

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**
 Отделение **электронной инженерии**

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка электронной системы управления инсулиновой помпы для непрерывного введения инсулина

УДК 615.473.92:621.67:616.379-008.64-07

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1AM01	Сяо Синь		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская.М.В	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД	Сечин.А.И.	Д.Т.Н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кулагин А.Е.	к.ф.-м.н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОЭИ	Солдатов А.И.	Д.Т.Н.		

Томск – 2022 г

Планируемые результаты обучения по ООП

11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Код	Результат обучения
P1	Использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин ООП магистратуры; понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения; демонстрировать навыки работы в научном коллективе, порождать новые идеи;
P2	Анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников; определять цели, осуществлять постановку задач проектирования приборов нанoeлектроники, схем и устройств различного функционального назначения с использованием современной элементной базы нанoeлектроники, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ
P3	Формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач.
P4	Осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат
P5	Делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научно-технические отчеты, обзоры, рефераты, публикации по результатам выполненных исследований, доклады на научные конференции и семинары, научные публикации в центральных изданиях и заявки на изобретения
P6	Работать в качестве преподавателя в образовательных учреждениях среднего профессионального и высшего профессионального образования проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных

	работ бакалавров, разрабатывать учебно-методические материалы для студентов по отдельным видам учебных занятий
P7	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень. использовать иностранный язык в профессиональной сфере, владеть способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности
P8	Участвовать в проведении технико-экономического и функционально-стоимостного анализа рыночной эффективности создаваемого продукта
P9	Способность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности, готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы
P10	Способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ и проведению экспериментальных исследований с применением современных
P11	Обладать способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности
P12	знать современные системы автоматизированного проектирования электронных схем
P13	Анализировать возможные схемные, конструктивные решения, работать с современными системами автоматизированного проектирования и системами электронного документооборота, использовать нормативные правовые акты, справочные материалы
P14	Анализировать эффективность функционирования электронного оборудования, проводить испытания и аттестацию РЭА

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

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**
 Отделение **электронной инженерии**

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

_____ А.И. Солдатов
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1AM01	Сяо Синь

Тема работы:

Разработка электронной системы управления инсулиновой помпы для непрерывного введения инсулина	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 02.02.2022 № 33-27/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Разработать рабочий процесс, производственный процесс, алгоритм и программный код электронной системы управления инсулиновой помпой.</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>-Литературный обзор; -Разработка рабочей схемы; -Провести выбор математической модели определения содержания глюкозы в крови человека; -Создать алгоритм работы системы управления для непрерывного введения инсулина с возможностью передачи данных на смартфон пользователя по средствам Bluetooth; -Разработать структурную схему управления системы управления инсулиновой помпы; -Разработать принципиальную схему системы управления инсулиновой помпы; -Запрограммировать микроконтроллер согласно разработанному рабочему алгоритму, контролирующего поступление инсулина в биообъект, а также передаче полученных данных на смартфон пользователя -Разработать макет системы управления автоматизированной инсулиновой помпы -Заключение</p>
--	--

<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Структурная схема</p>
--	--------------------------

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Верховская.М.В
Социальная ответственность	Сечин.А.И.
Английский язык	Кобзева Н. А.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

1. Описание программного обеспечения
2. Описание аппаратного обеспечения
3. Структура алгоритма электронной системы управления инсулиновой помпой

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

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1АМ01	Сяо Синь		

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

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
 Уровень образования **магистратура**
 Отделение **электронной инженерии**
 Период выполнения **осенний / весенний семестр 2021/2022 года**

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы: _____

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
18.10.2020	Определение темы работы и получение задания на выполнение ВКР	-
21.12.2020	Понять общую структуру электронной системы управления инсулиновой помпой	25
07.06.2021	Ознакомиться с устройством выпускаемых в промышленности инсулиновых помп	25
27.12.2021	Составить алгоритм работы системы автоматического управления инсулиновой помпой.	30
03.06.2022	Написание кода программы для системы управления инсулиновой помпы., написание ВКР	20
	Итого	100

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОЭИ	А.И. Солдатов	Д.Т.Н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 128 с., 27 рис., 19 табл.,
31 источников.

Ключевые слова: Инсулиновая помпа, электронная система управления, алгоритм, структура, программа

Объект исследования: Электронная система управления инсулиновой помпой

Цель работы: Разработка электронной системы управления инсулиновой помпы для непрерывного введения инсулина.

В процессе исследования проводились: Анализ имеющихся аппаратных и программных решений. Построение схемы. Напишите алгоритмы и программы.

В результате исследования: Разработка электронной системы управления инсулиновой помпы для непрерывного введения инсулина.

Степень внедрения: Для проверки возможностей и разработки программы соберите схему управления инсулиновой помпой с супер-микрошаговым двигателем 08G61 и чипа усилителя AT89C51 в качестве ядра..

Область применения: Получить применение инсулиновой помпы в электронной системе управления.

Экономическая эффективность/значимость работы: Это низкая стоимость прибора, сократить затраты и повысить эффективность.

Оглавление

Введение.....	11
1. Инсулиновая помпа – новый интеллектуальный инструмент в лечении сахарного диабета.....	13
1.1 Новейшие разработки в терапии инсулиновой помпой.....	13
1.2 Выбор математической модели определения содержания глюкозы в крови человека.....	17
1.3 Передачи данных с инсулиновой помпы на смартфон пользователя по средствам Bluetooth.....	19
2. Разработка структурной и принципиальной схем управления инсулиновой помпой.....	22
2.1 Структурная схема инсулиновой помпы.....	22
2.2 Исследование и выбор типа двигателя.....	24
2.3 Выбор модуля Bluetooth.....	29
3. Результаты и обсуждение.....	33
3.1 Анализ схемы управления двигатель.....	33
3.2 Анализ схемы управления модуля Bluetooth.....	33
3.3 Блок клавиатуры.....	36
3.4 Разработка алгоритма.....	37
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	49
Введение.....	49
4.1 Предпроектный анализ.....	49

4.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования	49
4.1.2	Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	49
4.1.3	SWOT-анализ	51
4.1.4	Оценка готовности проекта к коммерциализации	53
4.2	Планирование научно-исследовательских работ	54
4.2.1	Контрольные события проекта	54
4.2.2	Планирование этапов работ	55
4.2.3	Определение трудоемкости выполнения работы	58
4.2.4	Разработка календарного плана работ	59
4.3	Бюджет научного исследования	64
4.3.1	Расчет затрат на материалы	64
4.3.2	Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ	65
4.3.3	Основная заработная плата	68
4.3.4	Дополнительная заработная плата	69
4.3.5	Отчисления во внебюджетные фонды	70
4.4	Определение ресурсной, финансовой, социальной и экономической эффективности исследования	71
5.	Социальная ответственность	78
5.1.	Производственная безопасность	79
5.1.1	Отклонение показателей микроклимата в помещении	79
5.1.2	Превышение уровней шума	81
5.1.3	Повышенный уровень электромагнитных излучений	82

5.1.4 Поражение электрическим током	84
5.1.5 Пожарная опасность	91
5.2 Экологическая безопасность	94
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	97
5.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	98
5.4.1 Организационные мероприятия обеспечения безопасности	98
Заключение	100
Список использованных источников	102
Приложение А Development of an electronic insulin pump control system for continuous insulin delivery	107
Приложение Б Микрокомпьютерная программа системы управления инсулиновой помпой	122

Введение

Диабет - это нарушение обмена веществ, характеризующееся высоким уровнем сахара в крови. Гипергликемия, которая происходит из-за дефектов в секреции инсулина или действия биологического ущерба, или обоих процессов, приводит к целому ряду хронических повреждений в организме, в частности, глаз, почек, сердца, кровеносных сосудов, нервов и т.д. Тем не менее, диабет поддается лечению. В настоящее время, наиболее распространенным методом лечения является инсулин внешней инъекции, путем дополнительного введения инсулина, чтобы регулировать гомеостаз глюкозы у пациентов [1-5]. Как правило, внешняя инъекция трудна для людей, и имеет несколько недостатков:

- люди часто заняты множеством вещей, поэтому могут забыть ввести инсулин;
- человек может поспешить и принять инъекции инсулина раньше времени (или наоборот - опоздать);
- людям сложно точно рассчитать количество инсулина для инъекции.

И это только часть из имеющихся недостатков! Каждый день больные сахарным диабетом подвергаются большим страданиям, что приводит к резкому снижению качества жизни. По этой причине ученые изобрели инсулиновую помпу, которая представляет собой новый интеллектуальный инструмент. Иными словами, инсулиновая помпа заменит человеку самостоятельную инъекцию, т.е. избавит от негативного воздействия человеческого фактора.

Таким образом, целью данной научно - исследовательской работы является: разработка электронной системы управления инсулиновой помпы для непрерывного введения инсулина.

Объектом исследования является (ются): Электронная система управления инсулиновой помпой

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Провести выбор математической модели определения дозы инсулина;
2. Создать алгоритм работы системы управления для непрерывного введения инсулина с возможностью передачи данных на смартфон пользователя по средствам Bluetooth;
3. Разработать структурную схему системы управления инсулиновой помпы;
4. Разработать принципиальную схему системы управления инсулиновой помпы;
5. Запрограммировать микроконтроллер согласно разработанному рабочему алгоритму, контролирующего поступление инсулина в биообъект, а также передаче полученных данных на смартфон пользователя.
6. Разработать макет системы управления автоматизированной инсулиновой помпы.

1. Инсулиновая помпа – новый интеллектуальный инструмент в лечении сахарного диабета

1.1 Новейшие разработки в терапии инсулиновой помпой

Основное назначение инсулиновой помпы - поддерживать секреторную функцию поджелудочной железы в соответствии с потребностями человеческого тела и непрерывно вводить инсулин под кожу человека для поддержания стабильного уровня сахара в крови в течение дня для борьбы с сахарным диабетом.

Инсулиновая помпа состоит из помпы с электронной системой управления, небольшого шприца и инфузионной трубки (рисунок 1) [6] В небольшом шприце содержится 3 миллилитра инсулина. После загрузки шприца в насос, вводится направляющая игла инфузионной трубки в подкожную ткань (брюшную стенку) пациента. Затем двигатель инсулиновой помпы с батарейным питанием перемещает поршень шприца для доставки инсулина в тело человека [7].

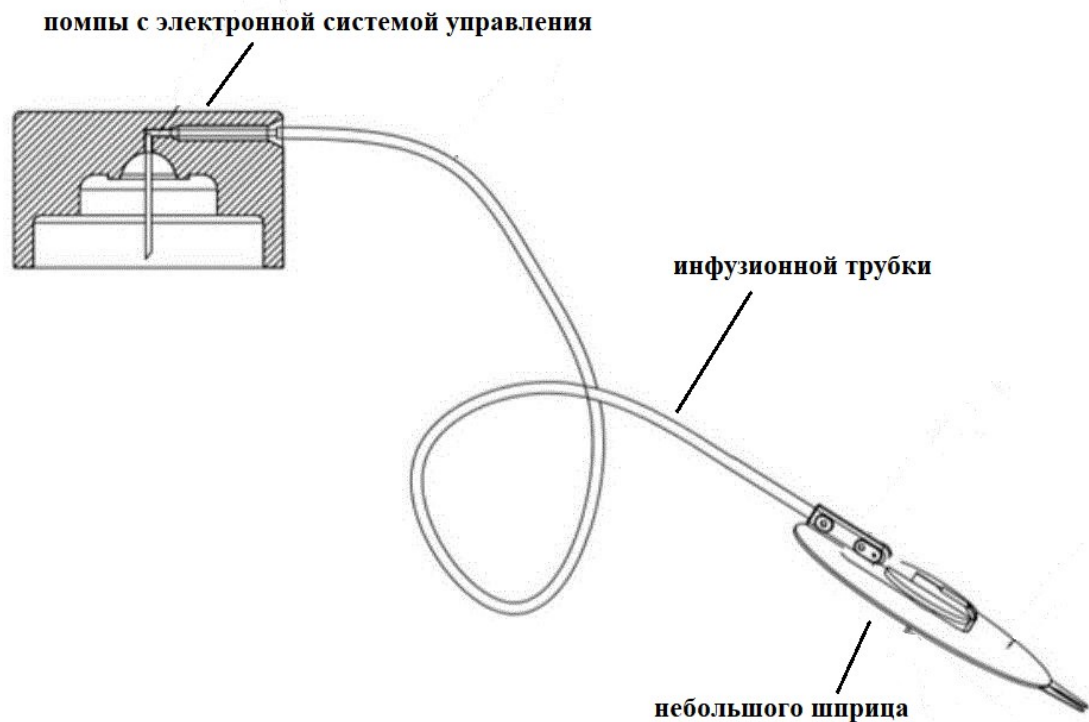


Рисунок 1 – Упрощенная структурная схема инсулиновой помпы [8]

Инсулиновые помпы делятся на два типа по способу ношения: инсулиновая помпа катетерного типа и инсулиновая помпа пластыря.

1) Инсулиновая помпа катетерного типа [9].

Катетерные насосы в основном используют трубопроводы для доставки лекарств. Корпус насоса в основном крепится на талию и может управляться с помощью пульта дистанционного управления.

Преимущества:

1. Уменьшение возникновения ночной гипогликемии и гипергликемии ранним утром, нормализует уровень сахара в крови натощак и дневной уровень сахара в крови и уменьшает количество инсулина в течение дня.

2. Нет необходимости делать инъекции несколько раз в день.

3. Уменьшает количество инсулина перед едой, предотвращает накладывающихся друг на друга эффектов высоких доз инсулина короткого и промежуточного действия в организме после инъекции и уменьшает возникновение гипогликемии.

Недостатки:

1. Инсулиновую помпу необходимо носить с собой, за исключением особых обстоятельств, таких как купание, при которых можно снять помпу, что приводит к большим ограничениям в жизни.

2. Инсулиновые помпы иногда имеют механические неисправности, закупорку катетера, мягкое сгибание иглы и др. Хотя вероятность этого очень мала, но все же это может произойти.

3. Инсулиновую помпу закрепляют лентой, что может быть проблемой для людей, склонных к кожной аллергии.

2) Пластырь для инсулиновой помпы:

Насос для пластыря может быть непосредственно прикреплен к коже без устройства доставки, а инфузия может управляться по беспроводной сети [10].

Она делится на одноразовый тип и тип смены повязки.

Преимущества:

1. Более высокая точность инфузии с множеством функций безопасности.

2. Отсутствует традиционный инфузионный катетер, что освобождает пациента от неудобства, связанного с запутыванием трубопровода, и значительно улучшает комфорт ношения и свободу жизни.

3. Размер и вес значительно уменьшены, удобство ношения и хорошая конфиденциальность.

Недостатки:

1. Нет трубопровода, поэтому он больше контактирует с кожей, что очень неудобно особенно если человек сильно потеет, например в жаркую погоду.

2. Место крепления нужно менять каждые два дня, иначе препарат плохо всасывается.

3. Если вы потеряете встроенный пульт дистанционного управления, вы не сможете управлять помпой [11].

В работе разрабатывается электронная система управления инсулиновой помпы катетерного типа, т.к. она используется гораздо большим количеством людей. Существующая система контроля может вводить лекарства только по времени, а теперь его можно вводить исходя из концентрации глюкозы в крови. Причем данные, полученные по содержанию глюкозы в крови и количество введенного инсулина могут направляться на смартфон пациента и/или медицинского учреждения.

1.2 Выбор математической модели определения дозы инсулина

Базисный режим введения.

Базисный режим введения обычно проводится медленно в среднем через 1,5 часа или через 4-12 часов при пиковых повышениях сахара в крови. Продолжительность действия составляет 18-24 часа [12]. Риск гипогликемии ниже, чем при болюсном режиме введения. Он обеспечивает ежедневную базовую дозировку инсулина при ежедневном завтраке. Подкожная инъекция за 0,5...1 час до еды, если суточная доза превышает 40 единиц, инъекцию следует разделить на 2 раза, 2/3 дневной дозы перед завтраком и 1/3 суточной дозы перед ужином. Кроме того, базисный режим введения часто используется в программах интенсивного лечения инсулином перед сном, чтобы контролировать уровень сахара в крови в ночное время и уровень сахара в крови ранним утром.

Когда концентрация глюкозы в крови меньше 11,2 mmol/L, но больше 6,1 mmol/L, используется базисный режим введения.

Формула дозировки инсулина для базисного режима введения [12]:

$$K = \frac{(i-5.6\text{mmol/L})}{11.1} * 0.6G, \quad (1)$$

где K - дозировка инсулина,

i - концентрация глюкозы в крови,

G - Вес пациента .

Быстрый режим введения. Время начала действия после подкожной инъекции составляет 10-20 минут, максимальное время действия составляет 1-3

часа после инъекции, а гипогликемический эффект длится 3-5 ч. По сравнению с обычным инсулином, он больше соответствует физиологическому режиму секреции инсулина. Инъекция перед едой быстро всасывается по сравнению с обычным инсулином. Болюсный режим введения в 3 раза быстрее и имеет короткое время пика, что позволяет более эффективно контролировать уровень сахара в крови после приема пищи. Следует отметить, что углеводы следует потреблять в течение 10 минут после приема лекарства, иначе это вызовет гипогликемию.

Когда концентрация глюкозы в крови превышает 11,2 mmol/L, используется быстрый режим введения.

Формула дозировки инсулина для быстрого режима введения [12]:

$$K = \frac{(i-5.6\text{mmol/L})}{11.1} * 0.8G, \quad (2)$$

где K - дозировка инсулина,

i - концентрация глюкозы в крови,

G - Вес пациента .

В этой работе в качестве объекта исследования выбран базисный режим введения, потому что базисный режим введения больше подходит для общих ситуаций. А правильное использование базисного режима введения позволяет избежать болюсного режима введения.

Расчет болюса: программа микроконтроллера может рассчитать дозу следующей инъекции инсулина. Пользователь вводит количество потребляемых углеводов, и программа рассчитывает необходимую дозу инсулина.

Сигналы: помпа отслеживает различные действия в течение дня. Если ожидаемая операция не происходит, пользователю отправляется сигнал.

Сенсорный болюс: эта кнопка используется для людей с ослабленным зрением. Эта функция основана на системе звукового оповещения, которая подтверждает пользователю параметры болюса. В зависимости от бренда эта функция описывается как «сенсорная», «световая» или «звуковая» доставка лекарства.

Интеграция с глюкометром: можно ввести данные об уровне глюкозы в крови в помпу, и микроконтроллер будет использовать эти данные для расчета следующего болюса инсулина. Некоторые помпы поддерживают совместимость глюкометра и инсулиновой помпы [13].

1.3 Передачи данных с инсулиновой помпы на смартфон пользователя по средствам Bluetooth

Рассмотрим интеграцию системы передачи данных от электронной система управления инсулиновой помпы по содержанию глюкозы в крови и количеству введенного инсулина на смартфон пациента и/или медицинского учреждения. Для передачи данных с инсулиновой помпы на смартфон можно использовать Bluetooth.

Bluetooth - это беспроводная технология, поддерживающая связь устройств на небольшом расстоянии (<10 м) [14]. Беспроводная технология Bluetooth может облегчить связь между оконечными устройствами, делая

передачу данных более удобной и быстрой, а также расширяет область беспроводных приложений. Bluetooth поддерживает технологию распределенной сетевой структуры, быстрое скачкообразное изменение частоты и технологию коротких пакетов, поддерживает двухточечную и многоточечную связь, использует дуплексную схему с временным разделением для достижения полнодуплексной связи и работает в диапазоне частот 2,4 ГГц, который принадлежит к глобальному диапазону частот ISM (то есть промышленному, научному, медицинскому), поэтому его можно использовать напрямую без регистрации. В качестве недорогого стандарта беспроводной связи на малых расстояниях Bluetooth является совместной разработкой пяти компаний: Ericsson, IBM, Intel, Nokia и Toshiba, как глобальный стандарт беспроводной технологии [16]. В настоящее время Bluetooth широко используется в следующих областях: мобильные телефоны и периферийные устройства, ноутбуки и периферийные устройства, КПК (персональный цифровой помощник) и периферийные устройства, информационные устройства, точки доступа к сети, автомобили, электронные продукты, продукты промышленного контроля.

Посредством передачи данных Bluetooth данные инфузии инсулиновой помпы и полученные данные об уровне глюкозы в крови могут быть предоставлены для просмотра пациентам и врачам, а соответствующие данные также могут быть скопированы через смартфон с функцией Bluetooth. Это позволяет проводить анализ изменения уровня сахара в крови, чтобы контролировать состояние более точно и своевременно, а также дает врачам

надежную основу для диагностики состояния. Кроме того, параметры инсулиновой помпы также можно настроить через смартфон, что делает работу более удобной и быстрой. Благодаря чрезвычайно низкому энергопотреблению технологии Bluetooth, беспроводная передача данных может осуществляться на небольшом расстоянии, что может полностью заменить предыдущую сложную систему проводной связи. Кроме того, технология Bluetooth обладает такими преимуществами, как гибкость, удобство и низкая стоимость, поэтому ее применение на смартфонах также очень распространено.

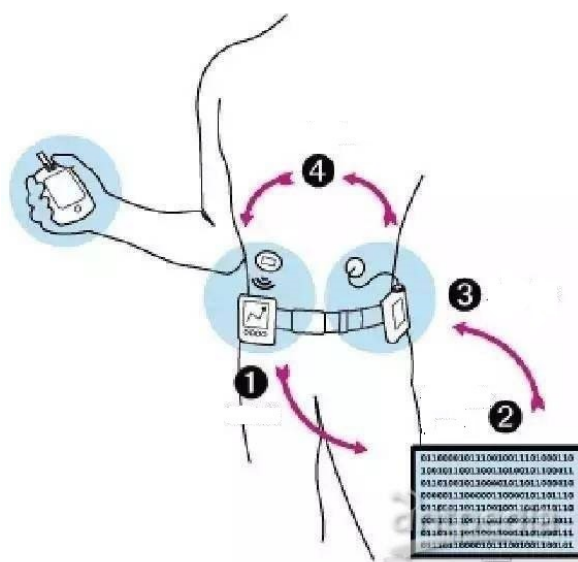


Рисунок 2 – Схема Bluetooth на инсулиновой помпе[13]

2. Разработка структурной и принципиальной схем управления инсулиновой помпой

2.1 Структурная схема инсулиновой помпы

Схема управления инсулиновой помпой должна управлять движением двигателя для перемещения поршня насоса при вводе инсулина.

На рисунке 3 показана структурная схема инсулиновой помпы со встроенным датчиком беспроводной передачи данных Bluetooth.

Когда мотор движется вперед, поршень насоса направляет инфузию вперед. Когда мотор движется назад, инфузионный порт закрывается, и поршень движется назад, чтобы втягивать жидкость из резервуара для хранения жидкости, пока трубка не заполнится инфузией.

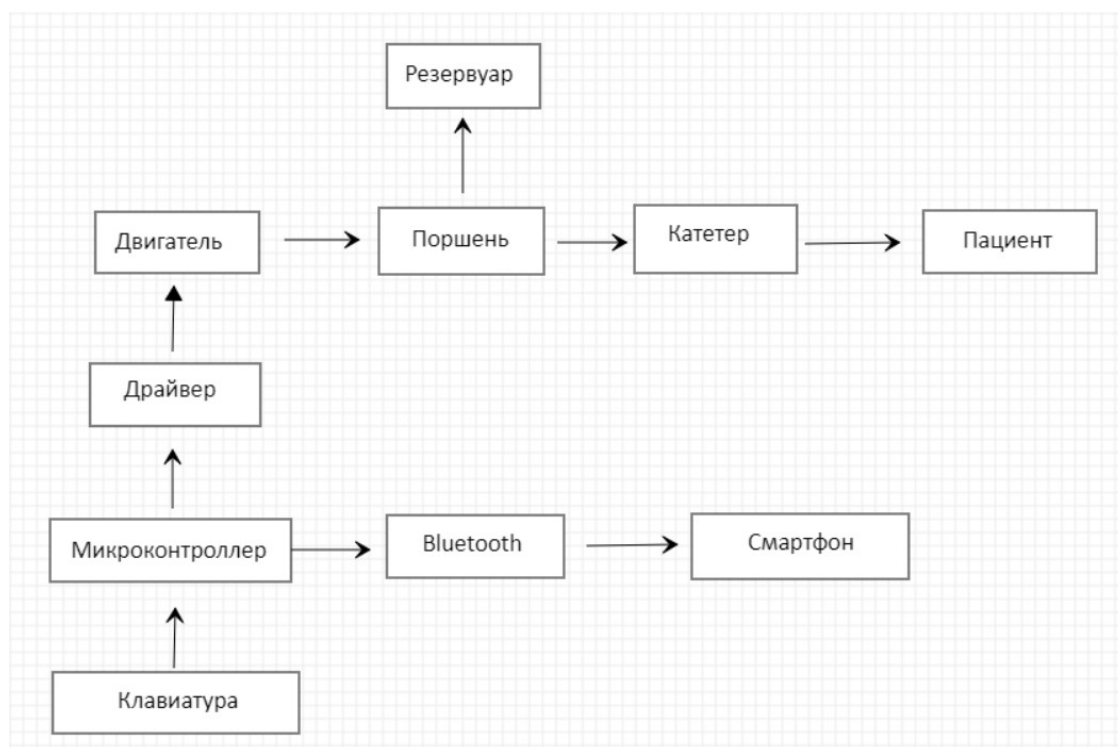


Рисунок 3 – Структурная схема инсулиновой помпы [12]

Центральным блоком системы управления инсулиновой помпы является микроконтроллер. Микроконтроллер, также известный как однокриповый микрокомпьютер. Микропроцессор состоит из арифметикологического устройства (АЛУ), контроллера памяти и устройств ввода и вывода. По сравнению с персональным компьютером, микропроцессор не имеет периферийного оборудования. У него небольшой размер, малый вес и низкая цена, поэтому микропроцессор обеспечивает удобные условия для обучения, применения и развития. Так как широко применяют микроконтроллеры в области промышленного контроля, микроконтроллеры развились из специальных крипов, имеющих только CPU. В настоящее время почти каждый электронный продукт содержит микроконтроллер. У каждого микроконтроллера есть свои преимущества. Для системы управления инсулиновой помпы я выбрал микроконтроллер AT89C51. Еще один блок инсулиновой помпы это инсулиновый резервуар, который используется для хранения инсулина. Двигатель обеспечивает перемещение поршня при вводе инсулина в тело пациента и при заборе инсулина из резервуара. Для инсулиновой помпы я выбрал двигатель постоянного тока. У такого двигателя низкий уровень шума, низкие потери, стабильная скорость вращения и на него не оказывают влияния внешние помехи. Он удовлетворяет требованиям длительного рабочего времени переносной инсулиновой помпы и уменьшает возможный дискомфорт для человеческого организма.

Bluetooth - через Bluetooth передаются данные о работающей инсулиновой помпе на мобильный телефон. Чтобы знать состояние инсулиновой помпы, когда она работает, к системе инсулиновой помпы можно добавить модуль Bluetooth. Данные о рабочем состоянии инсулиновой помпы в модуль Bluetooth поступают от микроконтроллера.

В работе рассмотрены следующие основные части: состав инсулиновой помпы, выбор двигателя, драйвер для управления двигателем, выбор микроконтроллера, анализ схемы управления и программа микроконтроллера.

2.2 Исследование и выбор типа двигатель

При разработке и исследовании инсулиновых помп выбор двигателя для инсулиновой помпы является самым важным. Двигатель инсулиновой помпы требует, чтобы размер дозы и время инъекции могли автоматическ и регулироваться в соответствии с датчиком, а скорость должна быть сред ней, поэтому я выбрал двигатель для инсулиновой помпы 08G61 (рисунок 4) [14].



Рисунок 4 – 08G61 [14]

Основные параметры двигателя приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры двигателя «08G61» [14]

Параметры	Единицы измерения	Значения
Номинальное напряжение	В	9.0
Диаметр	мм	8
Ток	А	0.13
Скорость без нагрузки	об/мин	11760

Для согласования уровней выходных сигналов микроконтроллера с уровнями входных сигналов двигателя используется драйвер двигателя L298N (Рисунок 5). Микроконтроллер обеспечивает вращение двигателя влево и право для перемещения поршня насоса вперед и назад.

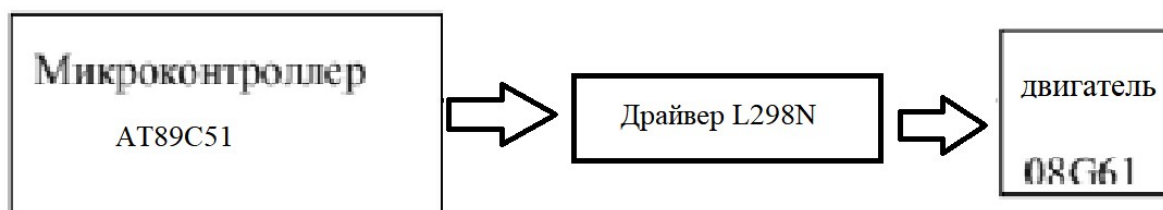


Рисунок 5 – Структурная схема управления двигатель

В качестве микроконтроллера был выбран AT89C51 - это маломощный, высокопроизводительный 8-разрядный КМОП-микроконтроллер с 8К программируемой флэш-памятью. Он изготовлен с использованием технологии энергонезависимой памяти высокой плотности Atmel и полностью совместим по сигналам и выводам двигателя 08G61. Flash-память позволяет запоминать

программу микроконтроллера, а также подходит для обычных программистов. На одном кристалле размещены интеллектуальный 8-битный процессор и внутрисистемная программируемая Flash-память. AT89C51 обеспечивает высокую гибкость и сверхэффективность для многих встроенных управляющих приложений. Схема микроконтроллера показана на рисунке 6:

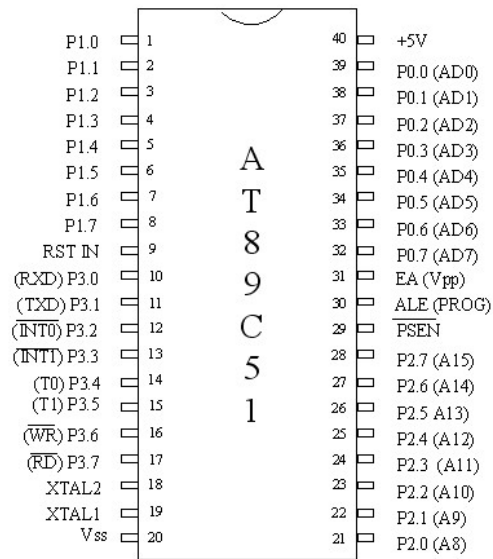


Рисунок 6 – Принципиальная схема микроконтроллере AT89C51 [17]

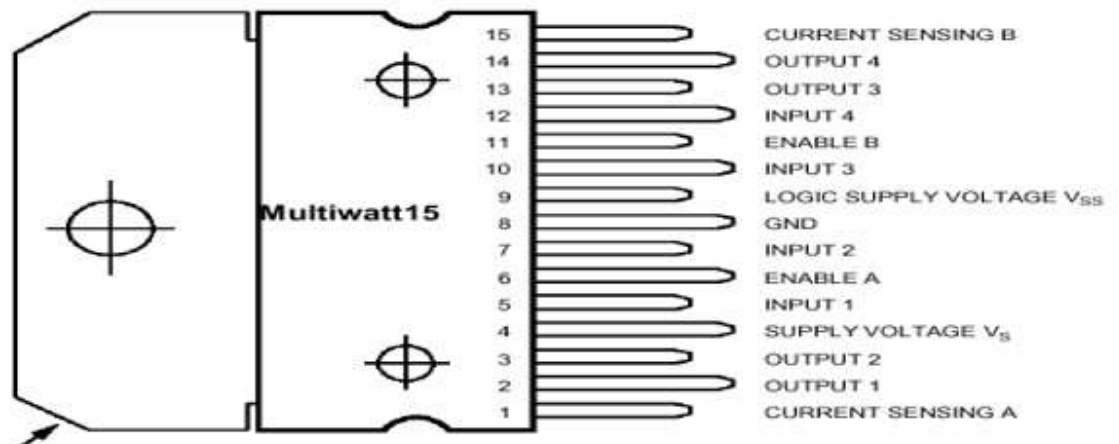


Рисунок 7 – Автономная схема L298N

L298N является продуктом компании SGS. Для драйвера L298N наиболее распространенным является 15-контактный мультиваттный корпус,

как показано на рисунке 7. Микросхема L298N может легко управлять двумя двухфазными двигателями постоянного тока или двухфазным шаговым двигателем с самым высоким выходным напряжением. Выходное напряжение до 50 В можно регулировать непосредственно через источник питания, а сигнал может подаваться от портов ввода-вывода однокристального микрокомпьютера через драйвер двигателя, а схема проста и удобна в использовании. Драйвер двигателя L298N может принимать стандартный сигнал логического уровня TTL. Вывод V_{SS} может быть подключен к напряжению 4,5 ~ 7 В. Вывод V_S подключается к напряжению источника питания, а диапазон напряжения V_S составляет + 2,5 ~ 46 В. Выходной ток может достигать 2,5 А. L298N может приводить в действие двухфазный шаговый двигатель, а выводы OUT1, OUT2, OUT3 и OUT4 могут быть подключены к двум обмоткам двухфазного шагового двигателя соответственно. Контакты 5, 7, 10, 12 подключаются к микроконтроллеру для управления двигателем. Уровню состояний драйвера двигателя L298N представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Таблица истинности L298N

ENA	ENB	In1	In2	In3	In4	Рабочее состояние
0	0	—	—	—	—	Стоп
1	1	Отправить низкий уровень на In1-In4 по очереди				Вперед
1	1	Отправить низкий уровень на In4-In1 по очереди				назад

На рисунке 8 показана схема подключения драйвера двигателя L298N к микроконтроллеру и двигателю, на котором ENA и ENB соответственно подключены к порту P2,4 и порту P2,5 однокристального микрокомпьютера, которые используются для управления работой и остановкой двухфазного шагового двигателя. Из таблицы 2 видно, что когда ENA и ENB находятся на низком уровне, шаговый двигатель находится в остановленном состоянии; когда ENA и ENB находятся на высоком уровне, шаговый двигатель находится в состоянии запуска; когда ENA и ENB находятся на высоком уровне, сигналы на входах In1 -In4 позволяют шаговому двигателю вращаться влево, перемещая поршень насоса вперед. Смене фаз сигналов на In4-In1 позволяют шаговому двигателю вращаться вправо, перемещая поршень насоса назад. Эти четыре вывода In1 -In4 соединены с портом P2 микроконтроллера: P2.0, P2.1, P2.2, P2.3 соответственно. Контакты SENSE A и SENSE B являются контактами обратной связи по выходному току. При нормальном использовании эти два контакта могут быть напрямую заземлены. OUT1, OUT2, OUT3, OUT4 - это выходы драйвера двигателя L298N. OUT1 и OUT2 подключаются к одной фазной обмотке двигателя, а OUT3 и OUT4 к другой фазной обмотке.

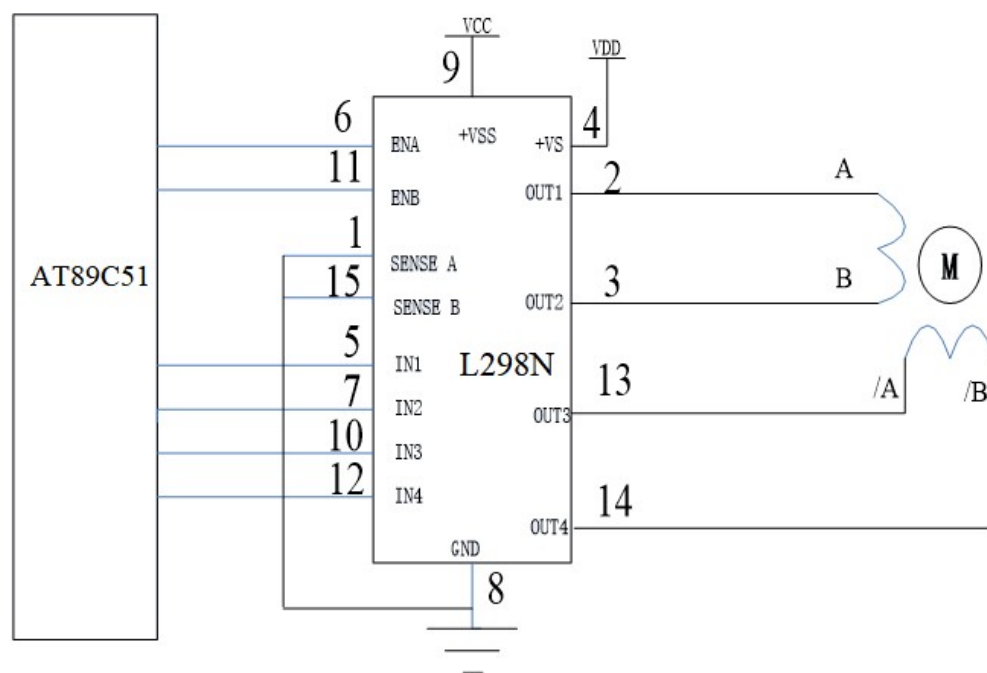


Рисунок 8 – Схема подключения однокристалльного микрокомпьютера к двигателю через драйвер L298N

2.3 Выбор модуля Bluetooth

Ввиду вышеупомянутой популярности и технических преимуществ, было решено использовать модуль Bluetooth для реализации беспроводной связи. Модуль Bluetooth также называется встроенным модулем Bluetooth. Это в основном для продуктов, которым необходимо увеличить функцию беспроводной передачи данных. Пользователям не нужно разбираться в деталях технологии Bluetooth. Разработка программного и аппаратного обеспечения требует знания схемы интерфейса, формата данных и объекта связи. Типы модулей Bluetooth можно различать с разных точек зрения, таких

как применение, технология, микросхема, мощность и производители микросхем.

(1) С точки зрения применения его можно разделить на модуль Bluetooth для мобильного телефона, модуль Bluetooth-гарнитуры, автомобильный Bluetooth и т. д.

(2) С технической точки зрения его можно разделить на модуль данных Bluetooth, голосовой модуль Bluetooth и модуль дистанционного управления Bluetooth. Модуль данных Bluetooth в основном используется для передачи данных через различные интерфейсы, такие как: последовательная передача данных RS232, передача данных USB и т. д. Он является наиболее зрелым в приложениях Bluetooth и обычно основан на протоколах замены кабеля.

(3) С точки зрения внедрения чипа его можно разделить на модуль версии ROM, модуль EXT и модуль версии FLASH.

1. Модуль версии ПЗУ использует чип версии ПЗУ производителя чипа. Характеристикой является то, что стандартные профили приложений производителя чипа записаны в чипе, и пользователь не может изменять программу в чипе. Он подходит для массового производства и поэтому имеет очень низкую цену, например, модуль Bluetooth-гарнитуры, модуль мобильного телефона, модуль мыши и клавиатуры и т. д.

2. Чипы, используемые в модуле EXT, имеют умеренную цену и не имеют флэш-памяти. Требуются внешние устройства хранения и пользователи могут разрабатывать приложения.

3. Цена версии чипа с флэш-памятью высока, но пользователи могут сделать ее в соответствии со своими потребностями. Поскольку чип имеет встроенную флэш-память, его производительность превосходна, и он подходит для различных приложений, таких как голосовые шлюзы.

(4) С точки зрения мощности его можно разделить на модуль Bluetooth CLASS1, стандартное расстояние связи составляет 100 метров, модуль Bluetooth CLASS2, стандартное расстояние связи составляет 10 метров.

(5) Из ведущих производителей чипов на рынке присутствуют CSR, Brandcom, Ericsson и др. Большинство решений на рынке принадлежат первым двум компаниям. Ericsson и другие в основном поддерживают собственные мобильные телефоны и другие продукты.

В этой системе используется модуль Bluetooth HC-06 китайской компании Huicheng, как показано на рисунке 9. Этот модуль относится к модулю данных Bluetooth, интерфейс представляет собой последовательный порт UART, микросхему BC417143B компании CSR, внешнее расширение 8 Мбит флэш-памяти с EDR.

Модуль, уровень мощности CLASS2, может реализовать функцию передачи последовательного порта в диапазоне 10 метров, а максимальная скорость составляет 1,4 Мбит/с. С точки зрения энергопотребления, скорости передачи, защиты от помех и размера, он очень подходит в качестве основного варианта для беспроводного модуля этой системы.

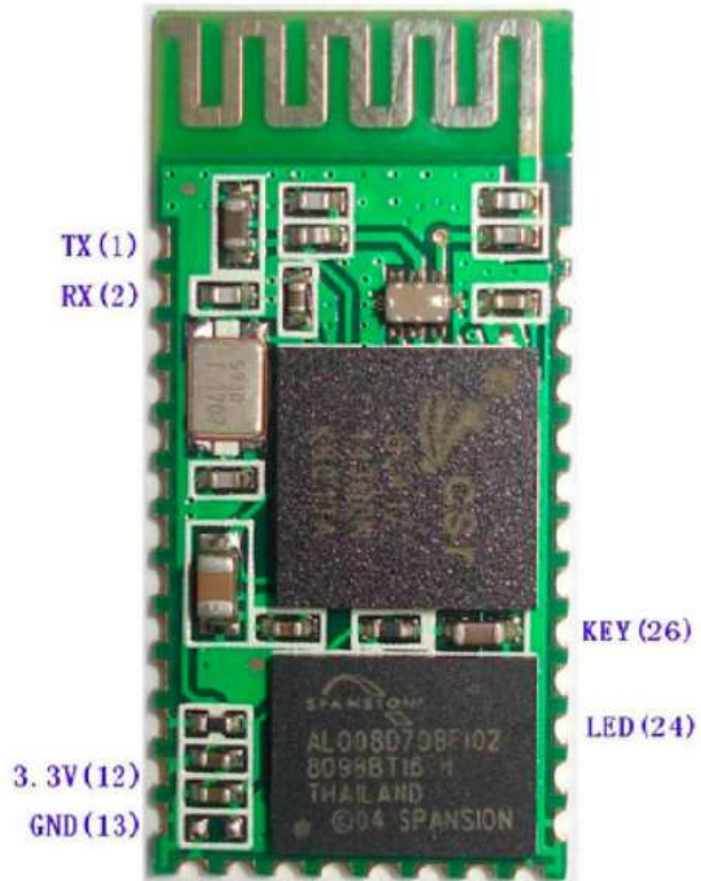


Рисунок 9 - Bluetooth-модуль HC-06

3. Результаты и обсуждение

3.1 Анализ схемы управления двигатель

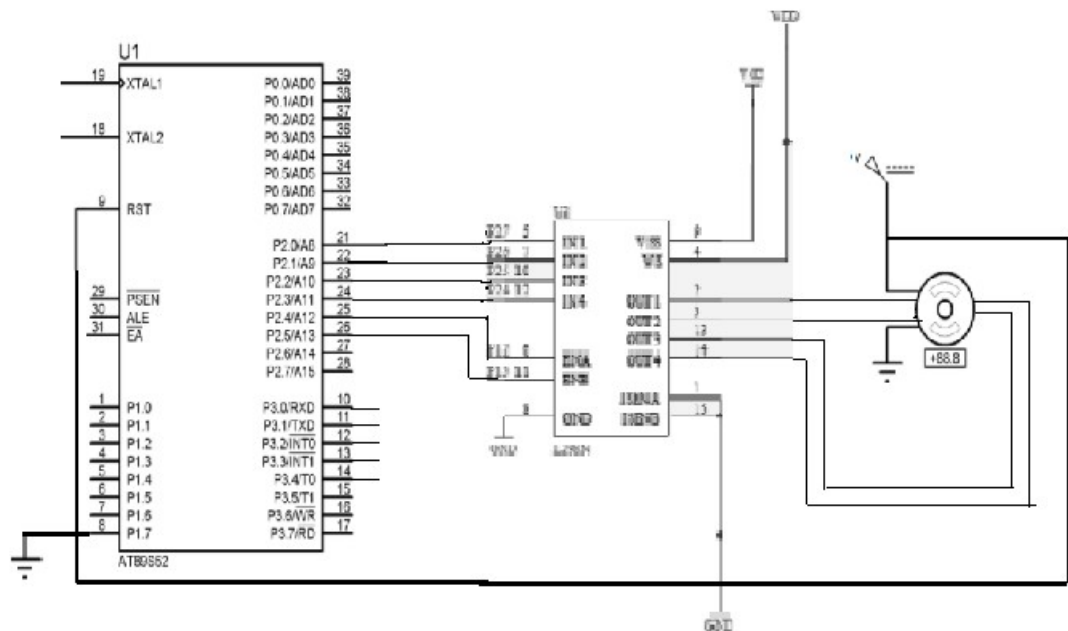


Рисунок 10 – Схема управления двигатель

Управление прямым вращением или обратным вращением двигателя через микроконтроллер AT89C51.

Вращение вперед и назад двигатель реализуются с помощью смены фаз управляющих сигналов на выходе микроконтроллера.

3.2 Анализ схемы управления модуля Bluetooth

Модуль Bluetooth представляет собой коммуникационный модуль, который взаимодействует с модулем сбора и модулем передачи. Модуль

Bluetooth встроен в модуль сбора и модуль передачи, подчиненный модуль интегрирован в модуль сбора, а основной модуль интегрирован в модуль передачи. Аппаратное обеспечение ведущего и ведомого модулей одинаковое, но прошивка разная, так что ведущий модуль может инициировать соединение, а ведомый модуль только искать. Его интегральная схема показана на рисунке 10: В схему добавлен стабилизатор напряжения R1114, который расширяет диапазон входного напряжения (4,75-10В), а также поддерживает уровень 3,3В. Светодиодный индикатор указывает на рабочее состояние модуля Bluetooth, мигание означает, что он находится в сопряжении, постоянное означает, что сопряжение прошло успешно, после успешного сопряжения основной модуль сохраняет настройки в памяти, и следующее сопряжение происходит автоматически. Второй модуль. Память можно сбросить, нажав кнопку S1, а кнопка S1 воздействует только на основной модуль. Основной модуль HC-06 производится китайской компанией информационных технологий Huicheng, которая обеспечивает полное решение Bluetooth. Поддержка Bluetooth 2.0 с EDR, скорость передачи 2 Мбит/с-3 Мбит/с, встроенная антенна 2,4 ГГц, внешняя флэш-память 8 Мбит, низкое напряжение питания 3,3 В, уровень мощности Bluetooth класса 2. Применяя технологию адаптивной частотной модуляции, он обладает сильной защитой от помех. Используя технологию чипа bluetooth CSR BC417143B, он относится к беспроводному одиночному чипу, поддерживает интегральную схему Bluetooth 2,4 ГГц и его внешнюю расширенную 8-мегабитную флэш-память, при использовании стека программного обеспечения Bluetooth CSR он может предоставлять данные,

которые полностью совместимы с Bluetooth V2.0 или голосовой связью, Аппаратная архитектура и физические объекты показаны на рисунке 11. В этом модуле, в сочетании с прошивкой последовательного порта Bluetooth, в основном используется его порт UART для передачи данных. Из рисунка 11 видно, что контакты модуля 1 и 2 представляют собой порты отправки и приема UART уровня TTL, которые могут напрямую общаться с соответствующими TXD и RXD в микроконтроллере.

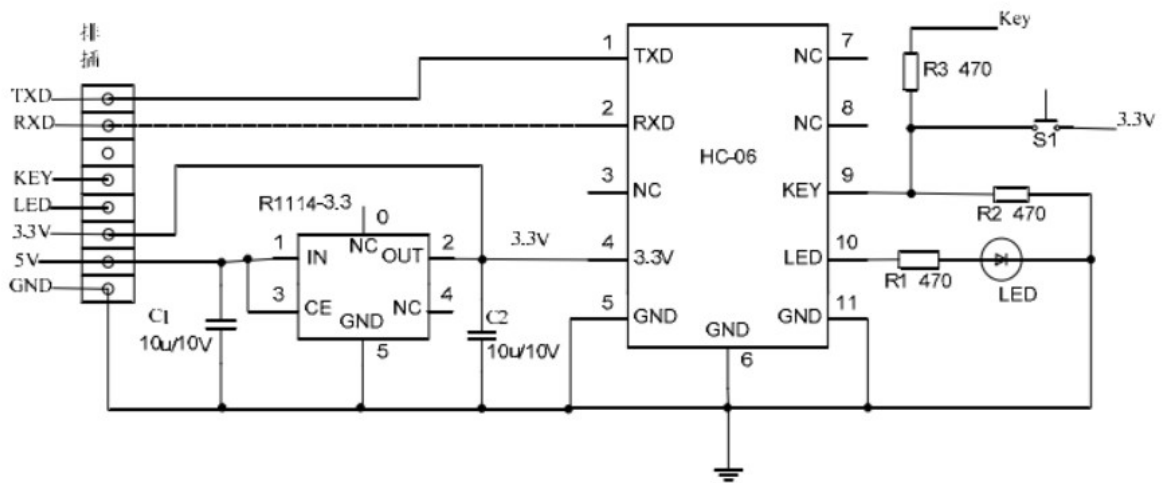


Рисунок 11 – Схема модуля Bluetooth

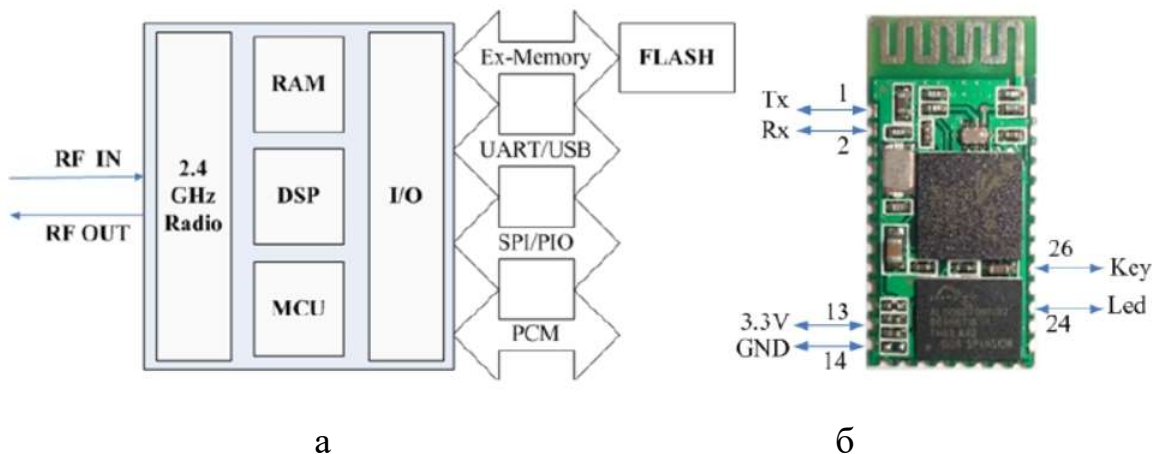


Рисунок 12 – Архитектура HC-06 (а) и конструкция модуля (б)

3.3 Блок клавиатуры

Основываясь на способности выполнять основные функции, конструкция клавиш выполняется в соответствии с принципом, согласно которому количество клавиш должно быть как можно меньше. Панель управления оснащена четырьмя кнопками: «+» (цифровая клавиша «вверх»), «-» (цифровая клавиша «вниз»), SEL (клавиша выбора меню) и АСТ (клавиша определения меню). Эти четыре кнопки имеют следующее назначение:

(1) клавиша «+»: добавляет 1 к текущему установленному значению (бит редактирования)

(2) Значение клавиши «-» в точности противоположно значению клавиши «плюс», и текущее установленное значение (бит редактирования) уменьшается на единицу.

(3) Кнопка «SEL»: кнопка выбора режима, и в то же время она объединяется с «АСТ» для формирования кнопки разблокировки.

(4) Кнопка «АСТ»: кнопка «ОК» в меню эквивалентна кнопке «Enter» на клавиатуре компьютера.

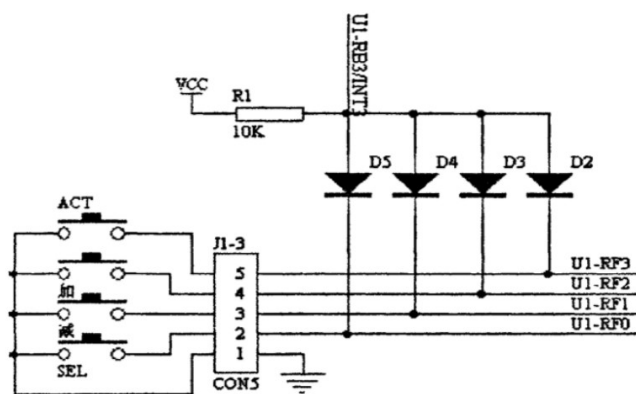


Рисунок 13 – Схема подключения схемы кнопки интерфейса

3.4 Разработка алгоритма

Обзор конструкции системного программного обеспечения

В реальной системе управления вопрос о том, может ли система работать нормально и надежно, в дополнение к разумной конструкции оборудования, также неотделима от дизайна программного обеспечения с безупречными функциями. Проектирование программного обеспечения системы управления шаговым двигателем на основе однокристалльного микрокомпьютер в основном основан на структурированном дизайне. Идея разработки программы принимает модульную конструкцию, и каждый модуль подпрограммы системы разрабатывается, компилируется и отлаживается индивидуально, так что программа избегает повторения и имеет четкую общую структуру, чтобы реализовать функция управления.

Системное программное обеспечение однокристалльного микрокомпьютера для управления шаговым двигателем представляет собой не единую управляющую программу, а систему программного обеспечения, которая необходима для нормальной работы системы, чтобы реализовать человеко-машинный диалог и разумное и эффективное использование системных ресурсов. Эта система использует программирование на языке С, чтобы в полной мере использовать преимущества программирования на языке С, благодаря чему эффективность программы удовлетворяет требованиям реального времени.



Рисунок 14 – Алгоритм основной программы

Программа управления 08G61

Эта часть является ядром всей системы управления, а функция прямого и обратного хода двигателя реализуется за счет управления самой микросхемой.

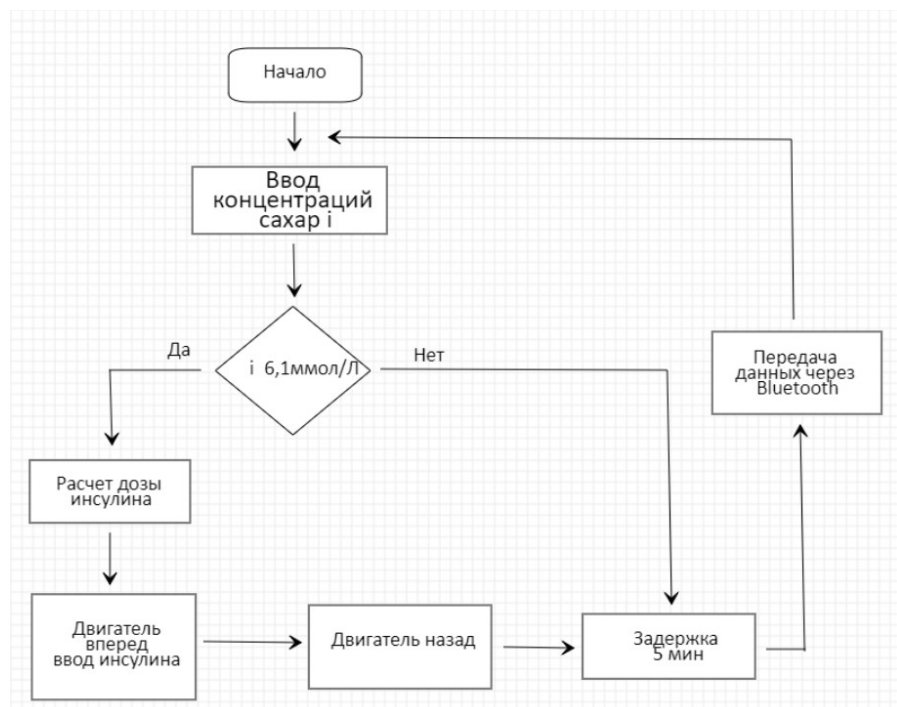


Рисунок 15 – Алгоритм управления двигателем

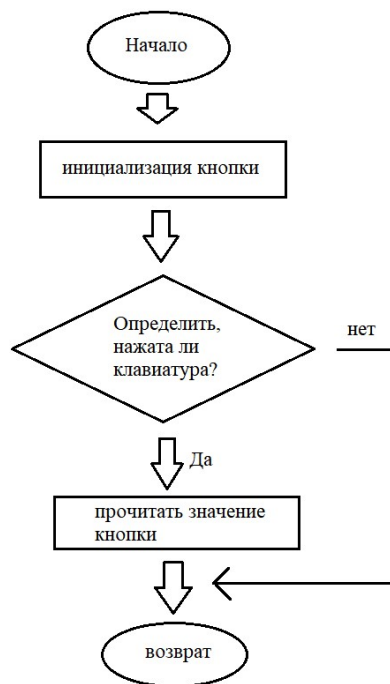


Рисунок 16 – Алгоритм считывания данных с клавиатуры

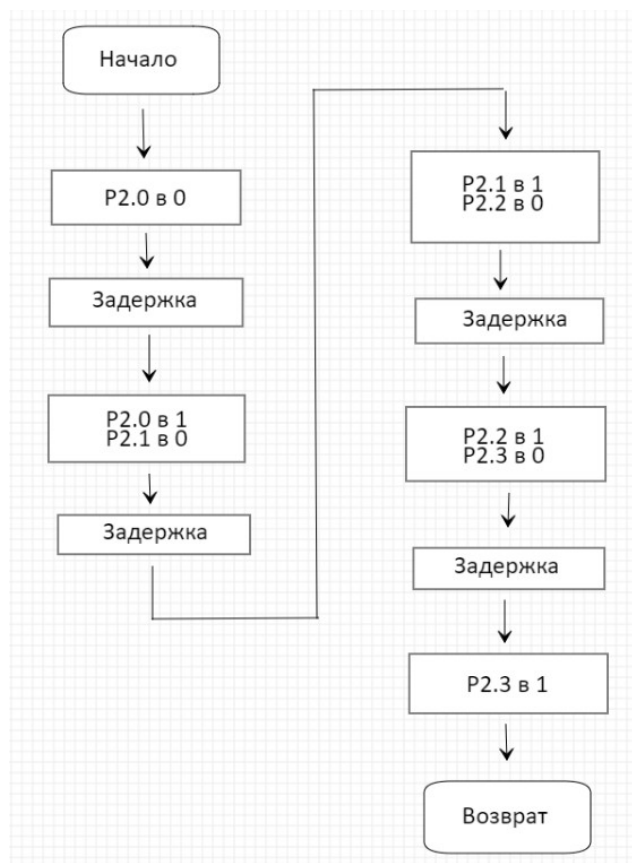


Рисунок 17 – Алгоритм программы двигатель вперед

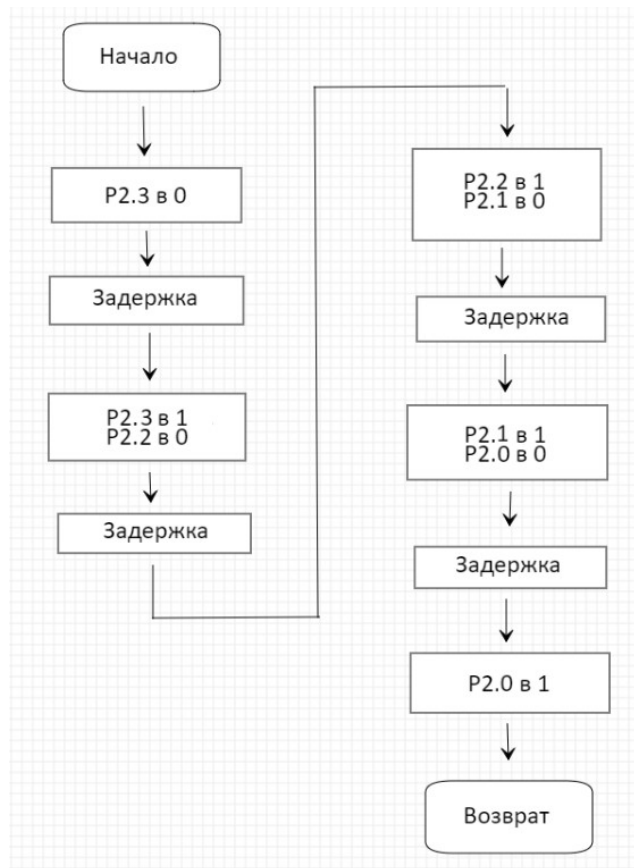


Рисунок 18 – Алгоритм программы двигатель назад

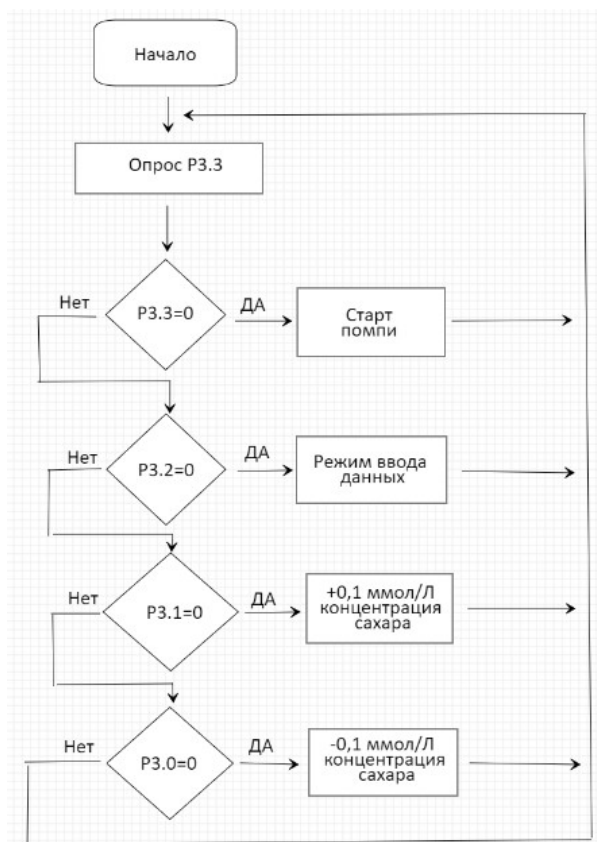


Рисунок 19 – Алгоритм программы клавиатура



Рисунок 20 – Алгоритм программы Bluetooth

В соответствии с аппаратной конструкцией модуля Bluetooth модуль сбора данных использует последовательный порт (UATR0 UART1) C8051F021 для управления модулем Bluetooth, и его инициализация завершается вызовом функции UART_Init().

```
void UART_Init()
```

```
{//Используйте таймеры 2 и 4 в качестве генераторов скорости передачи
```

данных для последовательных портов 0 и 1 соответственно

```
CKCON = 0x70; //T2 T4 используют источник системных часов
```

```
SCON0 = 0x50;
```

```
T2CON = 0x34; /Работаем в режиме генератора скорости передачи
```

и запускаем T2

```
RCAP2L = 0x F4;
```

RCAP2H = 0x FF;

TH2 = 0x FF;

TH2 = 0x FF; //скорость передачи 57600

SCON1 = 0x50; //Для управления bluetooth-модулем

T4CON = 0x34; //Работает в режиме генератора скорости передачи

и запускает T4

RCAP4L = 0x FA;

RCAP4H = 0x FF;

TL4 = 0x FA;

TH4 = 0x FF; //скорость передачи 115200

}

R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
SM00/FE0	SM10/RXOV0	SM20/TXCOL0	REN0	TB80	RB80	TI0	RI0
位7	位6	位5	位4	位3	位2	位1	位0 (可位寻址)
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
SM01/FE1	SM11/RXOV1	SM21/TXCOL1	REN1	TB81	RB81	TI1	RI1
位7	位6	位5	位4	位3	位2	位1	位0

Рисунок 21 – SCON0&SCON1

Формат управляющего регистра последовательного порта 0 и последовательного порта 1 показан на рисунке 21. Текстовое описание конкретного определения длинное, поэтому ограничимся кратким описанием. Определения управляющих регистров последовательного порта 0 и последовательного порта 1 соответствуют друг другу, функции управления почти одинаковы, значение сброса равно 0x00, но адрес отличается, и

последовательный порт 0 может поддерживать как битовую адресацию, так и байтовую адресацию, в то время как последовательный порт 1 имеет только байтовую адресацию. По программе инициализации (SCON0=0x50; SCON1=0x50) оба последовательных порта работают в режиме 1, то есть 8-битная скорость передачи данных UART является переменной, и прием разрешен. Последовательный порт 0 и последовательный порт 1 используют таймер 2 и таймер 4. Генератор скорости передачи, регистры таймера показаны на рисунке 22.

R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
-	T4M	T2M	T1M	T0M	保留	保留	保留
位7	位6	位5	位4	位3	位2	位1	位0

R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
TF2	EXF2	RCLK0	TCLK0	EXEN2	TR2	C/T2	CP/RL2
位7	位6	位5	位4	位3	位2	位1	位0 (可位寻址)

R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
TF4	EXF4	RCLK1	TCLK1	EXEN4	TR4	C/T4	CP/RL4
位7	位6	位5	位4	位3	位2	位1	位0

Рисунок 22 – СКCON&T2CON&T4CON

На приведенном выше рисунке показаны соответственно регистр управления часами, регистр управления таймером 2 и регистр управления таймером 4. Регистр управления часами определяет, используют ли таймеры 0, 1, 2 и 4 системные часы или 12-частотное деление системных часов. Установки таймера проводятся в программе инициализации Таймеры 2 и 4 используют

системные часы в качестве тактовых сигналов. T2CON и T4CON являются управляющими регистрами таймера 2 и таймера 4 соответственно. Установки в регистрах таймеров одинаковы, но они относятся к соответствующим таймерам. Существуют процедуры инициализации, чтобы провести установку RCLK, TCLK и TR, после переполнения таймера.

Получение и отправка скоростей передачи и запуск двух таймеров. Скорость передачи Bluetooth (115200) и скорость кодового диска (57600) рассчитываются по формуле: скорость передачи = $\text{SYSCLK} / ((65536 - [\text{RCAP4H}:\text{RCAP4L}]) * 32)$, а затем устанавливаются RCAP2L, RCAP2H, TL2 и TH2 (или RCAP4L, RCAP4H, TL4, TH4) равны 0x F4, 0x FF, 0x F4, 0x FF (или 0x FA, 0x FF, 0x FA, 0x FF) соответственно.

Полная принципиальная схема системы управления инсулиновой помпой показана на рисунке 23. Она включает все ранее рассмотренные блоки: микроконтроллер, драйвер двигателя, двигатель, модуль Bluetooth со стабилизатором напряжения и клавиатуру.

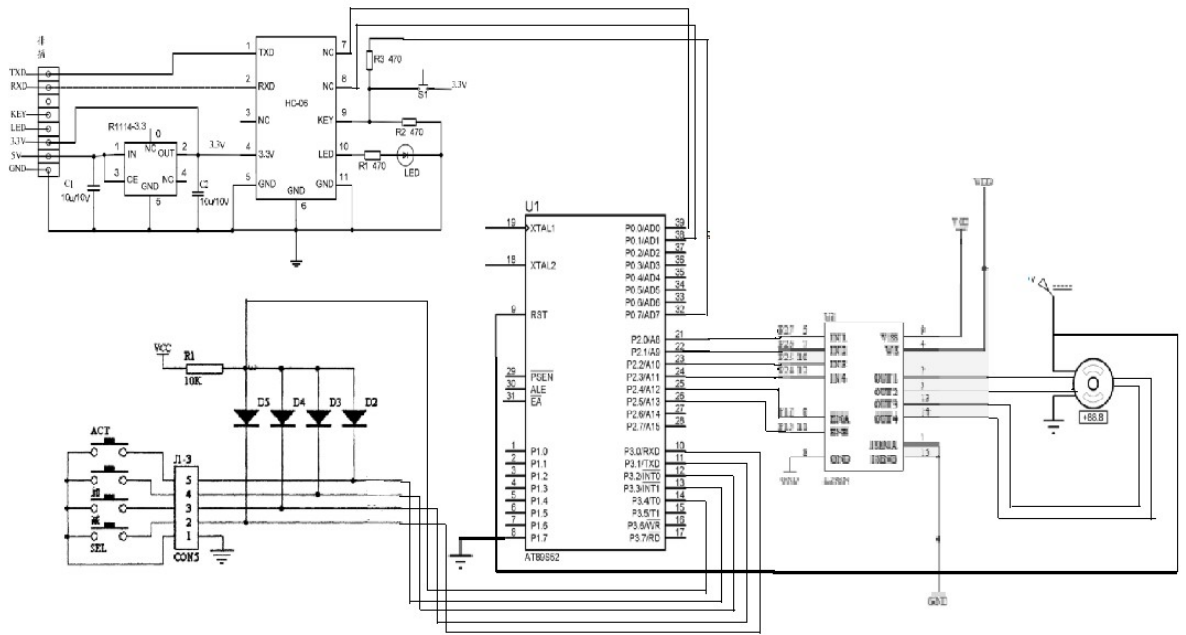


Рисунок 23 – Принципиальная схема системы управления инсулиновой помпой

Когда двигатель движется вперед, Отправить низкий уровень на In1-In4 по очереди. Когда мотор движется назад, Отправить низкий уровень на In4-In1 по очереди.

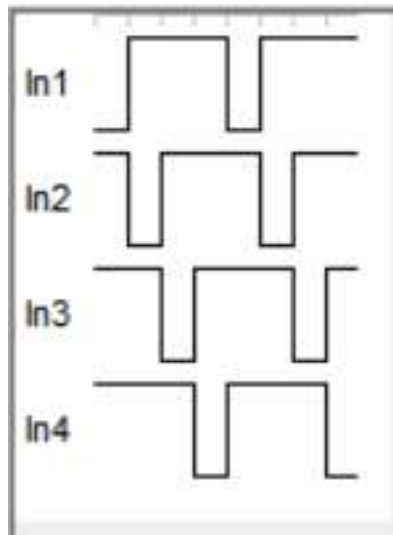


Рисунок 24 – Прямоугольный сигнал двигателя вперед

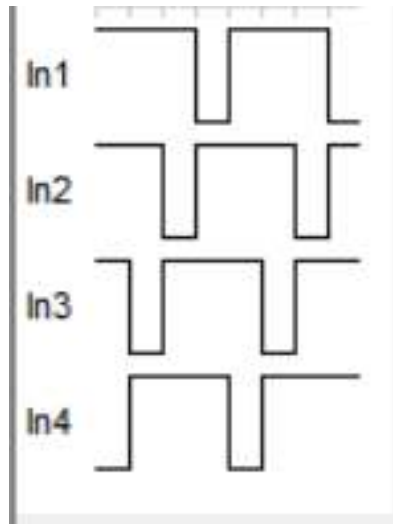


Рисунок 25 – Прямоугольный сигнал двигателя назад

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

Студенту:

Группа	ФИО
1AM01	Сяо Синь

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ПМЭ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Тема дипломной работы: Разработка электронной системы управления инсулиновой помпы для непрерывного введения инсулина

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Определение стоимости ресурсов НИ материально-технических, энергетических, финансовых информационных и человеческих
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Знакомство и отбор норм и нормативов расходования ресурсов
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Знакомство с системой налогообложения, со ставками налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НТИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Определение ресурсной, финансовой, экономической составляющей

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Альтернативы проведения НТИ 4. График проведения и бюджет НТИ 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская.М.В	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1АМ01	Сяо Синь		

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

Объектом исследования является инсулиновая помпа. Областью применения разрабатываемого объекта является медицина. Объект исследования предназначен для лечения людей с диабетом.

Целью данной главы является расчет затрат, необходимых для проведения НИОКР.

4.1 Предпроектный анализ

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Это мера, которая описывает качество новых разработок и их рыночные перспективы, а также позволяет гибкий инструмент для принятия инвестиционных решений фонда исследовательских проектов целесообразных особенностей. Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования .

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести

оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Таблица 3 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _ф	Б _{к1}	К _ф	К _{к1}
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Надежность	0.1	5	5	0.5	0.5
2. Безопасность	0.15	5	5	0.75	0.75
3. Простота эксплуатации	0.09	5	4	0.45	0.36
4. Функциональная мощность	0.1	5	5	0.5	0.5
5. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0.1	5	5	0.5	0.5
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Конкурентоспособность продукта	0.1	5	4	0.5	0.4
2. Уровень проникновения на рынок	0.07	5	4	0.35	0.28
3. Цена	0.11	5	4	0.55	0.44
4. Финансирование научной разработки	0.09	5	3	0.45	0.27
5. Срок выхода на рынок	0.09	5	3	0.45	0.27
Итого	1			5	4.27

Исходя из результатов оценки качества и перспектив, делается вывод: Преимущества в цене, безопасности и надежности. Технология может использоваться при проведении различных маркетинговых исследований, что значительно снижает их трудоемкость и повышает точность и надежность результатов.

4.1.3 SWOT-анализ

Таблица 4 - Матрица SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	<p>С1. Экологичность технологии.</p> <p>С2. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями.</p> <p>С3. Заявленная экономичность и энергоэффективность Технологии.</p> <p>С4. Наличие бюджетного финансирования.</p>	<p>Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки</p> <p>Сл2. Отсутствие сертификации</p> <p>Сл3. Отсутствие продвижения в рынке.</p>
Возможности:	<p>Можно снизить стоимость производимой продукции и сотрудничество с иностранными коллегами</p>	<p>Сокращение поставок или смена поставщика. Интерес зарубежных партнеров предоставляет доступ к Коллективным исследованиям.</p>
<p>В1. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>В2. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p> <p>В3. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях</p>		
Угрозы:	<p>Наличие спроса на новые технологии, ограничения на экспорт и несвоевременное финансирование научных исследований.</p>	<p>Отсутствие необходимых экспериментальных данных и продолжительность периода исследования может привести к отсутствию спроса на новые технологии.</p>
<p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства</p> <p>У2. Ограничения на экспорт технологии</p> <p>У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства.</p>		

Таблица 5 - Интерактивная матрица

Сильные стороны проекта:

	С	С1	С2	С3	С4
Возможности проекта	В1	0	+	+	0
	В2	-	-	+	+
	В3	0	+	0	0
Угрозы проекта	У1	+	-	-	0
	У2	0	0	0	0
	У3	0	0	0	0

Слабые стороны проекта:

	С	Сл1	Сл2	Сл3
Возможности проекта	В1	-	-	-
	В2	0	+	0
	В3	0	+	0
Угрозы проекта	У1	+	0	+
	У2	+	+	+
	У3	+	-	+

4.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Таблица 6 - Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	5	5
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	4
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	2	2
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	4
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	1
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	2	2
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	3	3
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	4	4
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	4	3

13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	4
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	2	2
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	4	4
	ИТОГО БАЛЛОВ(Б_{сум})	51	50

Вывод: Рассчитать стоимость по таблице значение $B_{сум}=51,50$. Это значит перспективность выше среднего. Следующим шагом является разработка надежного бизнес-плана для лучшей коммерциализации. Дальнейшее повышение технического уровня разработчиков.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ.

4.2.1 Контрольные события проекта

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

В рамках данного раздела необходимо определить ключевые события проекта, определить их даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на эти даты. Эту информацию необходимо свести в таблицу (Таблица 7).

Таблица 7- Контрольные события проекта

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1	Знайте инсулиновую помпу. Изучите структуру управления инсулиновой помпы и ее код..	20.12.2019	Получены базовые знания о микроконтроллере инсулиновой помпы и прошивке инсулиновой помпы.
2	Сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, компонентов и узлов инсулиновой помпы.	05.06.2020	Ознакомление с устройством и техническими характеристиками выпускаемых в промышленности инсулиновых помп.
3	Глубоко и всесторонне изучить технологию изготовления и среды разработки для программирования электронной системы управления инсулиновой помпы для непрерывного введения инсулина.	05.06.2020	Изучить технологический процесс создания, принцип действия и конструктивное устройство инсулиновой помпы, требования к его настройке и испытанию.
4	Написать алгоритм работы автоматической системы управления инсулиновой помпы для непрерывного введения инсулина при лечении сахарного диабета. .	20.05.2021	Разработать структурную и принципиальную схемы устройства. Изучить и освоить способы монтажа печатных плат, простых электронных систем. Выполнить расчёт и проектирование деталей, компонентов и узлов электронной системы управления инсулиновой помпы для непрерывного введения инсулина.

4.2.2 Планирование этапов работ

Научные исследования выполнила группа, в состав которой входили научный руководитель и студент.

Таблица 8 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Исполнители
Выдача задания	1	Составление и утверждение задания	науч. рук.
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	инженера.
	3	Проведение патентных исследований	науч. рук. инженера.
	4	Выбор направления исследований	науч. рук. инженера.
	5	Календарное планирование работ по теме	науч. рук. инженера.
Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Исполнители

Теоретические и экспериментальные исследования	6	Выбор методики для исследований	науч.рук инженера.
	7	Ознакомление с методикой исследованием и программным обеспечением	науч.рук инженера.
Обобщение и оценка результатов	8	Проверка полученных результатов	науч.рук инженера.
	9	Оформление заключение	науч.рук инженера.
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	инженера.
	11	Оформление дипломной работы и подготовка к защите	инженера.

4.2.3 Определение трудоемкости выполнения работы

Важнейшей составляющей процесса формирования научной работы является определение трудоемкости мероприятий по выполнению работ.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$, используется следующая формула:

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

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (4)$$

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

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

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

4.2.4 Разработка календарного плана работ

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (5)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (6)$$

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

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

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

В 2019,2020,2021 году 365 календарных дней, из них 104 выходных и 14 праздничных дней. Тогда коэффициент календарности равен:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (7)$$

Временные показатели проведения данного научного исследования представлены в таблица 9 (научный руководитель (р), студент(с)):

Таблица 9 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Исполните ли		T _{pi} , дни		T _{ki} , дни	
	t _{min i} , чел-дни		t _{max i} , чел-дни		t _{ожі} , чел-дни							
	р	с	р	с	р	с	р	с	р	с	р	с
Составление и утверждение задания	15	-	20	-	17	-	+	-	9	-	26	-
Подбор и изучение материалов по теме	-	30	-	40	-	34	-	+	-	34	-	51
Проведение патентных исследований	10	10	15	15	12	12	+	+	12	12	18	18
Выбор направления исследований	30	30	50	50	38	38	+	+	38	38	57	57
Календарное планирование работ по теме	10	10	20	20	14	14	+	+	14	14	21	21
Выбор методики для исследований	50	50	60	60	54	54	+	+	54	54	80	80
Ознакомление с методикой исследованием и программным обеспечением	150	150	240	240	186	186	+	+	93	186	138	276
Проверка полученных результатов	15	15	20	20	17	17	+	+	17	17	26	26

Продолжение таблица 9

Оформление заключения	5	5	10	10	7	7	+	+	7	7	11	11
Составление пояснительной записки	-	15	-	30	-	21	-	+	-	21	-	32
Оформление отчета по работе	-	20	-	30	-	24	-	+	-	24	-	36
Итого					345	407			244	407	363	608

На основе таблица 9 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе таблицы 9 с разбивкой по месяцам за период времени дипломирования. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 10 - Календарный план-график проведения НИР

№	Вид работ	Исполните ли	Т _к , кал, дн.	Продолжительность выполнения работ																			
				2017				2018												2019			
				0 9	1 0	1 1	12	0 1	0 2	0 3	0 4	0 5	0 6	0 7	0 8	0 9	1 0	1 1	1 2	0 1	0 2	0 3	0 4
1	Составление и утверждение задания	науч. рук.	14																				
2	Подбор и изучение материалов по теме	студ.	51																				
3	Проведение патентных исследований	науч. Рук. студ.	18 18																				
4	Выбор направления исследований	науч. Рук. студ.	57 57																				
5	Календарное планирование работ по теме	науч. Рук. студ.	21 21																				

4.3 Бюджет научного исследования

4.3.1 Расчет затрат на материалы

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi}, \quad (7)$$

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.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, занесены в таблицу 11.

Таблица 11 - Расчет бюджета на затрат на материалы для научной работы

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1.	C1815 Триод	4	93	372
2.	Многофункциональный блок питания	1	180	180
3.	Чип усилителя IR2111	1	3196	3675.4
4.	Ультра-микро шаговый двигатель Sm1024	1	1644	1890.6
5.	Макетная плата	1	130	130
6.	Перемычки для макетных плат	2	210	210
7.	Компьютер	1	38000	38000
Итого				44458

4.3.2 Основная заработная плата

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (8)$$

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

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p, \quad (9)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d}, \quad (10)$$

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

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (Таблица 12).

Таблица 12 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени, дни	Руководитель	Инженера
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
-Выходные	52	104
-Праздники	14	14
Потери рабочего времени		
-отпуск	48	24
-невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд	251	223

Месячный должностной оклад инженер:

$$Z_m = Z_{ок} * K_p, \quad (11)$$

где $Z_{ок}$ – размер оклада руководителя (указываете должность руководителя);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 13 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	З _{ок} , руб.	k _р	З _м , руб	З _{дн} , руб.	T _р , раб. дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель	26900	1.3	34970	1560.4	10	15604
Инженер	20900	1.3	27170	1212.3	12	14547.6
Итого З _{осн}						30178.6

Дополнительная заработная плата

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (12)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15). ($k_{\text{доп}}=0.13$)

$$Z_{\text{доп}} = 3923.2 \quad (13)$$

4.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (14)$$

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

Таблица 14 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	15604	2028.5
Инженер	14547.6	1891.2
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды $(k_{\text{внеб}})$	30.2%	
Руководитель :5642.4		
Инженер:5260.4		
Итого: $5642.4+5260.4=10902.8$		

4.3.4. Накладные расходы

Накладные расходы – расходы на организацию, управление и обслуживание процесса производства товара, оказания услуги; носят комплексный характер, т.е. включают различные экономические элементы затрат.

Накладные расходы составляют 5% - 16 % от суммы основной, дополнительной заработной платы и от страховых взносов, работников,

непосредственно участвующих в выполнении темы. Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (15)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

4.3.5 Формирование бюджет затрат НИИ

Все вышеперечисленные затраты включаются в смету, которая приведена в таблице 15.

Таблица 15 - Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИИ	2650	Пункт.8
2. Затраты на специальное оборудование для научных работ	69670.4	Пункт.9
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	30178.6	Пункт.11
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	130555.7	Пункт.10 Пункт.11

5. Отчисления во внебюджетные фонды	10902.8	Пункт.12
6. Накладные расходы	243935.2	16 % от суммы ст. 1-5
7. Бюджет затрат НТИ	1768530.4	Сумма ст. 1-6

4.4 Определение ресурсной, финансовой, 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:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (16)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – 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:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (17)$$

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 16- Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

исследования Критерии	Объект	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1. Способствует росту производительности труда пользователя		0,1	2	5	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)		0,15	2	5	4

3. Помехоустойчивость	0,15	3	5	4
4. Энергосбережение	0,20	5	3	3
5. Надежность	0,25	5	3	3
6. Материалоемкость	0,15	4	4	4
ИТОГО	1	3,8	3,95	3,55

$$I_{p-ucn1} = 2 * 0.1 + 2 * 0.15 + 3 * 0.15 + 5 * 0.2 + 5 * 0.25 + 4 * 0.15 = 3.8$$

$$I_{p-ucn2} = 5 * 0.1 + 5 * 0.15 + 5 * 0.15 + 3 * 0.2 + 3 * 0.25 + 4 * 0.15 = 3.95$$

$$I_{p-ucn3} = 4 * 0.1 + 4 * 0.15 + 4 * 0.15 + 3 * 0.2 + 3 * 0.25 + 4 * 0.15 = 3.55$$

Таблица 17 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,5	1	0,67
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	1	0,6	0,6

Продолжение таблица 17

3	Интегральный показатель эффективности	7,6	3,95	5,29
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,92	1	1,34

Вывод:

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов разработки позволило определить сравнительную эффективность проекта, по таблице 17 наиболее целесообразный вариант исполнения 1.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1AM01	Сяо Синь

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ПМЭ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Тема дипломной работы: Разработка электронной системы управления инсулиновой помпы для непрерывного введения инсулина

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Двигатель инсулиновой помпы, схема управления, управляющий чип и алгоритм и программа инсулиновой помпы. Используется для разработки общей системы управления инсулиновой помпой.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства 	<p>1. Вредные факторы:</p> <p>1.1 Недостаточная освещенность;</p> <p>1.2 Нарушения микроклимата, оптимальные и допустимые параметры;</p> <p>1.3 Шум, ПДУ, СКЗ, СИЗ;</p> <p>1.4 Повышенный уровень электромагнитного излучения, ПДУ, СКЗ, СИЗ;</p> <p>1.5 Наличие токсикантов, ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ;</p> <p>2. Опасные факторы:</p> <p>2.1 Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R_{заземления}, СКЗ, СИЗ; Проведен расчет освещения рабочего места; представлен рисунок размещения светильников на потолке с размерами в системе СИ;</p> <p>2.2 Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки</p>

<p>защиты;</p> <ul style="list-style-type: none"> – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	<p>огнетушителей, их назначение и ограничение применения; Приведена схема эвакуации.</p>
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Наличие промышленных отходов (бумага-черновики, вторцвет- и чермет, пластмасса, перегоревшие люминесцентные лампы, оргтехника, обрезки монтажных проводов) и способы их утилизации;</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>Рассмотрены 2 ситуации ЧС:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) природная – сильные морозы зимой, (аварии на электро-, тепло-коммуникациях, водоканале, транспорте); 2) техногенная – несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (возможны проявления вандализма, диверсии, промышленного шпионажа), представлены мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке 	<p>ГОСТы, СанПиНф, СНиПы, СНы;</p>

рабочей зоны.	
---------------	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Сечин.А.И.	Д.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1АМ01	Сяо Синь		

5. Социальная ответственность

Введение:

Социальная ответственность - ответственность отдельного ученого и научного сообщества перед обществом. Первостепенное значение при этом имеет безопасность применения технологий, которые создаются на основе достижений науки, предотвращение или минимизация возможных негативных последствий их применения, обеспечение безопасного как для испытуемых, как и для окружающей среды проведения исследований.

Магистерская работа по Разработке прототипа инсулиновой помпы для лечения сахарного диабета. Разработка программы велась исключительно при помощи компьютера, сферы применения разработки очень широки. Данный раздел посвящен анализу вредных и опасных факторов производственной среды для операторов ПЭВМ и, в частности, которые будут использовать продукт в наиболее перспективном направлении его применения; разработке программ по минимизации воздействия вредоносного и опасного влияния выявленных факторов, а также программ по снижению вредных воздействий на окружающую среду, экономии невозобновимых ресурсов и защите в чрезвычайных ситуациях.

5.1 Производственная безопасность

5.1.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении

Проанализируем микроклимат в помещении, где находится рабочее место. Микроклимат производственных помещений определяют следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха. Эти факторы влияют на организм человека, определяя его самочувствие.

Оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата приведены в таблице 18 и 19

Таблица 18 - Оптимальные нормы микроклимата

Период года	Температура воздуха, С°	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	19-23	40-60	0.1
Теплый	23-25		0.1

Таблица 19 - Допустимые нормы микроклимата

Период года	Температура воздуха, С°		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
	Нижняя допустимая граница	Верхняя допустимая граница		
Холодный	15	24	20-80	<0.5
Теплый	22	28	20-80	<0.5

Температура в теплый период года 23-25°С, в холодный период года 19-23°С, относительная влажность воздуха 40-60%, скорость движения воздуха 0,1 м/с.

Общая площадь рабочего помещения составляет 42 м^2 , объем составляет 147 м^3 . По СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 санитарные нормы составляют $6,5\text{ м}^2$ и 20 м^3 объема на одного человека. Исходя из приведенных выше данных, можно сказать, что количество рабочих мест соответствует размерам помещения по санитарным нормам.

После анализа габаритных размеров рассмотрим микроклимат в этой комнате. В качестве параметров микроклимата рассмотрим температуру, влажность воздуха, скорость ветра.

В помещении осуществляется естественная вентиляция посредством наличия легко открываемого оконного проема (форточки), а также дверного проема. По зоне действия такая вентиляция является общеобменной. Основным недостатком - приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания. Согласно нормам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 объем воздуха необходимый на одного человека в помещении без дополнительной вентиляции должен быть более 40 м^3 [1]. В нашем случае объем воздуха на одного человека составляет 42 м^3 , из этого следует, что дополнительная вентиляция не требуется. Параметры микроклимата поддерживаются в холодное время года за счет систем водяного отопления с нагревом воды до 100°C , а в теплое время года – за счет кондиционирования, с параметрами согласно [2]. Нормируемые параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержания вредных веществ должны соответствовать требованиям [3].

5.1.2 Превышение уровней шума

Одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов является шум. Он создается рабочим оборудованием, преобразователями напряжения, рабочими лампами дневного света, а также проникает снаружи. Шум вызывает головную боль, усталость, бессонницу или сонливость, ослабляет внимание, память ухудшается, реакция уменьшается.

Основным источником шума в комнате являются компьютерные охлаждающие вентиляторы и. Уровень шума варьируется от 35 до 42 дБА. Согласно СанПиН 2.2.2 / 2.4.1340-03, при выполнении основных работ на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 82 дБА [4].

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть средства индивидуальной защиты(СИЗ) и средства коллективной защиты (СКЗ) от шума.

Средства коллективной защиты:

1. устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
2. изоляция источников шума от окружающей среды (применение глушителей, экранов, звукопоглощающих строительных материалов);
3. применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

Средства индивидуальной защиты;

применение спецодежды и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

5.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений

Источником электромагнитных излучений в нашем случае являются дисплеи ПЭВМ. Монитор компьютера включает в себя излучения рентгеновской, ультрафиолетовой и инфракрасной области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 напряженность электромагнитного поля по электрической составляющей на расстоянии 50 см вокруг ВДТ не должна превышать 25В/м в диапазоне от 5Гц до 2кГц, 2,5В/м в диапазоне от 2 до 400кГц [1]. Плотность магнитного потока не должна превышать в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц 250нТл, и 25нТл в диапазоне от 2 до 400кГц. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500В [1]. В ходе работы использовалась ПЭВМ типа Acer VN7-791 со следующими характеристиками: напряженность электромагнитного поля 2,5В/м; поверхностный потенциал составляет 450 В (основы противопожарной защиты предприятий ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.010 – 76.)[5].

При длительном постоянном воздействии электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона при работе на ПЭВМ у человеческого организма сердечно-сосудистые, респираторные и нервные расстройства, головные боли,

усталость, ухудшение состояния здоровья, гипотония, изменения сердечной мышцы проводимости. Тепловой эффект ЭМП характеризуется увеличением температуры тела, локальным селективным нагревом тканей, органов, клеток за счет перехода ЭМП на теплую энергию.

Предельно допустимые уровни облучения (по *ОСТ 54 30013-83*):

- а) до 10 мкВт/см² , время работы (8 часов);
- б) от 10 до 100 мкВт/см² , время работы не более 2 часов;
- в) от 100 до 1000 мкВт/см² , время работы не более 20 мин. при условии пользования защитными очками;
- г) для населения в целом ППМ не должен превышать 1 мкВт/см².

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

СКЗ

1. защита временем;
2. защита расстоянием;
3. снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
4. экранирование источника;
5. защита рабочего места от излучения;

СИЗ

1. Очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при

кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.

2. Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова (SnO_2).

5.1.4 Поражение электрическим током

К опасным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50 Гц. По опасности электропоражения комната относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует повышенная влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного сприкосновения токоведущих элементов с заземленными металлическими корпусами оборудования [6].

Лаборатория относится к помещению с без повышенной опасностью поражения электрическим током. Безопасными номиналами являются: $I < 0,1 \text{ А}$; $U < (2-36) \text{ В}$; $R_{\text{зазем}} < 4 \text{ Ом}$. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Каждому необходимо знать меры медицинской помощи при поражении электрическим током. В любом рабочем помещении необходимо иметь медицинскую аптечку для оказания первой медицинской помощи.

Поражение электрическим током чаще всего наступает при небрежном обращении с приборами, при неисправности электроустановок или при их повреждении.

Для освобождения пострадавшего от токоведущих частей необходимо использовать непроводящие материалы. Если после освобождения пострадавшего из-под напряжения он не дышит, или дыхание слабое, необходимо вызвать бригаду скорой медицинской помощи и оказать пострадавшему доврачебную медицинскую помощь:

- обеспечить доступ свежего воздуха (снять с пострадавшего стесняющую одежду, расстегнуть ворот);
- очистить дыхательные пути;
- приступить к искусственной вентиляции легких (искусственное дыхание);
- в случае необходимости приступить к непрямому массажу сердца.

Любой электроприбор должен быть немедленно обесточен в случае:

- возникновения угрозы жизни или здоровью человека;
- появления запаха, характерного для горячей изоляции или пластмассы;
- появления дыма или огня;

- появления искрения;
- обнаружения видимого повреждения силовых кабелей или коммутационных устройств.

Для защиты от поражения электрическим током используют СИЗ и СКЗ.

Средства коллективной защиты:

1. Заземление источников электрического тока;
2. Использование щитов, барьеров, клеток, ширм, а также заземляющих и шунтирующих штанг, специальных знаков и плакатов.

Средства индивидуальной защиты:

1. Использование диэлектрических перчаток, изолирующих клещей и штанг, слесарных инструментов с изолированными рукоятками, указатели величины напряжения, калоши, боты, подставки и коврики.

2. Освещенность

Согласно СНиП 23-05-95 в лаборатории, где происходит периодическое наблюдение за ходом производственного процесса при постоянном нахождении людей в помещении освещенность при системе общего освещения не должна быть ниже 150 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения (факел плазмы в камере с катализатором) применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 7$ м, ширина $B = 6$ м, высота = 3,5 м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1,0$ м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 150 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B, \quad (18)$$

где A – длина, м;

B – ширина, м.

$$S = 7 \times 6 = 42 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор $\rho_c = 50\%$, свежепобеленного потолка $\rho_{II} = 70\%$. Коэффициент запаса,

учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_3 = 1,5$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛД-40, световой поток которой равен $\Phi_{ЛД} = 2600$ Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1227 мм, ширина – 265 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda = 1,1$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,3$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p,$$

где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса,

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м.} \quad (19)$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 2 = 2,2 \text{ м.} \quad (20)$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{6}{2,2} = 2,72 \approx 3. \quad (21)$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{7}{2,2} = 3,2 \approx 3. \quad (22)$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 3 \cdot 3 = 9. \quad (23)$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,2}{3} = 0,7 \text{ м.} \quad (24)$$

Размещаем светильники в два ряда. На рисунке 26 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

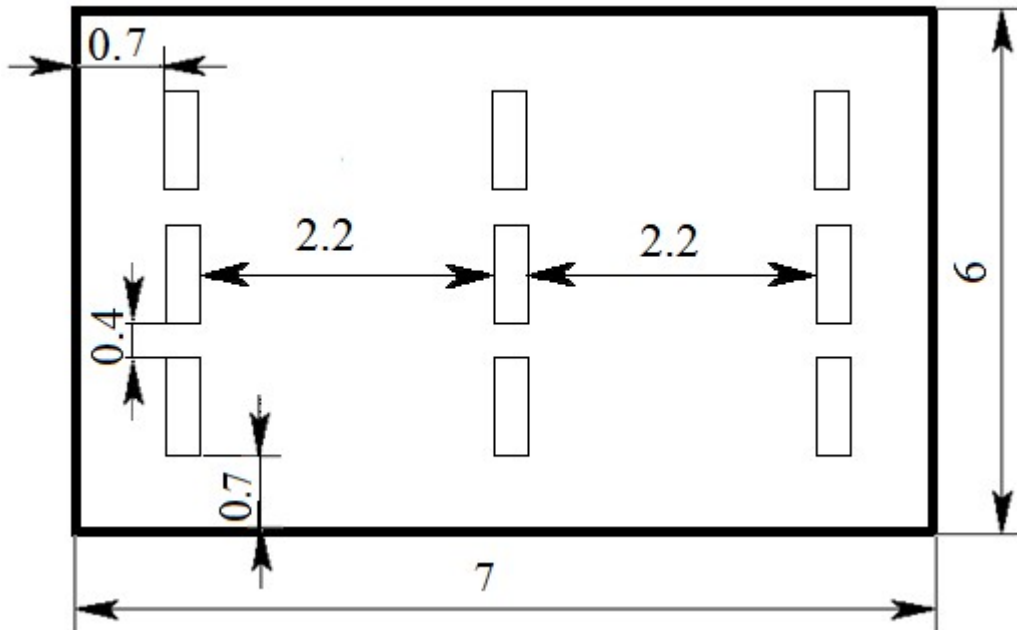


Рисунок 26 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A+B)} = \frac{7 \cdot 6}{2,0 \cdot (7+6)} = 1,6. \quad (25)$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при $\rho_{\text{П}} = 70 \%$, $\rho_{\text{С}} = 50\%$ и индексе помещения $i = 1,6$ равен $\eta = 0,47$.

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{П}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{18 \cdot 0,47} = 2457,44 \text{ лм}. \quad (26)$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%. \quad (27)$$

$$\frac{\Phi_{ЛД} - \Phi_{П}}{\Phi_{ЛД}} \cdot 100\% = \frac{2600 - 2457.44}{2600} \cdot 100\% = 5,5\% \quad (28)$$

Таким образом, мы получили, что необходимый световой поток не выходит за пределы требуемого диапазона. Теперь рассчитаем мощность осветительной установки:

$$P_{оу} = N * P_{одор} \quad (29)$$

$$P_{оу} = 18 * 40 = 720 \text{Вт} \quad (30)$$

5.1.5 Пожарная опасность

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1-В4, Г и Д, а здания на категории А, Б, В, Г и Д.

Согласно НПБ 105-03 лаборатория относится к категории В – горючие и трудно горючие жидкости, твердые горючие и трудно горючие вещества и материалы, вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых находится, не относятся к категории наиболее опасных А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудносгораемым материалам).

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000В. Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Для предупреждения пожара и взрыва необходимо предусмотреть:

1. специальные изолированные помещения для хранения и разлива легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), оборудованные приточно-вытяжной вентиляцией во взрывобезопасном исполнении - соответствии с ГОСТ 12.4.021-75 и снп 2.04.05-86;

2. специальные помещения (для хранения в таре пылеобразной канифоли), изолированные от нагревательных приборов и нагретых частей оборудования;

3. первичные средства пожаротушения на производственных участках (передвижные углекислые огнетушители ГОСТ 9230-77, пенные огнетушители ТУ 22-4720-80, ящики с песком, войлок, кошма или асбестовое полотно);

4. автоматические сигнализаторы (типа СВК-3 М 1) для сигнализации о присутствии в воздухе помещений до взрывных концентраций горючих паров растворителей и их смесей.

Лаборатория полностью соответствует требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, изображенного на рисунке 27, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

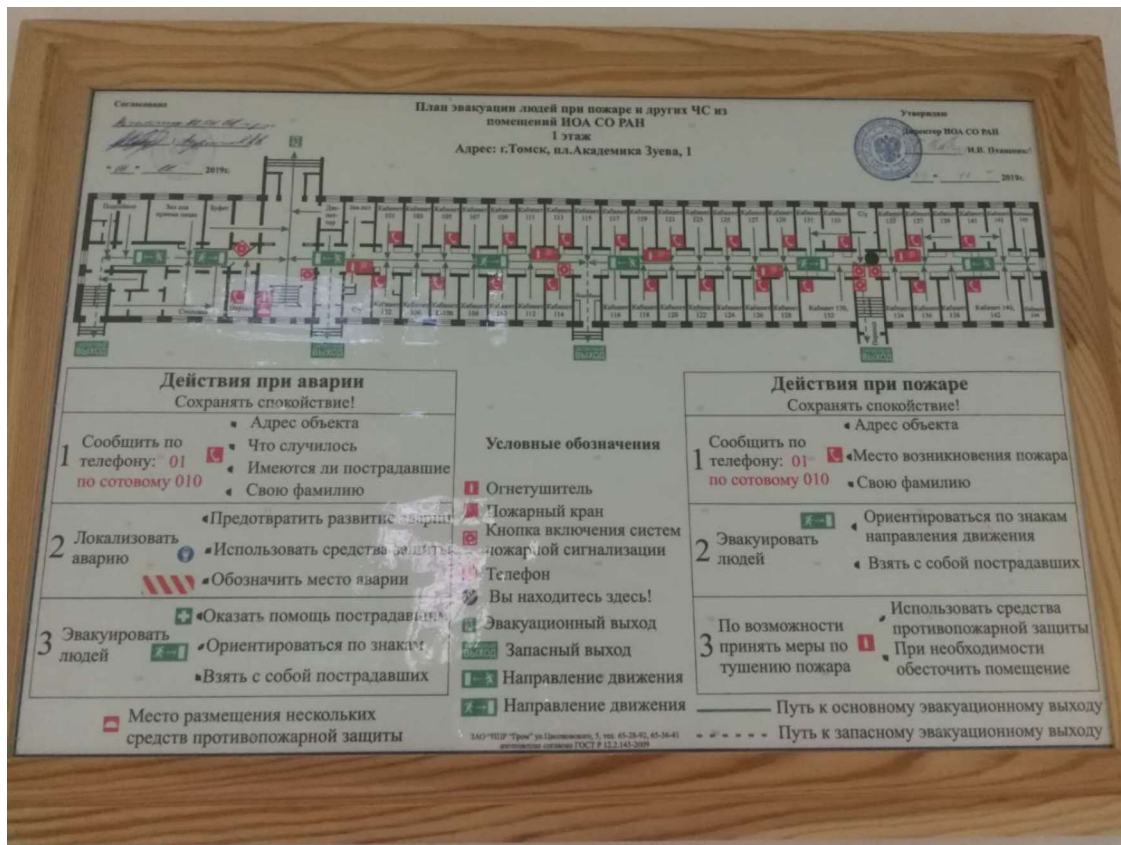


Рисунок 27 – План эвакуации

5.2 Экологическая безопасность

В компьютерах огромное количество компонентов, которые содержат токсичные вещества и представляют угрозу, как для человека, так и для окружающей среды.

К таким веществам относятся:

- свинец (накапливается в организме, поражая почки, нервную систему);
- ртуть (поражает мозг и нервную систему);
- никель и цинк (могут вызывать дерматит);

- щелочи (прожигают слизистые оболочки и кожу);

Поэтому компьютер требует специальных комплексных методов утилизации.

В этот комплекс мероприятий входят:

- отделение металлических частей от неметаллических;
- металлические части классифицируют (сталь, медь, алюминий), минимизируют по объему, упаковывают, хранят на складе до накопления до 1 транспортной единицы и потом направляют на соответствующий металлургический передел;
- неметаллические части компьютера (пластик) измельчают, также накапливают объем до 1 транспортной единицы и направляют в дорожно-строительную фирму в качестве пластифицирующей добавки дорожно-строительной смеси;

Измельченные в гранулы остатки компьютеров подвергаются сортировке.

Сначала с помощью магнитов извлекаются все железные части. Затем приступают к выделению цветных металлов, которых в ПК значительно больше.

Алюминий и медь также отделяют вручную. После измельчения эти металлы разделяют гравитационным способом, упаковывают и направляют на соответствующие металлургические переделы.

Исходя из сказанного выше перед планированием покупки компьютера необходимо:

- Побеспокоится заранее о том, каким образом будет утилизирована имеющаяся техника, перед покупкой новой.

- Узнать насколько новая техника соответствует современным эко-стандартам и примут ее на утилизацию после окончания срока службы.

Утилизировать оргтехнику, а не просто выбрасывать на «свалку» необходимо по следующим причинам:

Во-первых, в любой компьютерной и организационной технике содержится некоторое количество драгоценных металлов. Российским законодательством предусмотрен пункт, согласно которому все организации обязаны вести учет и движение драгоценных металлов, в том числе тех, которые входят в состав основных средств. За несоблюдение правил учета, организация может быть оштрафована на сумму от 20000 до 30000 руб. (согласно ст. 19.14. КоАП РФ);

Во-вторых, предприятие также может быть оштрафовано за несанкционированный вывоз техники или оборудования на «свалку»;

Стадия утилизации, утилизируя технику мы заботимся об экологии: количество не перерабатываемых отходов минимизируется, а такие отходы, как пластик, пластмассы, лом черных и цветных металлов, используются во вторичном производстве. Электронные платы, в которых содержатся драгметаллы, после переработки отправляются на аффинажный завод, после чего чистые металлы сдаются в Госфонд, а не оседают на свалках.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Природная чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории или акватории, сложившейся в результате возникновения источника природной чрезвычайной ситуации, который может повлечь или повлек за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют.

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. Повышение противоскольжения транспортных средств. Необходимо учитывать противоскользящую способность движения зимой во избежание аварий. Обеспечить отпуск электроэнергии в холодных условиях. Можно зарезервировать небольшие

генераторы для самостоятельного использования для обеспечения электроснабжения. Увеличьте количество обогревателей, таких как электрические обогреватели и т. Д.

В лаборатории наиболее вероятно возникновение чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного характера.

ЧС техногенного характера — это ситуации, которые возникают в результате производственных аварий и катастроф на объектах, транспортных магистралях и продуктопроводах; пожаров, взрывов на объектах.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:

5.4.1 Организационные мероприятия обеспечения безопасности

Для обеспечения безопасности перед началом работы необходимо , п одготовить для работы необходимый инструмент и приспособления, пригот

овить рабочий стол. Также необходимо проверить отсутствие внешних повреждений электрооборудования, наличие и исправность контрольных, измерительных и сигнальных приборов, компьютера, тумблеров, переключателей и т.п. При выявлении неисправностей, не допускается проводить ремонт самостоятельно, необходимо доложить руководителю лаборатории.

Запрещается приступать к работе, если персонал не прошел в установленном порядке обучение и проверку знаний безопасности труда.

Работа с установкой должна производиться в чистом помещении, свободном от пыли, паров, кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающий коррозию.

После окончания работы с установкой необходимо выйти из программы, отключить питание компьютера.

Заключение

В этой работе я проанализировал прикладную систему управления инсулиновой помпой, объяснил принцип работы инсулиновой помпы, выбрал двигатель инсулиновой помпы, проанализировал ее систему управления, составил алгоритм программы и написал на ней код. Основа, Программа для микроконтроллера AT89C51.

Эта работа еще долгое время будет иметь практическое значение, так как позволит больным сахарным диабетом улучшить качество своей жизни.

Большинство инсулиновых насосов в настоящее время не производятся в России, мы должны разработать собственные инсулиновые насосы и улучшить их.

Технология инсулиновой помпы с ее уникальными преимуществами быстро стала основной в области лечения сахарного диабета, а также набирает большую популярность, как более приемлемое устройство для лечения людей с заболеванием сахарный диабет как для пациентов, так и для врачей. Этот современный метод лечения хорошо контролируется, значительно улучшая состояние здоровья и качество жизни пациентов с диабетом. Но на данный момент инсулиновая помпа является достаточно дорогим продуктом с большим количеством недоработок (основной недостаток – помпа не является автономной, т.е. пациенту каждый раз необходимо делать замер глюкозы перед использованием помпы). В работе представлена попытка создания прототипа

инсулиновой помпы, для людей, страдающих сахарным диабетом, с целью сделать ее автономной (сама помпа производит забор крови), а также удешевления этого продукта на Российском рынке.

При разработке инсулиновой помпы, мы только рисуем структурную схему и выбрать типа частей схеме, так как времени и деньги мало, ещё несколько работы мы не сделаем:

1. базальная скорость инсулина инфузионных насосов и алгоритм высокой дозы должна быть дополнительно улучшена
2. Можно делать включатель как ключ машине, чтобы удобнее.
3. Можно делать ЖК—экран, чтобы лучше разговаривать между помпы и человека.

Список использованных источников

1. Мед портал. Сахарный диабет[Электронный ресурс] / - Электрон. URL: <http://medportal.ru/enc/endocrinology/Diabetsaharnyj/>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус., англ. Дата обращения: 11.02.2022 г.
2. Сахарный диабет: виды, симптомы и профилактика заболевания. Лекарственный справочник №5 22/04/2014 [Электронный ресурс] / -Электрон. URL: http://www.aif.ru/health/leksprav/saharnyy_diabet_vidy_simptomy_i_profilaktika_zabolevaniya, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус., англ. Дата обращения: 17.02.2022 г.
3. Всемирная организация здравоохранения. Диабет. [Электронный ресурс] / -Электрон. URL: <http://www.who.int/diabetes/ru/>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус., англ. Дата обращения: 17.02.2022 г.
4. Все о диабете. Инсулиновая помпа при сахарном диабете. [Электронный ресурс] / - Электрон. URL: <http://adiabetic.ru/lechenie/pompa-pri-saxarnomdiabete.html>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус., англ. Дата обращения: 25.02.2022 г.
5. ИНСУЛИНОВАЯ ПОМПА - УСТАНОВКА, ВИДЫ, ПРИМЕНЕНИЕ[Электронный ресурс] / - Электрон. URL: <http://www.liveinternet.ru/users/4455035/post391122547>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус., англ. Дата обращения: 09.03.2022 г.
6. Дедов И.И. Инсулиновая помпа./И.И. Дедов, В.А. Петеркова. // Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - Р. 126 с

7. Medtronic. Почему инсулиновая помпа лучше инъекций[Электронный ресурс] / - Электрон. URL: <http://www.medtronicdiabetes.ru/giperqlikemija.2520.html>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус., англ. Дата обращения: 11.03.2022 г.

8. Жизнь с диабетом. Неинвазивные глюкометры – облегчение для диабетиков. [Электронный ресурс] / - Электрон. URL: <http://sdiabetom.ru/glyukometry/neinvazivnye-glyukometry.html>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус., англ. Дата обращения: 19.03.2022 г.

9. Омелон. [Электронный ресурс] / - Электрон. URL: <http://www.omelon.ru/>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус., англ. Дата обращения: 19.03.2022 г.

10. Неинвазивные глюкометры без забора крови (Омелон, Glucotrack): отзывы, инструкции. [Электронный ресурс] / - Электрон. URL: <http://diabethelp.org/izmeryaem/neinvazivnyj-glyukometr.html#i-2>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус., англ. Дата обращения: 25.03.2022 г.

11. Тест – полоска. Неинвазивный глюкометр GlucoTrack DF-F получил маркировку CE. [Электронный ресурс] / - Электрон. URL: <http://www.testpoloska.ru/novosti/neinvazivnyy-glyukometr-glucotrack-df-f-poluchil-markirovku-ce/>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус., англ. Дата обращения: 25.03.2022 г.

12. Тамаева Т.И. Symphony tCGM System – неинвазивный глюкометр /неинвазивный CGMS. [Электронный ресурс] / - Электрон.

URL:<https://moidiabet.ru/news/symphony-tcgm-system-neinvazivnii-gljukometrnein-vazivnii-cgms>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус., англ. Дата обращения: 25.03.2022 г.

13. Андрианова Е.А. Использование препаратов инсулина ультракороткого действия в инсулиновых помпах. / Е.А. Андрианова . // Издательство Томского политехнического университета. -2012. - Vol.33, №6. -Р. 213:1-213:12

14. Современная классификация инсулинов . [Электронный ресурс] / - Электрон. URL: http://www.spruce.ru/internal/endocrinology/diabetes/insulin_04.html, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус., англ. Дата обращения: 26.03.2022 г.

15. Бирюкова Е.В. Эффективный и безопасный контроль гликемии спомощью инсулина глулизин. /Е.В. Бирюкова // Издательство Томского политехнического университета. -2012. - Р. 156 с

16. Бирюкова Е.В. Эффективный и безопасный контроль гликемии с помощью инсулина Апидра – залог успешной профилактики сосудистых осложнений сахарного диабета. /Е.В. Бирюкова, Гарбузова М.А. // Издательство Томского политехнического университета. -2013. - Р. 203с

17. Стотикова О.В. Опыт применения инсулина Апидра в помповой терапии сахарного диабета./ О.В. Стотикова, Е.С. Дёмина, О.А. Линева// Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - Р. 258 с

18. Diabet-med.com. Ультракороткий инсулин Хумалог, НовоРапид и Апидра. Человеческий короткий инсулин. . [Электронный ресурс] / - Электрон. URL: <http://diabet-med.com/xumalog-novorapid-apidra/>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус., англ. Дата обращения: 02.04.2022 г.

19. Опыт применения аналога человеческого инсулина ультракороткого действия НовоРапид (Аспарт) у детей./ В.А. Петеркова, Т.Л. Кураева, ЕЛ. Андрианова. Л. Н. Щербачева. В.П. Максимова. Е.В. Титович. // Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2003. - Vol.21, №3. – P.467-475с

20. ГОСТ 12.0.003–74.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М: Стандартиформ, 1986. – 12 с

21. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному,искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.

22. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.

23. СанПиН2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – М.:Минздрав России, 1997.

24. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – М.:Минздрав России, 2003.

25. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Общие требования безопасности. – М.: Издательство стандартов, 2002. – 13 с.
26. СанПиН 23-03-2003. Защита от шума. – М.: Госстрой России, 2004.
27. СанПиН 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. – М.: Госстрой России, 2011.
28. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда (ССБТ) –М.: Стандартиформ, 2008. – 25 с.
29. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. –М.: Стандартиформ, 2013. – 17 с.
30. ГОСТ 12.1.009-76 межгосударственный стандарт система стандартов безопасности труда. –М.: Стандартиформ, 2011. – 29 с.
31. ГОСТ 17.4.3.04-85. Охраны природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения. –М.: Стандартиформ, 2012. – 14 с.

Приложение А

(справочное)

Development of an electronic insulin pump control system for continuous insulin delivery

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1AM01	Сяо Синь		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Г.В. Арышева	к. т. н		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Кобзева Н. А.	к. п. н		

Introduction

Diabetes is a metabolic disorder characterized by high blood sugar levels. Hyperglycemia, which occurs due to defects in insulin secretion or the action of biological damage, or both, leads to a range of chronic damage in the body, particularly the eyes, kidneys, heart, blood vessels, nerves, etc. However, diabetes is treatable. Currently, the most common treatment is external insulin injection, by supplemental insulin administration, to regulate glucose homeostasis in patients [1-5].

Generally, external injection is difficult for humans, and has several disadvantages:

- people are often busy with many things, so they can forget to inject insulin;
- a person can rush and take insulin injections ahead of time (or vice versa - be late);

It is difficult for people to accurately calculate the amount of insulin to inject.

And this is only a part of the existing shortcomings! Every day, people with diabetes experience great suffering, which leads to a sharp decline in the quality of life. For this reason, scientists have invented the insulin pump, which is a new smart tool. In other words, an insulin pump will replace a person's self-injection, i.e. get rid of the negative impact of the human factor.

Thus, the purpose of this research work is: to develop an electronic insulin pump control system for continuous insulin administration.

To achieve this goal, it is necessary to perform the following tasks:

1. Select a mathematical model for determining the dose of insulin;

2. Create an algorithm for the operation of the control system for the continuous administration of insulin with the ability to transfer data to the user's smartphone via Bluetooth;
3. Develop a block diagram of the insulin pump control system;
4. Develop a schematic diagram of the insulin pump control system;
5. Program the microcontroller according to the developed working algorithm that controls the flow of insulin into the biological object, as well as the transfer of the received data to the user's smartphone.
6. Develop a layout of the automated insulin pump control system.

1. The Insulin Pump: A New Smart Tool in Diabetes Management

1.1 Recent developments in insulin pump therapy

The main purpose of the insulin pump is to keep the secretory function of the pancreas according to the needs of the human body and continuously inject insulin under the human skin to maintain stable blood sugar levels throughout the day to combat diabetes.

An insulin pump consists of an electronically controlled pump, a small syringe, and an infusion tube (Figure 1) [6] The small syringe contains 3 milliliters of insulin. After loading the syringe into the pump, the guide needle of the infusion tube is inserted into the subcutaneous tissue (abdominal wall) of the patient. The battery-powered insulin pump motor then moves the plunger of the syringe to deliver the insulin into the human body [7].

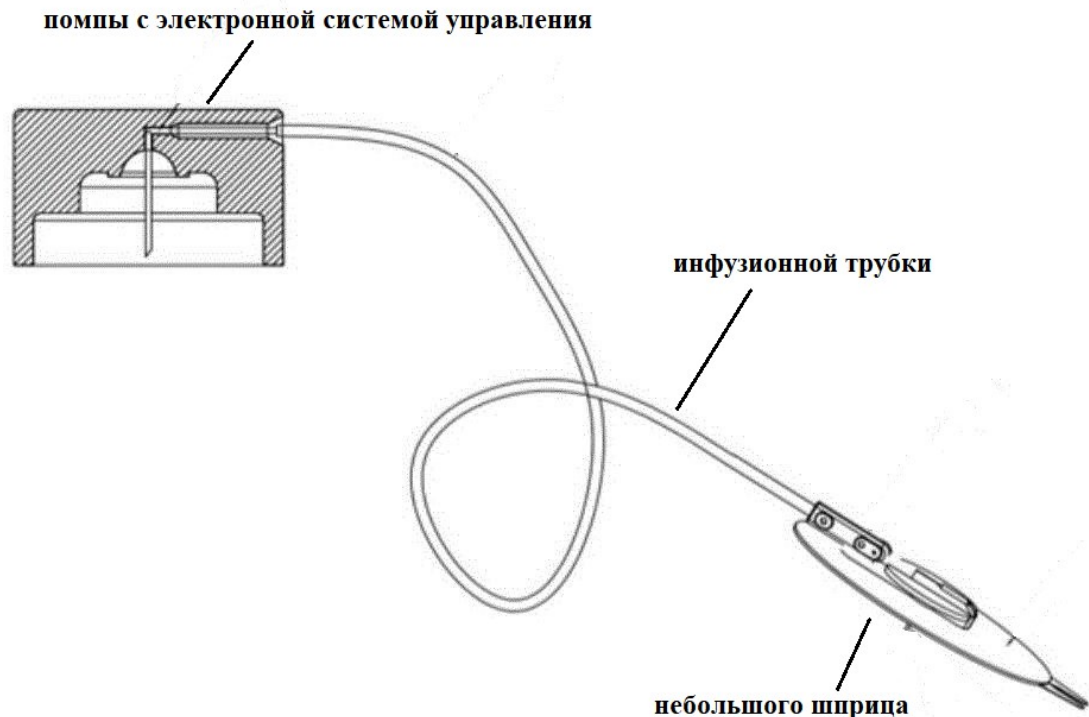


Figure 1 - Simplified block diagram of an insulin pump [8]

Insulin pumps are divided into two types according to the way they are worn: catheter-type insulin pumps and patch-type insulin pumps.

1) Catheter-type insulin pump [9].

Catheter pumps primarily use pipelines to deliver drugs. The pump body is mainly attached to the waist and can be controlled by remote control.

Advantages:

1. Reducing the occurrence of nocturnal hypoglycemia and hyperglycemia in the early morning, normalizes fasting blood sugar and daytime blood sugar levels, and reduces the amount of insulin during the day.

2. There is no need to inject several times a day.

3. Reduces the amount of insulin before meals, prevents the overlapping effects of high doses of short-acting and intermediate-acting insulin in the body after injection, and reduces the occurrence of hypoglycemia.

Flaws:

2. The insulin pump must be carried with you, except for special circumstances such as swimming, in which you can remove the pump, which leads to great limitations in life.

2. Insulin pumps sometimes have mechanical failures, blocked catheters, soft bending of the needle, etc. Although this is very unlikely, it can still happen.

3. The insulin pump is secured with tape, which can be a problem for people prone to skin allergies.

2) Insulin pump patch:

The patch pump can be directly attached to the skin without a delivery device, and the infusion can be controlled wirelessly [10]. It is divided into disposable type and dressing change type.

Advantages:

1. Higher infusion accuracy with many safety features.

2. There is no traditional infusion catheter, which frees the patient from the inconvenience of tangled tubing, and greatly improves wearing comfort and freedom of life.

3. The size and weight are greatly reduced, comfortable to wear and good privacy.

Flaws:

1. There is no pipeline, so it is more in contact with the skin, which is very inconvenient especially if a person sweats a lot, such as in hot weather.
2. The attachment site must be changed every two days, otherwise the drug is poorly absorbed.
3. If you lose the built-in remote control, you will not be able to control your pump [11].

An electronic control system for a catheter-type insulin pump is being developed in this work. It is used by a lot more people. The current control system can only administer drugs on time, but now it can be administered based on the concentration of glucose in the blood. Moreover, the data obtained on the content of glucose in the blood and the amount of insulin administered can be sent to the smartphone of the patient and/or medical institution.

1.2 Choosing a mathematical model for determining the dose of insulin

Basic mode of administration.

The basal regimen of administration is usually given slowly at an average of 1.5 hours or 4-12 hours at peak blood sugar levels. The duration of action is 18-24 hours [12]. The risk of hypoglycemia is lower than with the bolus regimen. It provides a daily basal insulin dosage with a daily breakfast. Subcutaneous injection 0.5 to 1 hour before meals, if the daily dose exceeds 40 units, the injection should be divided into 2

times, 2/3 of the daily dose before breakfast and 1/3 of the daily dose before dinner. In addition, the basal regimen is often used in intensive insulin treatment programs at bedtime to control blood sugar levels at night and blood sugar levels in the early morning.

When the blood glucose concentration is less than 11.2 mmol/L but greater than 6.1 mmol/L, the basal regimen is used.

The insulin dosage formula for the basic regimen of administration [12]:

$$K = \frac{(i-5.6\text{mmol/L})}{11.1} * 0.6G, \quad (1)$$

where K is the dosage of insulin,

ii-concentration of glucose in the blood,

G - Patient's weight.

Fast injection mode. The time of onset of action after subcutaneous injection is 10-20 minutes, the maximum time of action is 1-3 hours after injection, and the hypoglycemic effect lasts 3-5 hours. Compared with conventional insulin, it is more consistent with the physiological regimen of insulin secretion. The injection before meals is rapidly absorbed compared to regular insulin. The bolus mode is 3 times faster and has a short peak time, which allows you to more effectively control blood sugar levels after a meal. It should be noted that carbohydrates should be consumed within 10 minutes after taking the medication, otherwise it will cause hypoglycemia.

When the blood glucose concentration exceeds 11.2 mmol/L, the fast administration mode is used.

Insulin dosing formula for fast administration regimen [12]:

$$K = \frac{(i-5.6\text{mmol/L})}{11.1} * 0.8G, \quad (2)$$

where K is the dosage of insulin;

i-Concentration of glucose in the blood;

G-Weight of the patient;

In this work, the basal mode of administration was chosen as the object of study, because the basal mode of administration is more suitable for general situations. And the correct use of the basal mode of administration avoids the bolus mode of administration.

Bolus Calculation: The microcontroller program can calculate the dose of the next insulin injection. The user enters the amount of carbohydrates consumed, and the program calculates the required dose of insulin.

Alerts: The pump tracks various activities throughout the day. If the expected operation does not occur, a signal is sent to the user.

Touch bolus: This button is used for visually impaired people. This feature is based on an audible alert system that confirms the bolus settings to the user. Depending on the brand, this feature is described as "sensory", "light", or "sound" drug delivery.

Glucose Meter Integration: You can enter your blood glucose data into your pump and the microcontroller will use that data to calculate your next insulin bolus. Some pumps support meter and insulin pump compatibility [13].

1.3 Data transfer from the insulin pump to the user's smartphone via

Bluetooth

Consider the integration of a data transmission system from the electronic control system of an insulin pump for blood glucose and the amount of insulin administered to a smartphone of a patient and / or a medical institution. You can use Bluetooth to transfer data from your insulin pump to your smartphone.

Bluetooth is a wireless technology that allows devices to communicate over short distances (<10 m) [14]. Bluetooth wireless technology can facilitate communication between end devices, making data transfer more convenient and faster, and expanding the range of wireless applications. Bluetooth supports distributed network structure technology, fast frequency hopping and short packet technology, supports point-to-point and multipoint communication, uses time division duplex to achieve full duplex communication, and operates in the 2.4GHz frequency band, which belongs to the global ISM frequency band (i.e. industrial, scientific, medical), so it can be used directly without registration. As a low-cost short-range wireless communication standard, Bluetooth is a joint development of five companies: Ericsson, IBM, Intel, Nokia, and Toshiba as a global wireless technology standard [16]. At present, Bluetooth is widely used in the following fields: mobile phones and peripherals, laptops and peripherals, PDA (personal digital assistant) and peripherals, information devices, network access points, automobiles, electronic products, industrial control products.

Through Bluetooth data transmission, insulin pump infusion data and acquired blood glucose data can be shared with patients and physicians, and the corresponding data can also be copied via a Bluetooth-enabled smartphone. This allows analysis of changes in blood sugar levels to monitor the condition more accurately and in a timely manner, and also gives doctors a reliable basis for diagnosing the condition. In addition, the insulin pump settings can also be configured via a smartphone, making operation more convenient and faster. Due to the extremely low power consumption of Bluetooth technology, wireless data transmission can be carried out over a short distance, which can completely replace the previous complex wired communication system. In addition, Bluetooth technology has the advantages of flexibility, convenience, and low cost, so its use on smartphones is also very common.

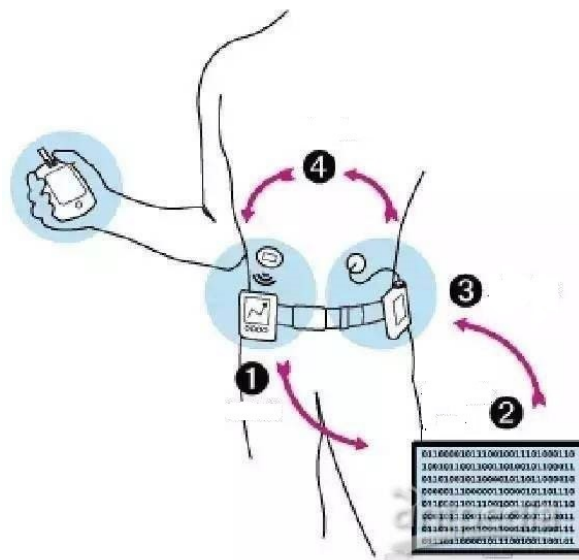


Figure 2 - Diagram of Bluetooth on an insulin pump[13]

2. Results and discussion

2.1 Analysis of the motor control circuit

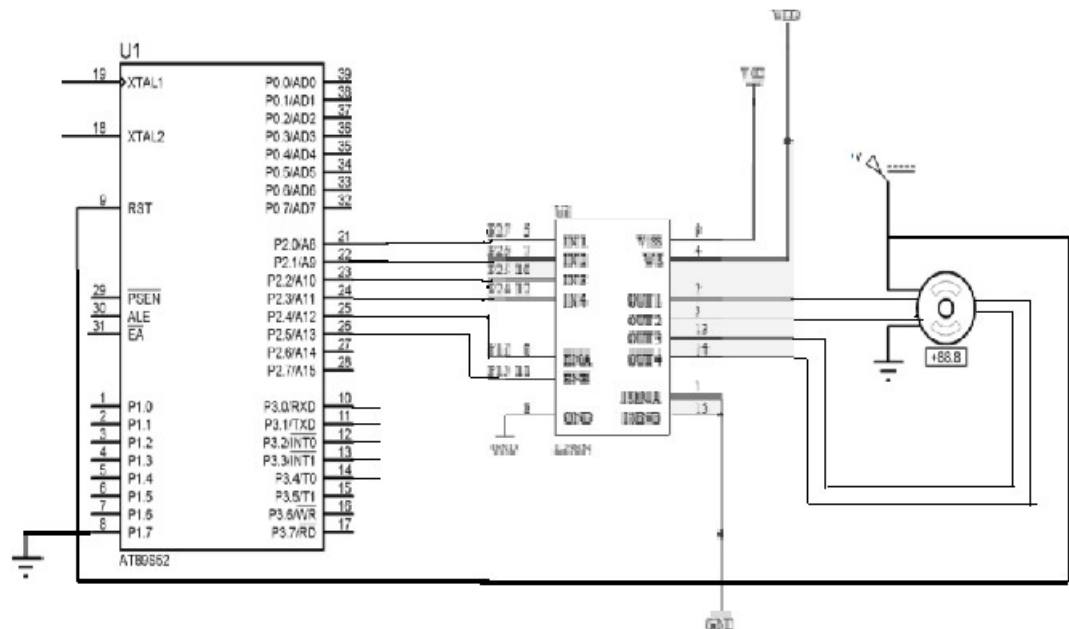


Figure 3 - Engine control circuit

Motor forward rotation or reverse rotation control via AT89C51 microcontroller.

Forward and backward rotation of the motor is implemented by changing the phases of the control signals at the output of the microcontroller.

2.2 Analysis of Bluetooth module control scheme

The Bluetooth module is a communication module that communicates with the acquisition module and the transmission module. The Bluetooth module is

integrated into the acquisition module and the transmission module, the slave module is integrated into the acquisition module, and the main module is integrated into the transmission module. The hardware of the master and slave modules is the same, but the firmware is different, so the master module can initiate the connection, and the slave module can only search. Its integrated circuit is shown in Figure 10: A voltage regulator R1114 has been added to the circuit, which expands the input voltage range (4.75-10V), and also maintains a level of 3.3V. The LED indicator indicates the working status of the Bluetooth module, flashing means it is in pairing, steady means pairing is successful, after pairing is successful, the main unit saves the settings in memory, and the next pairing is automatic. Second module. The memory can be reset by pressing the S1 button, and the S1 button only affects the main module. The HC-06 main module is manufactured by Huicheng, a Chinese information technology company, which provides a complete Bluetooth solution. Support Bluetooth 2.0 with EDR, transmission rate 2Mbps-3Mbps, built-in 2.4GHz antenna, external flash memory 8Mbps, low voltage supply 3.3V, Bluetooth power level class 2. Using adaptive frequency technology modulation, it has strong anti-interference ability. Using CSR BC417143B bluetooth chip technology, it belongs to the wireless single chip, supports 2.4GHz Bluetooth integrated circuit and its external extended 8Mbit flash memory, when using the Bluetooth CSR software stack, it can provide data that is fully compatible with Bluetooth V2.0 or voice communication. The hardware architecture and physical objects are shown in Figure 11. This module, combined with the Bluetooth serial port firmware, mainly uses its UART port for data

transmission. Figure 11 shows that module pins 1 and 2 are TTL-level UART send and receive ports that can directly communicate with the corresponding TXD and RXD in the microcontroller.

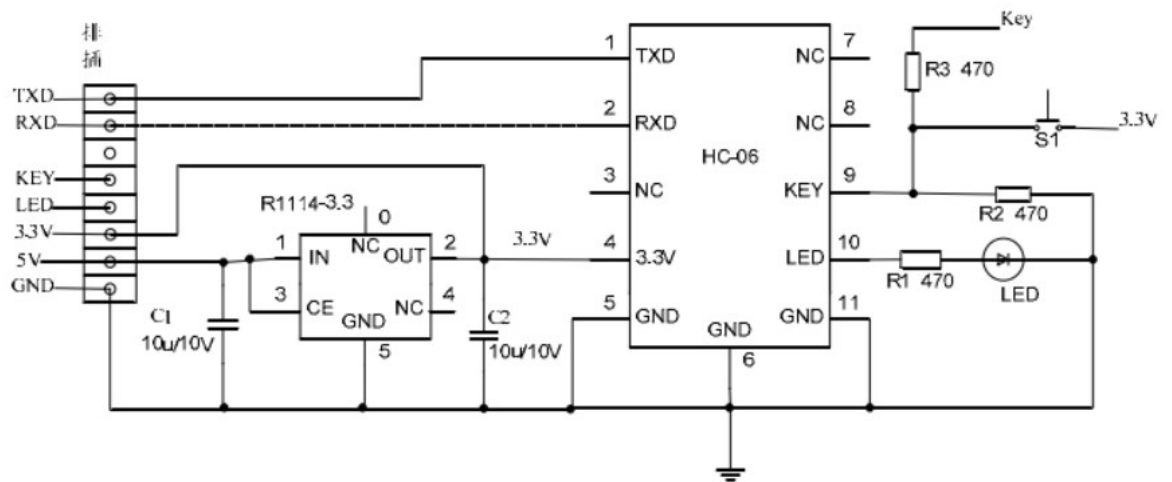


Figure 4 - Diagram of the Bluetooth module

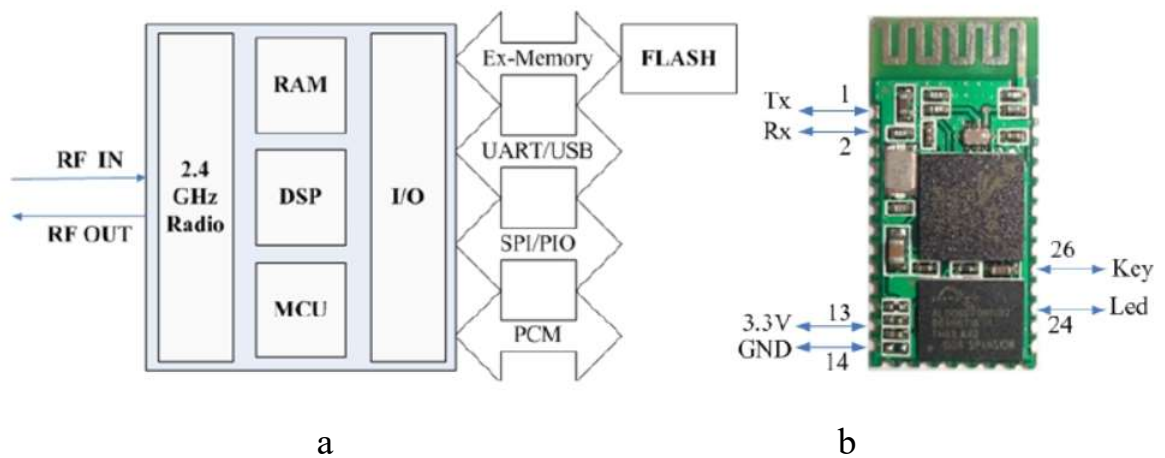


Figure 5 - HC-06 architecture (a) and module design (b)

2.3 Keyboard block

Based on the ability to perform basic functions, the design of the keys is carried out in accordance with the principle that the number of keys should be as

small as possible. The control panel has four buttons: + (number up key), - (number down key), SEL (menu selection key), and ACT (menu definition key). These four buttons have the following function:

(1) "+" key: adds 1 to the current set value (edit bit)

(2) The value of the "-" key is exactly the opposite of the value of the "plus" key, and the current set value (edit bit) is decremented by one.

(3) "SEL" button: mode selection button, and at the same time, it combines with "ACT" to form an unlock button.

(4) "ACT" button: The "OK" button in the menu is equivalent to the "Enter" button on the computer keyboard.

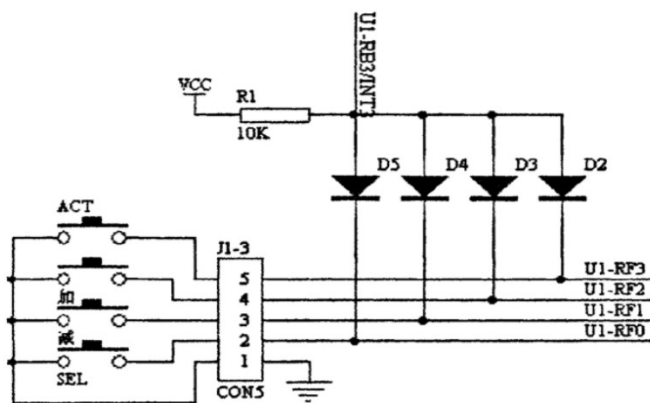


Figure 6 - Wiring diagram of the interface button circuit

Приложение Б

(Обязательное)

Программные коды

Микрокомпьютерная программа системы управления инсулиновой помпой

```
#include<reg52.h>
#include<stdio.h>
#include<math.h>
#include <intrins.h>
#define uint unsigned int
#define uchar unsigned char

//*****Определить переменную область*****

sbit L1_IN1=P2^7。
sbit L1_IN2=P2^6。           //пределение Каждый управляющий штифт двигателя
sbit L1_IN3=P2^5。
sbit L1_IN4=P2^4。
sbit L1_ENA=P1^2。
sbit L1_ENB=P1^3。
sbit L2_IN1=P3^0。
sbit k1=P1^4。
sbit k2=P1^5。
sbit k3=P1^0。
sbit k4=P1^1。
sbit k5=P1^7。
bit sb1=0,sb2=0,sb3=0,sb4=0。
bit flag_1=0,flag_2=0。
bit M_1=0,M_2=0。
uchar code table[11]={0xc0,0xf9,0xa4,0xb0,0x99,0x92,0x82,0xf8,0x80,0x90, 0xff}。
//0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,off //Общий код конца анодного пера
uchar code b[8]={0xfe,0xfd,0xfb,0xf7,0xef,0xdf}。 //Обойти
unsigned char KS=0。
unsigned char cout=0。
unsigned int t。
//*****Область объявления функции*****
void key_sm(void)。
```

```

void key_q(void)。
void key_d(void)。
void Delay(unsigned char timedata)。
void L1_298N()。 //с приводом от двигателя
//*****Функция задержки*****
void Delay(unsigned char timedata)
{
    unsigned char aa=250,cc=0。
    cc=timedata。
    while(cc--)
    {
        while(--aa)。
    }
}
//*****Основная функция запускается*****
void main()
{
    char i。
    while(1)
    {
        cout=0。
        key_sm()。
        L1_298N()。
        L2_298N()。
        if(cout==1)
        {
            flag_2=0。
            flag_1=!flag_1。
            L1_ENA=1。
            L1_ENB=1。
            P0=table[7]。
            LED0_CS=0。
        }
        if(cout==2)
        {
            flag_1=0。
            flag_2=!flag_2。
            L2_ENA=1。
            L2_ENB=1。
            P0=table[1]。
            LED1_CS=0。
        }
        if(cout==3) {M_1=!M_1。 }
        if(cout==4) {M_2=!M_2。 }
        if((M_1)&&(flag_1==1))
        {

```

```

        if(k5==1) t=2000。
        else      t=300。
    if(i>5) {i=0。 }
        P0=b[i]。
        LED2_CS=0。
        Delay(t)。
        LED2_CS=1。
        P0=table[7]。
        LED0_CS=0。
        Delay(50)。
        LED0_CS=1。
        i++。
    }
else if((flag_1==1)&&(!M_1))
{
    if(k5==1)
        t=2000。
    else t=300。
    if(i<0) {i=5。 }
        P0=b[i]。
        LED2_CS=0。
        Delay(t)。
        LED2_CS=1。
        P0=table[7]。
        LED0_CS=0。
        Delay(50)。
        LED0_CS=1。
        i--。
}
if((M_2)&&(flag_2==1))
{
    if(k5==1)
        t=2000。
    else t=300。
    if(i>5) {i=0。 }
        P0=b[i]。
        LED3_CS=0。
        Delay(t)。
        LED3_CS=1。
        P0=table[7]。
        LED1_CS=0。
        Delay(50)。
        LED1_CS=1。
        i++。
}

```

```

    }
    else if((flag_2==1)&&(!M_2))
    {
        if(k5==1) t=2000。
        else t=300。
        if(i<0) {i=5。 }
            P0=b[i]。
            LED3_CS=0。
            Delay(t)。
            LED3_CS=1。
            P0=table[7]。
            LED1_CS=0。
            Delay(50)。
            LED1_CS=1。
            i--。
        }
    }
}
}
//*****Запуск моторного привода L298N*****
void L1_298N()
{
    if(((L1_ENA==1)&&(L1_ENB==1))&&(M_1))
    {
        L1_IN1=0。
        L1_IN2=1。
        L1_IN3=1。
        L1_IN4=1。
        Delay(2)。
        L1_IN1=1。
        L1_IN2=0。
        L1_IN3=1。
        L1_IN4=1。
        Delay(2)。
        L1_IN1=1。
        L1_IN2=1。
        L1_IN3=0。
        L1_IN4=1。
        Delay(2)。
        L1_IN1=1。
        L1_IN2=1。
        L1_IN3=1。
        L1_IN4=0。
        Delay(2)。    }
    else if(((L1_ENA==1)&&(L1_ENB==1))&&(!M_1))
    {
        L1_IN1=1。
        L1_IN2=1。
    }
}

```

```

        L1_IN3=1。
        L1_IN4=0。
        Delay(2)。
        L1_IN1=1。
        L1_IN2=1。
        L1_IN3=0。
        L1_IN4=1。
        Delay(2)。
        L1_IN1=1。
        L1_IN2=0。
        L1_IN3=1。
        L1_IN4=1。
        Delay(2)。
        L1_IN1=0。
        L1_IN2=1。
        L1_IN3=1。
        L1_IN4=1。
        Delay(2)。                                //АМотор реверс
    }
else { L1_ENA=0。
      L1_ENB=0。 }
}
/***** Подпрограмма клавиатуры *****/
void key_sm(void)
{
    k1=0。 k2=1。
    if(k3==0) sb1=0。
    if(k4==0) sb2=0。
    if((k3==1)&&(k4==1))
    {
        k1=1。 k2=0。
        if(k3==0) sb3=0。
        if(k4==0) sb4=0。
        if((k3==1)&&(k4==1))
        {
            k1=1。 k2=1。
        }
    }
    else key_q()。
}
else key_q()。
}
//----Debounce, независимо от того, нажата ли
клавиш-----
void key_q(void)
{

```

```

switch(KS)
{
    case 0:
        if((k3==0)||(k4==0)) //有键
        {
            KS=1。
            Delay(20)。
        }
        break。
    case 1:
        if((k3==0)||(k4==0)) //КЛЮЧ
        {
            KS=2。
            key_d()。
            Delay(100)。
        }
        else
        {
            KS = 0。
        }
        break。
    case 2:
        if((k3==0)||(k4==0)) //КЛЮЧ
        {
            KS=3。
            key_d()。
            Delay(50)。
        }
        else
        {
            KS= 0。
        }
        break。
    case 3:
        if((k3==0)||(k4==0)) //КЛЮЧ
        {
            key_d()。
            Delay(200)。
        }
        else
        {
            KS = 0。
        }
        break。
    default:
        break。
}

```

```

    }
}
//-----Прочитать ключевое значение-----
void key_d(void)
{
    if(k1==0)
    {
        if((k3==0)&&(sb1==0))
        {
            sb1=1。
            cout=1。
        }
        if((k4==0)&&(sb2==0))
        {
            sb2=1。
            cout=2。
        }
    }
    if(k2==0)
    {
        if((k3==0)&&(sb3==0))
        {
            sb3=1。
            cout=3。
        }
        if((k4==0)&&(sb4==0))
        {
            sb4=1。
            cout=4。
        }
    }
}
}

```