленной и медицинской электроники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка устройства для автоматического полива домашних растений на базе микроконтроллера ATmega

УДК 681.325.5-181.48:635.91:631.347

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151A20	Хэ Линь		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.преп.кафедры ПМЭ	Пономарев С.В	К.Т.Н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Конотопский В.Ю	К.Э.Н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры экологии и БЖД	Кырмакова О.С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ПМЭ	Ф.А. Губарев	к.ф.-м.н., доцент		

Планируемые результаты обучения ПО ООП

Код результата	Результат обучения
Профессиональные компетенции	
Р1	Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, производстве, исследовании и эксплуатации
Р2	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа и синтеза с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей
Р3	Выполнять комплексные инженерные проекты по разработке высокоэффективной биомедицинской и экологической техники с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
Р4	Проводить комплексные инженерные исследования, включая поиск необходимой информации, анализ и интерпретацию данных с применением базовых и специальных знаний и современных методов для достижения требуемых результатов
Р5	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование в предметной сфере биотехнических систем и технологий, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды
Универсальные компетенции	
Р6	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
Р7	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности

P8	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности
P9	Демонстрировать знание правовых социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, компетентность в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности
P10	Проявлять способность к самообучению

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 72 страниц основного машинописного текста, 6 рисунков, 16 таблиц и 2 приложений.

Ключевые слова: автоматический полив, домашние растения, микроконтроллера ATmega16

Объектом исследования является устройство для автоматического полива комнатных растений на основе 8-битного микроконтроллера AVR типа ATmega16.

Целью данной работы: Создать устройство на основе 8-битного микроконтроллера, позволяющее в автоматическом режиме не допускать снижения уровня влажности почвы комнатных растений ниже критического, т.е. приводящего к их гибели. Устройство предназначено для жилых помещений. При высыхании грунта комнатных растений (напряжение на выходе датчика влажности не более 1.46 В), устройство должно автоматически включать мини насос, подающий воду к корням растений.

Устройство должно работать периодически, а не постоянно, включаясь по мере значительного снижения уровня влажности почвы. Предусмотреть гибкую настройку устройства под различные виды растений и грунта (срабатывание устройства при различной степени влажности почвы; возможность регулировать время работы насоса).

Область применения: устройство предназначено для жилых помещений и автоматического полива комнатных растений.

Экономическая эффективность/значимость работы: работа является конкурентоспособной и экономически выгодной

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

Студенту:

Группа	ФИО		
151A20	Хэ Линь		
Институт	ИМОЯК	Кафедра	ПМЭ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроника и наноэлектроника
Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:			
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>		Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах;	
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>			
3. <i>Использованная система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>			
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:			
1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведение НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>		Определение потенциального потребителя результатов исследования, определение возможных альтернатив проведения научных исследований	
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>		Планирование этапов работы, расчет бюджета	
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>		Оценка сравнительной эффективности проекта	
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):			
1. <i>Сегментирование рынка</i> 2. <i>Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений</i> 3. <i>Морфологическая матрица</i> 4. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>			
Дата выдачи задания по линейному графику			

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Конотопский В.Ю	К.Э.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151A20	Хэ Линь		

Оглавление

Введение.....	8
1. Способы обеспечения растений водой	10
2. Методы полива растений и их эффективности.....	12
3.Метод моего исследования	13
3.1. Алгоритм работы.....	13
3.2.Принципиальная схема.....	14
3.3.Порядок работы.....	15
3.4. Программа для микроконтроллера на язык Си.....	16
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	22
Введение.....	22
4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	23
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	23
4.1.2 Технология QuaD	23
4.1.3 SWOT-анализ	26
4.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	27
4.3.Планирование научно-исследовательских работ.	28
4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	28
4.3.2.Определение трудоемкости выполнения работ.....	29
4.3.3.Разработка графика проведения научного исследования.....	30
4.4 Бюджет научно-технического исследования	36
4.4.1 Расчет затрат на материалы	36
4.4.2 Расчет основной заработной платы	37
4.4.3. Расчет отчислений от заработной платы.....	38
4.4.4. Расчет затрат на электроэнергию	39
4.4.5. Расчет амортизационных расходов.....	40
4.4.6 Расчет накладных расходов	42
4.4.7 Расчет общей себестоимости разработки.....	43

4.5. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования..	43
5. Социальная ответственность	错误!未定义书签。
Введение.....	错误!未定义书签。
5.1. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.	错误!未定义书签。
5.1.1 Микроклимат.....	错误!未定义书签。
5.1.2 Электромагнитное излучение.....	错误!未定义书签。
5.1.3. Освещенность рабочего места.....	错误!未定义书签。
5.1.4 Вредные вещества.....	错误!未定义书签。
5.1.5 Уровень шума.....	错误!未定义书签。
5.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.	错误!未定义书签。
5.2.1 Электробезопасность.....	错误!未定义书签。
5.2.2 Пожарная безопасность.....	错误!未定义书签。
5.2.3 Охрана окружающей среды	错误!未定义书签。
5.2.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. 错误!	错误!未定义书签。
5.3 Защита в чрезвычайных ситуациях.....	错误!未定义书签。
5.6. Список использованных источников	错误!未定义书签。
Заключение	错误!未定义书签。
Список литературы	错误!未定义书签。
Приложение А	错误!未定义书签。
Приложение Б.....	错误!未定义书签。

ВВЕДЕНИЕ

Самый надежный и привычный способ сохранить растения, когда вы в отъезде, – найти того, кто будет их в это время поливать. Но есть и другие возможности уберечь растения, пока вы в отпуске или командировке.

Главное, что потребуется растениям в ваше отсутствие – вода. Глобально выхода может быть два:

Сохранить влагу, которую получило растение с последним поливом, как можно дольше. Это хороший вариант для двухнедельной отлучки. Он может с оговорками работать даже до трех недель. Преимущество у него только одно: он практически не требует финансовых вложений.

Придумать, как обеспечить растения водой без помощи человека. Существуют самые разные системы полива комнатных растений, в том числе, и автоматические. Они незаменимы, если растениям предстоит существовать самостоятельно три недели и больше.

При автоматической системе полива особенно радует минимальное количество затрачиваемых усилий. Доступный автоматический полив может быть представлен дождеванием, капельным и внутрипочвенным поливом.

Автоматический полив обеспечивает четкое дозирование воды отдельно под каждое растение. Система также характеризуется бесперебойной и своевременной подачей воды. Благодаря использованию автоматического полива удастся существенно снизить трудоемкость и затраты на воду.

Сегодня распространены несколько систем автополива:

- капельный (простота, доступность и эффективность);
- внутрипочвенный (подойдет особо капризным культурам);
- дождевание (для одновременного полива всех растений сверху).

Мы остановили свой выбор на автоматизированном капельном поливе, который по праву считается наиболее выгодным из существующих. Благодаря его функционированию вода поступает к корням растений. При этом шланги находятся на поверхности земли либо под ней. Популярная система работает с небольшим количеством воды и при умеренном напоре.

Основой разработанной нами системы автоматического полива является микроконтроллер Atmega16, аналоговый датчик влажности типа SEN0114 (ДВ), обеспечивающий различные уровни выходного сигнала в зависимости от влажности почвы (от 0 до 4,6 В) и миниатюрный насос, обеспечивающий подачу воды. В зависимости от степени влажности почвы микроконтроллер выдает команду на включение насоса. Эффективное функционирование системы автоматического полива позволяет забыть о такой распространенной проблеме как заболачивание почвы.

1. СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ ВОДОЙ

Способ первый - Растения обильно поливают, так чтобы земляной ком полностью пропитался водой. Если горшки глиняные, то каждый горшок желательно обернуть мхом, который также основательно увлажняют. Можно так же поместить глиняный горшок в пластмассовый, большего размера, а пространство между стенками горшка засыпать смоченным керамзитом. В пластмассовых горшках почва сверху прикрывается влажным мхом или керамзитом. Политые растения ставятся на поддоны или в широкие тазы с водой, без блюдечек, так, чтобы нижняя часть горшка оказалась в воде. Растения, которые категорически не переносят когда "ноги в воде" - оставляют на блюдечках, а стекшую после полива воду сливают. Такой способ действенен, если растения оставляются на 7-10 дней и если растений много.

Способ второй - Пригодится в случае, если растений не много, а также, если растения очень чувствительны к излишней влажности (как почвы, так и воздуха). Растение поливают, так чтобы земляной ком пропитался водой. Берется пластиковая бутылка с водой и тонкой вязальной спицей (или наоборот толстой иглой, можно и шилом), нагретой на огне, в пробке проделывается отверстие, затем такое же отверстие нужно сделать и на дне бутылки. Бутылка вкапывается в горшок с растением горлышком вниз на глубину 2-3 см. Вода, вытекая по каплям увлажняет почву. Здесь есть очень важный момент - нужно заранее потренироваться на бутылках в размерах отверстий. Ведь может получиться так, что вода будет вытекать слишком медленно, или наоборот слишком быстро. Лучше всего за некоторое время до отъезда попробовать такой метод на горшке без растения, заполненным сухой землей.

Наблюдая в течение нескольких дней как почва наполняется влагой, вы определите для себя - подходит такое отверстие в бутылке или придется его изменить. Когда вы сумеете оптимально "настроить бутылку" - то проблема

полива во время вашего отсутствия будет решена раз и навсегда. Длительность такого полива зависит от размера бутылки.

Способ третий - Из бинта или полоски ткани скручивается фитиль один конец которого кладется на поверхность земли в горшке, а другой опускается в емкость в водой, которая должна располагаться выше горшка. Тут следует предусмотреть количество фитильков на определенный размер горшка. Так для горшочка диаметром 10 см достаточно одного фитилька, а на горшок диаметром 25-30 см понадобится 3-4 фитилька для достаточного снабжения водой. Такой способ действенен, если растения оставляются на 7-10 дней.

Способ четвертый - Если ваши растения выращиваются в горшках с хорошими дренажными отверстиями на доньшках, то вам подойдет и этот способ. На стол стелется клеенка (чтобы не испортить мебель), на нее - широкую полосу любой плотной шерстяной ткани (сукно, фетр, старое детское одеяльце, сложенный в несколько слоев ватин и т.п.), предварительно смоченной в воде. На ткань ставятся горшки с уже политыми растениями (естественно без блюдец). Конец ткани должен свисать со стола и опускаться в большую емкость с водой, поставленную чуть-чуть ниже уровня стола с растениями. Ткань находится все время во влажном состоянии и растения получают воду через дренажные отверстия горшка. Этот способ действенен, если растения оставляются на 10-20 дней.

Способ пятый - Если вы уезжаете не на 7-10 дней, а на 3-4 недели, да еще не по одному разу в год, то целесообразно будет приобрести систему автополива. Сейчас они продаются в любом крупном городе и представляют собой емкость с водой, набор тонких трубочек и программное управление, обеспечивающее включение подачи воды через определенные промежутки времени, например 2 раза в день.

2. МЕТОДЫ ПОЛИВА РАСТЕНИЙ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Существует несколько методов полива растений:

- 1.Метод полива из лейки;
- 2.Метод частичного погружения емкости с растением в воду;
- 3.Метод полного погружения;
- 4.Метод капельного орошения;
- 5.Фитильный полив;

Рассмотрим все методы полива поочередно, с точки зрения их эффективности.

Метод полива из лейки является самым распространенным, но не достаточно эффективным. При поливе из лейки, если субстрат пересох, большая часть воды сбрасывается в поддон не увлажняя почвы, и растение не получает необходимого количества воды.

Метод частичного и полного погружения является наиболее эффективным из всех перечисленных, но при наличии большого количества растений достаточно трудоемок.

Метод капельного орошения эффективен, но связан с необходимостью точной настройки оборудования, расположением растений в одном месте и дополнительном месте для размещения насосов, таймеров управления и емкости с водой.

Фитильный полив не пригоден для большинства растений, его используют при выращивании сенполий.

3.МЕТОД МОЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Алгоритм работы

Метод моего исследования основан на датчике влажности. Алгоритм работы в виде блоков показан как следующий:

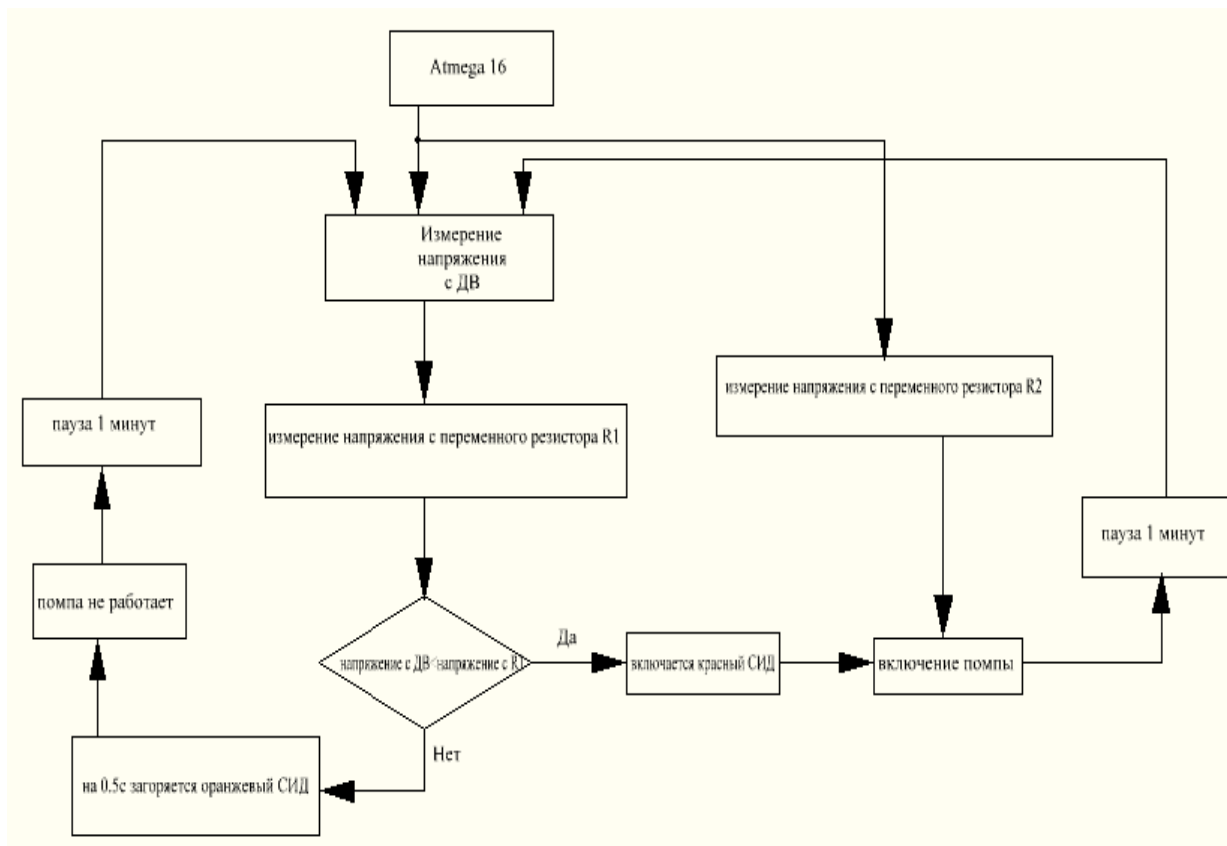


Рис 1.Алгоритм работы в виде блоков

3.2. Принципиальная схема

Внизу рисована принципиальная схема

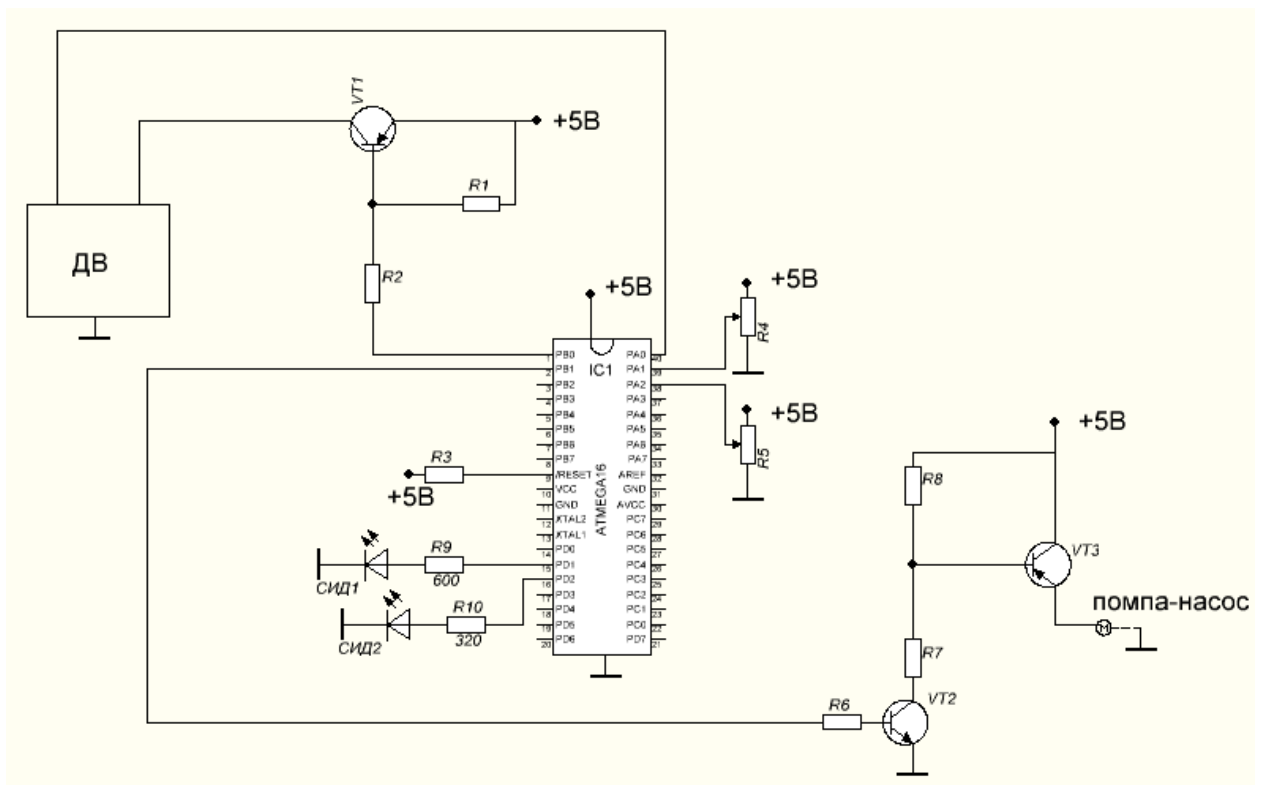


Рис 2. Принципиальная схема

На схеме обозначения:

ИП - источник питания; ДВ - датчик влажности; МК - микроконтроллер; Помпа-насос вверху справа; R1,R2,R3,R6,R7,R8 - это резисторы (R4 и R5 переменные резисторы); VT1 - VT3 это транзисторы. VT1-361, VT2-КТ315, VT3-КТ816. Красный светоизлучающий диод (СИД1), который подключается к контроллеру через ножку PD1 и СИД2, который мигнет оранжевым цветом в том случае, когда почва влажная и помпу не нужно включать. Он подключен через ножку контроллера PD2.

3.3.Порядок работы

На ДВ подаем импульс напряжения длительностью 20-40 мс - чтобы не было коррозии при постоянном напряжении. С выхода МК открываем транзистор VT1 на несколько миллисекунд. Замеряем с датчика влажности напряжение, идущее на вход МК(ножка PA0). Если оно ниже выставленного с переменного резистора R4 на ножку МК, то включается моторчик-насос и подает воду. Длительность его работы регулируется вторым переменным резистором R5.

Моторчик включается 2-ух каскадным транзисторным усилителем на VT2 и VT3. Думаю ток будет порядка 1А, поэтому источник питания должен обеспечить такую величину тока.

После того как моторчик поработал, ждем 5 минут и вновь замеряем влажность почвы. Если она мала и не вся почва промокла, то МК опять выдает команду на включение насоса.

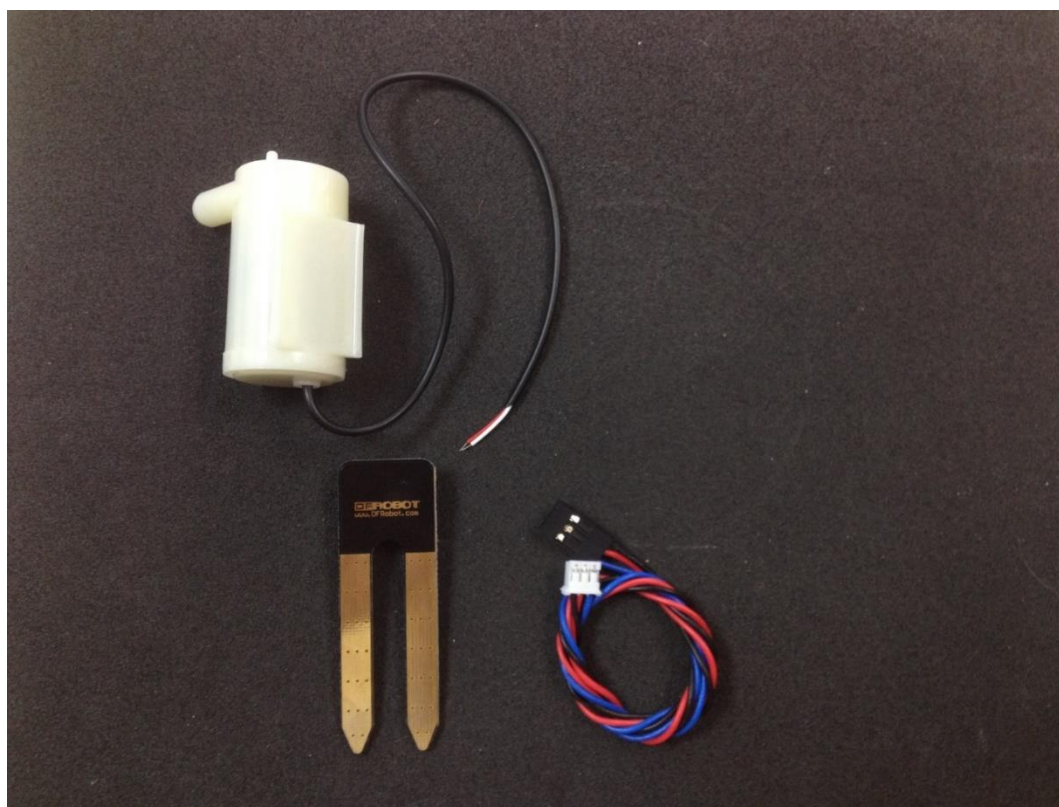


Рис 3. Используемые элементы: помпа-насос, датчик влажности

3.4. Программа для микроконтроллера на язык Си

This program was produced by the

CodeWizardAVR V2.03.4 Standard

Automatic Program Generator

© Copyright 1998-2008 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.

<http://www.hpinfotech.com>

Date : 24.04.2016

Chip type : ATmega16

Program type : Application

Clock frequency : 8,000000 MHz

Memory model : Small

External RAM size : 0

Data Stack size : 256

*****/

```
#include <mega16.h>
```

```
#include <delay.h>
```

```
#define ADC_VREF_TYPE 0x40
```

```
// Read the AD conversion result
```

```
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
```

```
{
```

```
ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
```



```

// Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage

delay_us(10);

// Start the AD conversion

ADCSRA|=0x40;

// Wait for the AD conversion to complete

while ((ADCSRA & 0x10)==0);

ADCSRA|=0x10;

return ADCW;

}

// Declare your global variables here

int adc_sensor;

int adc_res_wet;

//int adc_res_time;

int i;

void main(void)

{

// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization

// Port A initialization

// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
Func0=In

// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T

```

```
PORTA=0x00;

DDRA=0x00;

// Port B initialization

// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=out Func2=out Func1=Out
Func0=Out

// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=0 State0=1

PORTB=0x01;

DDRB=0x0F;

// Port C initialization

// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
Func0=In

// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T

PORTC=0x00;

DDRC=0x00;

// Port D initialization

// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
Func0=In

// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T

PORTD=0x00;

DDRD=0x01;

// Analog Comparator initialization

// Analog Comparator: Off
```

```

// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off

ACSR=0x80;

SFIOR=0x00;

// ADC initialization

// ADC Clock frequency: 1000,000 kHz

// ADC Voltage Reference: AREF pin

// ADC Auto Trigger Source: Free Running

ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;

ADCSRA=0xA3;

SFIOR&=0x1F;

while (1)

{

PORTB.0=0;          // включаем напряжение на сенсор

delay_ms (20);     // ждем 20 мс

adc_sensor= read_adc(0) ; // измеряем напряжение с сенсора

delay_ms (5);      // подождем ещё миллисекунду - чтобы не
отключать транзистор

                    // в момент измерения напряжения

PORTB.0=1;         // сняли напряжение с сенсора

adc_res_wet= read_adc(1) ; // замерили напряжение на верхнем
переменнике

                    // установка влажности

```

```

// это время работы помпы

if ( adc_sensor<=adc_res_wet) // если напряжение на датчике ниже
установленного -

// включаем мотор помпы

{

PORTB.2=1; // включили транзистор мотора помпы

PORTB.1=1; // включили транзистор мотора помпы

i= read_adc(2); // замерили напряжение на нижнем переменнике;

while (i)

{

delay_ms (20); // задержку организовали так - АЦП измеряет от

// 0 до 1024 - сколько измерили - столько раз и прокрутили цикл по
одной десятой секунды

// это получится от 0 до 21 сек

i--;

}

}

else

{

PORTB.3=1; // оранжевый светодиод на 0,5 сек - влажно

delay_ms (500);

PORTB.3=0;

```

```
}  
  
PORTB.1=0;      //отключили транзистор мотора помпы  
  
PORTB.2=0;  
  
i=60;          // задает время паузы  
  
while (i)      // крутим цикл 60 раз по одной секунде - пауза 1 мин  
{  
  
    delay_ms (1000); // задержка 1 сек  
  
    i--;  
  
}  
  
}  
  
}
```

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Введение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований.

Необходимо понимать, что коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, каков бюджет научного проекта, какой срок потребуется для выхода на рынок и т.д.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

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

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Создать устройство, включающее на непродолжительное время светодиод с повышенной яркостью. Устройство предназначено для кратковременного освещения, гаражей, лестничных клеток, частных квартир, замочных скважин, путей выхода и т.п. Включение устройства производить бесконтактно с помощью магнита. Для обеспечения автономности устройство должно быть с батарейным, либо аккумуляторным питанием. Основное требование к разработанной схеме – обеспечить минимальное потребление в режиме покоя.

В качестве основных потребителей данного изделия (в дальнейшем «устройство») мы рассматриваем застройщиков промышленных и жилых зданий, собственников зданий, ТСЖ, сервисные компании сферы ЖКХ, энергоснабжающие компании. Есть косвенные данные, позволяющие оценить емкость рынка в несколько миллионов рублей ежеквартально.

4.1.2 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. По своему содержанию данный инструмент близок к методике оценки конкурентных технических решений.

В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

1) *Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:*

- влияние нового продукта на результаты деятельности компании;
- перспективность рынка;

- пригодность для продажи;
- перспективы конструирования и производства;
- финансовая эффективность.
- правовая защищенность и др.

2) *Показатели оценки качества разработки:*

- динамический диапазон;
- вес;
- ремонтпригодность;
- энергоэффективность;
- долговечность;
- эргономичность;
- унифицированность;
- уровень материалоемкости разработки и др.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

Для упрощения процедуры проведения QuaD рекомендуется оценку проводить в табличной форме (табл. 1).

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобальной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

*Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений
(разработок)*

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (3x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,09	20	100	0,2	1,8
2. Помехоустойчивость	0,18	30	100	0,3	5,4
3. Надежность	0,1	10	100	0,1	1
4. Уровень материалоемкости разработки	0,15	15	100	0,15	2,25
5. Простота эксплуатации	0,12	80	100	0,8	9,6
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
6. Конкурентоспособность продукта	0,08	54	100	0,54	4,32
7. Уровень проникновения на рынок	0,07	97	100	0,97	6,79
8. Цена	0,09	63	100	0,63	5,67
9. Послепродажное обслуживание	0,02	50	100	0,5	1
10. Наличие сертификации разработки	0,1	85	100	0,85	8,5
Итого	1				46.33

Проведем оценку качества и перспективности по технологии QuaD по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (1)$$

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

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Если значение показателя P_{cp} получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

По результатам оценки качества и перспективности делается вывод об объемах инвестирования в текущую разработку и направлениях ее дальнейшего улучшения.

Технология может использоваться при проведении различных маркетинговых исследований, существенным образом снижая их трудоемкость и повышая точность и достоверность результатов.

4.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

В рамках **третьего этапа** должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа, которая приводится в бакалаврской работе (табл. 2).

Таблица 2– SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Экологическая безопасность. С2. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями. С3. Ресурсоэкономичность. С8. Простота использования.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки Сл2. Отсутствие сертификации Сл3. Отсутствие продвижения в рынке. Сл4. Финансирование Сл5. Послепродажного обслуживания нет.
Возможности: В1. Появление дополнительного спроса на новый продукт В2. Повышение стоимости конкурентных разработок. В3. Появление новых источников.	Разработка течепоискового комплекса, обладающего более высокими показателями качества, по сравнению с теми, что представлены на рынке (в частности, более высокая надежность и быстроедействие) с целью получения готового продукта с конкурентными преимуществами с оптимальной себестоимостью, высоким качеством и инжиниринговой услугой.	1. Повышение квалификации кадров у потенциальных потребителей 2. Создание инжиниринговой услуги с целью обучения работе с готовым продуктом 3. Приобретения необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца 4. Сокращение поставок или смена поставщика

<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Развитая конкуренция технологий производства У3. Ограничения на экспорт технологии У4. Ложность в получении сертификации (большая стоимость) У5. Материальное обеспечение проекта (низкое.</p>	<p>.Продвижение программы с целью создания спроса 2.Создание конкурентных преимуществ готового продукта 3.Сертификация и стандартизация продукта</p>	<p>.Повышение квалификации кадров у потенциальных потребителей 2.Создание инжиниринговой услуги с целью обучения работе с готовым продуктом 3.Приобретения необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца 4.Сокращение поставок или смена поставщика 5. Продвижение программы с целью создания спроса 6.Создание конкурентных преимуществ готового продукта 7.Сертификация и стандартизация продукта</p>
--	--	---

4.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Морфологический подход основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Синтез охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. Путем комбинирования вариантов получают большое количество различных решений, ряд которых представляет практический интерес.

Таблица 3

Морфологическая матрица для анализа

	1	2	3	4
А. Способ представления информации	текст;	графики; таблицы;	видео;	аудио;
Б. Содержание анализа	анализ методов; анализ средств;	анализ существующих средств;	анализ существующих методов;	рассмотрение других анализов;
В. Структура анализа способа измерения	метод; средства; анализ; выбор;	метод; физическое пояснение; анализ;	средства; физическое пояснение; выбор;	средства; экономическое обоснование; выбор;
Г. Способы получения информации	интернет; руководитель;	энциклопедии; магазины;	получение информации с производства;	комбинированный метод

				получения информации;
Д. Требуемые человеческие ресурсы для выполнения работы	команда инженеров;	1 студент;	3 любителя проведения анализов;	1 профессор;

Были выявлены наиболее 3 удачные комбинации составления данной работы:

1. наиболее дешевый; первая комбинация отличается простотой реализации, наименьшими затратами ресурсов, дешевой работой. В следствии чего получится дешевая, но низкокачественная работа.

2. универсальный; вторая комбинация является универсальной. Полученная работа будет выполнена без лишних затрат и является средней по качеству.

4.3. Планирование научно-исследовательских работ.

4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования.

При разработке определенного проекта необходимо оптимально планировать сроки проведения отдельных работ и занятость каждого из участников проекта.

На первом этапе составляется полный перечень проводимых работ, определяются исполнители и оптимальная продолжительность. Результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Самым удобным, и практичным способом для этих целей является представление линейного графика. Для его построения составим перечень работ и соответствие работ своим исполнителям, продолжительность выполнения этих работ и сведем их в таблицу 4

Таблица 4 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Анализ используемых средств и методов	
	9	Систематизация и оформление информации	
Оценка полученных результатов	10	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	11	Заключение	руководитель, студент

4.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ

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

Определим продолжительность этапов работ опытно-статическим методом, который реализуется:

- аналоговым способом;
- вероятностным способом.

Определим ожидаемое значение продолжительности работ $t_{ож}$, применив вероятностный метод – метод двух оценок t_{min} и t_{max} .

Ожидаемое значение продолжительности работ рассчитывается по формуле:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (5.1)$$

где t_{min} – минимальная трудоемкость работ, чел/дн.;

t_{max} – максимальная трудоемкость работ, чел/дн.

В выполнении работ, перечисленных в таблице 5.1, принимали участие следующие специалисты:

- инженер;
- научный руководитель.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (3)$$

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

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

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

4.3.3. Разработка графика проведения научного исследования

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4)$$

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:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = 1.21, \quad (5)$$

где $T_{\text{кал}}$ – календарные дни ($T_{\text{кал}} = 366$);

$T_{\text{вых}}$ – выходные дни ($T_{\text{вых}} = 52$);

$T_{\text{пр}}$ – праздничные дни ($T_{\text{пр}} = 12$).

В таблице 5 приведены длительность этапов работ и число исполнителей, занятых на каждом этапе.

Таблица 5– График проведения научного исследования

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Длительность работ, чел/дн.			
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	$T_{рд}$		$T_{кд}$	
					НР	И	НР	И
Постановка задачи	НР	2	3	2,4	2,88	–	3,48	–
Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	НР, И	1	2	1,4	1,68	0,17	2,03	0,21
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	15	18	13,2	4,75	14,26	5,75	17,25
Разработка календарного плана	НР, И	1	2	1,4	1,68	0,17	2,03	0,21
Выбор структурной схемы устройства	НР, И	2	4	2,8	1,01	4,32	1,22	5,23
Выбор принципиальной схемы устройства	НР, И	8	10	8,8	3,17	10,56	3,84	12,78

Расчет принципиальной схемы устройства	И	3	5	3,8	–	4,56	–	5,52
Разработка макета устройства	И	20	22	20,8	–	24,96	–	30,2
Проведение экспериментальных исследований	НР, И	4	6	4,8	1,73	5,76	2,09	9,97
Корректировка параметров принципиальной схемы устройства	И	2	4	2,8	–	3,36	–	4,07
Оформление расчетно- пояснительной записки	И	7	10	8,2	–	9,84	–	11,91
Оформление графического материала	И	2	4	2,8	–	3,36	–	4,07
Подведение итогов	НР, И	2	4	2,8	3,02	1,01	3,65	1,22
Итого:				76,2	19,92	82,33	21,13	99,61

Таблица 6 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Этап	Вид работы	Исполнители	t_k	Март	Апрель	Май	Июнь
1	Постановка задачи	НР	4	■			
2	Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	НР, И	3	■ ■			
3	Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	18	■ ■			
4	Разработка календарного плана	НР, И	3		■ ■		
5	Выбор структурной схемы устройства	НР, И	6		■ ■		
6	Выбор принципиальной схемы устройства	НР, И	13		■ ■		
7	Расчет принципиальной схемы устройства	И	6			■	
8	Разработка макета устройства	И	31			■	
9	Проведение экспериментал	НР, И	10				■

На основе табл. 5 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе табл. 6 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

4.4 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

4.4.1 Расчет затрат на материалы

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

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

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

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

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 7 - Материальный затраты

Наименование	Единица измерения	количество		Цена за ед., руб.		Затраты на материалы, (з _м), руб	
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
Бумага	лист	150	100	2	2	345	230
Картридж для принтера	шт.	1	1	1000	1000	1150	1150
Интернет	М/бит (пакет)	1	1	350	350	402,5	402,5
Ручка	шт.	1	1	20	20	23	23
Дополнительная литература	шт.	2	1	400	350	920	402,5
Тетрадь	шт.	1	1	10	10	11,5	11,5
Итого						2852	2219,5

4.4.2 Расчет основной заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера, а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$\text{Дневная_з/плата} = \frac{\text{Месячный_оклад}}{25,17 \text{ дней}} = 1.19.$$

Расчеты затрат на основную заработную плату приведены в таблице 8. При расчете учитывалось, что в году 302 рабочих дня и, следовательно, в месяце 25,17 рабочих дня. Затраты времени на выполнение работы по каждому исполнителю брались из таблицы 7. Также был принят во внимание коэффициент, учитывающий коэффициент по премиям $K_{ПР} = 0,1$ и районный коэффициент $K_{РК} = 0,3$ ($K = 1.19 * 1.1 * 1.3 = 1.7$).

Таблица 8 – Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневна я ставка, руб./день	Затраты времени, дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	23265	924.3	20	1,7	31426.2
И	7864	312.4	82	1,7	43548.56
Итого:					74974.76

Таким образом, затраты на полную заработную плату составили

$$C_{\text{полн}} = 74974.76 \text{ руб.}$$

4.4.3. Расчет отчислений от заработной платы

Затраты по этой статье составляют отчисления по единому социальному налогу (ЕСН).

Отчисления по заработной плате определяются по следующей формуле:

$$C_{\text{соц}} = K_{\text{соц осн}},$$

где $K_{\text{соц}}$ – коэффициент, учитывающий размер отчислений из заработной платы. Данный коэффициент составляет 30% от затрат на заработную плату и включает в себя:

- 1) отчисления в пенсионный фонд;
- 2) на социальное страхование;
- 3) на медицинское страхование.

Итак, отчисления из заработной платы составили:

$$C_{\text{соц}} = 0,3 * 74974.76 = 22492.428 \text{ руб.}$$

4.4.4. Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию при работе оборудования а также затраты на электроэнергию, потраченную на освещение. Затраты на электроэнергию при работе оборудования для технологических целей рассчитываются по формуле:

$$\mathcal{E}_{OB} = P_{OB} \mathcal{C}_{\mathcal{E}} t_{OB}$$

где \mathcal{E}_{OB} – затраты на электроэнергию, потребляемую оборудованием, руб.;

P_{OB} – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$\mathcal{C}_{\mathcal{E}}$ – тарифная цена за 1 кВт·час, $\mathcal{C}_{\mathcal{E}} = 5.27$ руб/кВт·час;

t_{OB} – время работы оборудования, час.

Время работы оборудования вычисляется на основе данных для $T_{РД}$ таблицы 5.2 для инженера из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{OB} = P_{УСТ.ОБ} K_C$$

где $P_{УСТ.ОБ}$ – установленная мощность оборудования, кВт;

K_C – коэффициент спроса, зависящий от количества, загрузки групп электроприемников.

Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Затраты на электроэнергию для технологических целей приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Затраты на электроэнергию для технологических целей

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты $\mathcal{E}_{об}$, руб.
Персональный компьютер	160	0,3	252.96
Паяльная станция	35	0,05	9.22
Источник питания	5	0,4	10.54
Итого:			272.72

$$\mathcal{E}=272.72 \text{ руб}$$

4.4.5. Расчет амортизационных расходов

В данной статье рассчитывается амортизация за время выполнения работы для оборудования, которое имеется в наличии.

Амортизационные отчисления рассчитываются на время использования оборудования по формуле:

$$C_{AM} = \frac{N_A \cdot C_{OB}}{F_D} t_{BT}^n$$

где N_A – годовая норма амортизации,

C_{OB} – цена оборудования,

F_D – действительный годовой фонд рабочего времени,

t_{BT} – время работы вычислительной техники при создании программного продукта,

n – число задействованных ПЭВМ.

ЭВМ:

$H_A = 25\%$;

$Ц_{ОБ} = 25000$ руб.;

$F_D = 2416$ часов;

$t_{BT} = 160$ часов;

$n = 1$.

$$C_{AM1} = \frac{H_A Ц_{ОБ}}{F_D} t_{BT}^n = 413.9 \text{ руб}$$

Паяльная станция:

$H_A = 25\%$;

$Ц_{ОБ} = 1000$ руб.;

$F_D = 2416$ часов;

$t_{BT} = 35$ часа;

$n = 1$.

$$C_{AM2} = \frac{H_A Ц_{ОБ}}{F_D} t_{BT}^n = 3.62 \text{ руб}$$

Источник питания:

$H_A = 25\%$;

$Ц_{ОБ} = 25000$ руб.;

$$F_{\text{Д}} = 2416 \text{ часов};$$

$$t_{\text{ВТ}} = 5 \text{ часа};$$

$$n = 1.$$

$$C_{\text{АМЗ}} = \frac{H_{\text{АЦОБ}}}{F_{\text{Д}}} t_{\text{ВТ}}^n = 12.93 \text{ руб}$$

Итак, затраты на амортизационные отчисления составили:

$$C_{\text{АМ}} = C_{\text{АМ1}} + C_{\text{АМ2}} + C_{\text{АМ3}} = 413.9 + 3.62 + 12.93 = 430.45 \text{ руб}$$

4.4.6 Расчет накладных расходов

В статье «Накладные расходы» отражены расходы на разработку проекта, которые не учтены в предыдущих статьях.

$$C_{\text{ПРОЧ}} = (C_{\text{ПОЛН}} + C_{\text{СОЦ}})^{0,5}$$

$$C_{\text{н}} = (74974.76 + 22492.428)^{0,5} = 48733.594 \text{ руб}$$

4.4.7 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет сметы затрат на разработку, можно определить общую стоимость разработки проекта «Макет демонстрационной модели принципов КТ».

Таблица 10 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб. (Исп.1)	Сумма, руб. (Исп.2)
1 Материалы и покупные изделия	C_{MAT}	2852	2219,5
2 Основная заработная плата	$C_{ПОЛН}$	74974.76	74974.76
3 Отчисления в социальные фонды	$C_{СОЦ}$	22492.428	22492.428
4 Расходы на электроэнергию	Э	272.72	272.72
5 Амортизационные отчисления	C_{AM}	430.45	430.45
6 Работы, выполняемые сторонними организациями	$C_{СТОП}$	–	–
7 Накладные расходы	C_H	48733.594	48733.594
Итого:		149755.952	149123.452

4.5. 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 финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}$$

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

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

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

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

$$I_{pi} = \sum a^i \cdot b^i,$$

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 11 Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2
1. Надежность	0,2	5	5
2. Универсальность	0,2	4	4
3. Уровень материалоемкости.	0,15	4	4
4. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,20	5	5
5. Ремонтпригодность	0,1	5	5
6. Энергосбережение	0,15	4	4
ИТОГО	1		

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

$$I_{исп.i} = \frac{I_{р-исп.i}}{I_{финр}}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см.табл.18) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

Таблица 12 Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,8	0,52
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	4,55
3	Интегральный показатель эффективности	5,625	8,75
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,64	1

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

Согласно проведенному сравнительному анализу видно, что задача, реализованная в бакалаврской работе по исполнению 1, является более эффективной как с финансовой, так и с точки зрения ресурсоэффективности.