

Школа	<u>неразрушающего контроля и безопасности</u>
Направление подготовки	<u>11.03.04 Электроника и нанoeлектроника</u>
Отделение	<u>электронной инженерии</u>

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Создание системы управления прототипа инсулиновой помпы

УДК 615.473.92:621.67:616.379-008.64-07

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151A51	Лю Янхун		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Фадеева В.Н.	К. ф. н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дашковский А. Г.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова В.С.	К.Т.Н.		

Томск – 2019

Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, производстве, исследовании, эксплуатации, обслуживании и ремонте современной высокоэффективной электронной техники
P2	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа и синтеза с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей
P3	Выбирать и использовать на основе базовых и специальных знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и иных ограничений
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по разработке высокоэффективной электронной техники различного назначения с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
P5	Проводить комплексные инженерные исследования, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных с применением базовых и специальных знаний и современных методов для достижения требуемых результатов
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование в предметной сфере электронного приборостроения, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, проявлять навыки руководства группой исполнителей, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных задач
P10	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности

P11	Демонстрировать знание правовых социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, компетентность в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности
P12	Проявлять способность к самообучению и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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 **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
 Отделение **электронной инженерии**

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

_____ В.С. Иванова
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
151A51	Лю Янхун

Тема работы:

Создание системы управления прототипа инсулиновой помпы	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	26.03.2019, 2309/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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>	<i>разработка системы управления прототипа инсулиновой помпы для лечения больных сахарным диабетом</i> 1) питание – от батареи 3В; 2) условия эксплуатации – лабораторные; 3) массогабаритные параметры – регламентируются. <i>Работа устройства не должна наносить вред окружающей среде и людям, находящимся в непосредственной близости от него.</i>
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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>	<i>Аналитический обзор литературы в рассматриваемой области науки и техники; обоснованный выбор схемотехнического решения для реализации требований технического задания; выбор элементов по проделанному расчету; сборка макета устройства, настройка и проведение экспериментальных исследований;</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Схема электрическая принципиальная
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Федорчук Юрий Митрофанович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Фадеева Вера Николаевна
Иностранный язык	Казокова Ольга Анатольевна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	26.03.2019
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151A51	Лю Янхун		

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 **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Уровень образования **бакалавриат**

Отделение **электронной инженерии**

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.01.2019	Литературный обзор	10
20.03.2019	Материалы и методы исследования	30
03.05.2019	Результаты и обсуждение	40
04.05.2019	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
06.05.2019	Социальная ответственность	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова В.С.	К.Т.Н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа с.97, 21 рисунков, 26 таблиц, 44 литературных источников, 12 приложения.

Ключевые слова: сахарный диабет, инсулиновая помпа, система управления, инсулин, прототип, микроконтроллер.

Цель работы:

Разработка системы управления прототипа инсулиновой помпы для лечения больных сахарным диабетом.

Задачи работы:

1. Изучить общую структуру инсулиновой помпы.
2. Рассчитать конкретную схему работы для каждой части.
3. Рассчитать и выбрать элементы полной схемы.
4. Спаять модуль схемы

Планируемые результаты:

1. В результате получить схему работы для каждой части инсулиновой помпы.
2. Получить параметры и произвести выбор элементов для полной схемы.
3. Представить результаты экспериментов и проанализировать полученные данные.

Оглавление

Введение.....	12
Глава 1 Сахарный диабет и способы его лечения..	13
1.1 Определение диабета и инсулина.....	13
1.1.1 Патология диабета.....	13
1.1.2 Лечение диабета.....	14
1.1.3 Преимущества использования инсулиновой помпы.....	15
1.1.4 Практическое применение человеком инсулиновой помпы.....	17
1. 2 Принцип работы инсулиновой помпы	18
1.2.1 Определение инсулиновой помпы и состав инсулиновой помпы.....	18
1.2.2 Состояние исследований и перспективы развития инсулиновой помпы.....	19
Глава 2 Материалы и методы исследования.....	21
2.1 Общая структура инсулиновой помпы.....	21
2.2 Выбор Управляющие части и однокрипового микроконтроллера.....	24
2.2.1 Выбор типа мотора.....	24
2.2.2 Выбор типа транзистора.....	26
2.2.3 Выбор типа усилителя IR2111	26
2.2.4 Выбор диода	27
2.2.5 Принцип работы и применение однокрипового микроконтроллера.....	28
2.3 Проектирование блока взаимодействия человека с компьютером.....	31
2.3.1 Определение системы взаимодействия человека с компьютером	31
2.3.2 Конструкция жидкокристаллического дисплейного модуля.....	32

2.3.3. Конструкция интерфейса кнопки.....	33
2.3.4. Конструкция модуля сигнализации	35
2.3.5 Дизайн силового модуля.....	38
2.3.6 Конструкция модуля обнаружения.....	39
Глава 3 Результаты и обсуждение.....	40
3.1 Анализ схемы управления мотора.....	40
3.2 Анализ результатов работы микроконтроллера.....	41
3.3 Анализ результатов сборки схемы.....	43
Глава 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	47
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения...	47
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования сегментация рынка.....	47
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	47
4.1.3 SWOT-анализ.....	49
4.1.4 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.....	50
4.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	51
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	51
4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	56
Глава 5 Социальная ответственность.....	61
5.1 Анализ вредных факторов при разработке и эксплуатации инсулиновой помпы	61
5.1.1 Шума на рабочем месте от ПК.....	61

5.1.2 Электромагнитных излучений от ПК	62
5.1.3 Общее производстве освещение	63
5.1.4 Микроклимата на рабочем месте	67
5.2 Анализ опасных факторов при разработке и эксплуатации инсулиновой помпы	68
5.2.1 Электробезопасности	68
5.3 Экологическая безопасность	72
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	73
5.4.1 Пожаровзрывобезопасность	73
5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	75
5.5.1 Перечень НТД	77
Заключение	78
Благодарности.....	79
Список использованных источников	80
Приложение А	85
Приложение Б	86
Приложение В.....	88
Приложение Г	89
Приложение Д.....	90
Приложение Е.....	91
Приложение Ж.....	92
Приложение И	93
Приложение К.....	95
Приложение Л.....	96
Приложение М.....	97

Приложение Н	98
--------------------	----

Введение

Диабет является болезнью обмена веществ, которая характеризуется гипергликемией. Гипергликемия, которая происходит из-за дефектов в секреции инсулина или действия биологического ущерба, или обоих, приводит к целому ряду хронических повреждению в организме.

Диабет трудно поддается лечению. В настоящее время, наиболее распространенным методом лечения является инсулинотерапия, путем дополнительного введения инсулина, для регулирования гомеостаза глюкозы у пациентов. Как правило, внешняя инъекция трудна и болезненна для людей. Каждый день больные сахарным диабетом подвергаются большим страданиям.

По этой причине ученые изобрели инсулиновую помпу, которая представляет собой новый интеллектуальный инструмент. Иными словами, инсулиновая помпа заменит человеческую инъекцию, т.е. избавит от негативного воздействия человеческого фактора.

Однако исследования инсулиновых насосов всегда были сложной и всеобъемлющей проблемой, особенно система управления инсулиновой помпой. Из-за неудобного контроля и трудностей в понимании принципов работы, многие пациенты неправильно используют инсулиновые помпы, что приводит к задержке доставки инсулина в организм.

В первой части работы вводятся основные определяющие понятия для инсулиновой помпы. Далее, показана подробная принципиальная схема каждой из систем, необходимых для корректной работы всех частей инсулиновых помп. Более того, представлено обобщение проделанной работы с указанием задела на будущее.

Глава 1 Сахарный диабет и способы его лечения.

1.1 Определение диабета и инсулина

1.1.1 Патология диабета

Диабет - это распространенное метаболическое эндокринное заболевание. Это клинический синдром (хроническое, системное, метаболическое заболевание), вызванный взаимодействием генетических факторов и окружающей среды, от которого страдает здоровье человека [1]. Дисплей жидкого медицинского инсулина в бутылках показан на рисунке 1.



Рисунок 1 – Бутилированный инсулин [2]

У здоровых людей имеется определенная концентрация глюкозы, называемая сахаром крови, которая обеспечивает энергию для нашей повседневной жизни. Когда мы едим, концентрация глюкозы в крови повышается, в крови (выделяемой В-клетками поджелудочной железы в поджелудочной железе). Глюкоза поступает в клетку и обеспечивает энергию, необходимую для жизнедеятельности человека, через серию биохимических

реакций. Инсулин является единственным гормоном в организме, который снижает уровень сахара в крови. Когда уровень сахара в крови повышается, секреция инсулина увеличивается, в результате чего уровень сахара в крови падает, образуя динамический баланс. Когда человеческому организму не хватает инсулина или инсулин не функционирует эффективно, глюкоза в крови не может нормально поступать в клетку для метаболизма, что приводит к ненормально повышенной концентрации глюкозы в крови и диабету. Диабет может вызвать ряд метаболических нарушений, таких как сахар, самоочищение яиц, жир, вода и электролиты, которые серьезно угрожают здоровью организма.

1.1.2 Лечение диабета

В настоящее время существует множество способов лечения диабета, таких как разумная диета, фитнес-план, медикаментозное лечение, инъекция инсулина и психотерапия, и инсулин является одним из наиболее эффективных антидиабетических препаратов. Пациенты типа 1 (инсулинозависимые) и 30-40% пациентов с диабетом типа II (не зависящих от островков) нуждаются в инъекционной терапии инсулином. Принцип инсулинотерапии для пациентов с диабетом заключается в моделировании режима секреции человеческого инсулина в физиологических условиях. Существует два способа секреции в нормальной поджелудочной железе человека для секреции инсулина: один является основным секретом инсулина, то есть островковые клетки высвобождают небольшие дозы инсулина 24 часа в сутки для поддержания основного сахара в крови не повышается, а второй - после приема пищи поджелудочная железа будет в короткое время. Большое количество инсулина является эндокринным, чтобы не допустить внезапного повышения сахара в крови после еды. Интенсивная инсулиновая терапия в настоящее время широко применяется у пациентов с диабетом. Оральный инсулин не использовался в клинической практике. Способ применения инсулина для лечения диабета в

основном делится на многократные инъекции инсулина (MDI) и лечение инсулиновой помпой каждый день.

1.1.3 Преимущества использования инсулиновой помпы терапии

Инсулиновая помпа, как альтернатива многократным ежедневным инъекциям инсулина, является прогностической и снижает опасность тяжелой гипогликемии. По сравнению с традиционной терапией множественных инъекций преимущества использования инсулиновой помпы в основном отражены в следующих аспектах;

(1) Метод вывода инсулина является более физиологичным. Многократные инъекции в день не могут полностью имитировать физиологическую секрецию инсулина. Например, после инъекции инсулина происходит чрезмерный всплеск инсулина в крови человека. Этот чрезмерный уровень инсулина может отрицательно повлиять на организм и иногда вызывать низкий уровень инсулина. Уровень сахара в крови и до следующей еды инсулин, введенный в организм, был сломан, а уровень инсулина в крови практически отсутствует. Инсулиновая помпа преодолевает вышеуказанные недостатки. В то же время инсулиновая помпа может точно контролировать инъекционную дозу инсулина, поэтому возникновение гипогликемии значительно снижается.

(2) Обладает хорошими абсорбционными характеристиками и гибкостью при инфузии. Для многократных подкожных инъекций в день пациенты используют инсулин длительного действия с разницей в абсорбции между индивидуумами от 19% до 55%. В островковом насосе используется инсулин короткого действия, который имеет быстрое начало действия, и его разность абсорбции составляет менее 3%. Инсулин не образует резервуар под кожей.

(3) Для облегчения страданий пациентов пользователей в значительной степени. Во время интенсивной терапии инсулином инъекции инсулина проводятся по крайней мере 3 раза в день, и многократные инъекции очень неудобны. С помощью инсулиновой помпы пользователь может нажимать кнопку в любое время и в любом месте (рисунок 2), и инсулин автоматически вводится в организм несколькими нажатиями. Он прост и приличен, и о пациенте можно неоднократно забывать, поскольку игла закреплена под кожей. Сложность и боль от уколов.

В целом, инсулиновая помпа является более физиологичной, безопасной, надежной, удобной и гибкой. Эти превосходные характеристики могут эффективно контролировать уровень сахара в крови почти до нормального уровня, эффективно задерживая или предотвращая возникновение и развитие диабетических осложнений. После клинического применения инсулиновые помпы становятся все более популярными среди медицинских работников и диабетиков, и они быстро становятся будущей тенденцией лечения диабета.



Рисунок 2 – Метод сопряжения инсулиновой помпы с человеческим телом [3]

1.1.4 Практическое применение человеком инсулиновой помпы

Инсулин измеряется в «единицах» с 100 единицами инсулина, эквивалентными 1 мл. Другими словами, одна единица составляет 10 мкл [4].

Инсулиновые помпы обычно доставляют инсулин в организм в двух формах. Их называют болюсными дозами и базовыми дозами. Болюсная доза - это доза, которую накачивают, чтобы покрыть пищу или скорректировать высокий уровень сахара в крови. При этой дозе количество инсулина, поступающего в организм, будет высоким.

Базовая доза - это доза, которая непрерывно накачивается с регулируемой базальной скоростью для доставки инсулина между приемом пищи и ночью.

На рисунке 2 показан обзор единиц инсулина, закачиваемых в организм во время болюсной дозы, и базовой дозы в течение 24-часового окна.

Как видно из рисунка 3, во время завтрака, обеда и ужина необходимый для пациента инсулин достигает пика дня, а в остальное время требуется только базовое измерение.



Рисунок 3 – Концентрация дозировки инсулина в зависимости от времени [5]

Внимание: Продолжительность дозировки болюса, показанная здесь, является лишь примером. Продолжительность болюсных и базальных доз варьируется от человека к человеку и должна быть дана в соответствии с рекомендациями врача. Это означает, что пользователь инсулиновой помпы должен иметь возможность изменять профиль быстродействующего инсулина, соответствующим образом формируя болюс. Пользователи могут экспериментировать с различными формами болюса, чтобы определить, какой из них лучше подходит для любого конкретного продукта, чтобы улучшить контроль уровня сахара в крови, адаптируя форму болюса к своим потребностям.

1.2 Принцип работы инсулиновой помпы

1.2.1 Определение инсулиновой помпы и состав инсулиновой помпы

Инсулиновая помпа — медицинское устройство для введения инсулина при лечении сахарного диабета, также известном как терапия с непрерывным подкожным введением инсулина [6].

Многократные инъекции в день требуют, чтобы пациент заканчивал количество инсулина, необходимое для инъекции в день (в зависимости от индивидуума), инсулиновая помпа представляет собой модель, в которой нормальные островковые В-клетки человека продолжают выделять инсулин в организм с различной скоростью. Электромеханические устройства, также известные как искусственные островковые устройства, искусственные В-клетки. Пользователь пациента должен носить его с собой, пользователь заранее устанавливает индивидуальные параметры дозы, а инсулиновая помпа автоматически завершает инфузию. Он подходит для пациентов с диабетом I типа, которые имеют большие колебания уровня глюкозы в крови и не поддаются легкому контролю путем дробного введения инсулина. Инсулиновая

помпа в зависимости от степени автоматического управления инсулиновой помпой и наличия или отсутствия рецепторов глюкозы в крови.

Инсулиновая помпа состоит из четырех частей: системы контроля искусственного интеллекта с микроэлектронной микросхемой, механической насосной системы с батарейным питанием, резервуара, подключенной к нему инфузионной трубки и набора для подкожной инфузии.

1.2.2 Состояние исследований и перспективы развития инсулиновой помпы

Инсулиновая помпа была успешно разработана и используется для лечения диабета более 40 лет [7]. Инсулиновая помпа — это новое устройство для инфузии инсулина, которое производится по принципу непрерывной подкожной инфузии инсулина (CSII). Концепция непрерывного вливания инсулина была впервые введена в начале 1960-х годов, и доктор Арнольд Кадиш из США изобрел новое устройство в Лос-Анджелесе, прототип островковой помпы (родилась первая инсулиновая помпа), которая может Вливание инсулина осуществляется непрерывно, потому что устройство настолько громоздко, что его нельзя широко использовать [8]. В 1980 году была разработана инсулиновая помпа с обратной связью, но она использовалась не в клинической практике, а в исследованиях лекарственных препаратов [9]. В 1997 году портативные инсулиновые помпы начали использоваться в клиническом лечении в Соединенных Штатах. За последние 10 лет появилось множество продвинутых брендов микроинсулиновых помп, быстро завоевывающих мировой рынок, таких как Medtronic, Dale и Haichuang в Соединенных Штатах: Funia, Tang You and Am, Южная Корея, Dingtao, Пекин, Пекин Дана и Чжухай Вейкай .

До середины 1980-х годов инсулиновая помпа представляла собой громоздкий инструмент в форме кирпича, для которого требовался винт, чтобы

регулировать количество инсулина [10]. С быстрым развитием современных электронных технологий, точных механических устройств и двигателей, постоянно обновляются различные микросхемы, производительность становится все лучше и лучше, интеграция становится все выше и выше, надежность и стабильность становятся все лучше и лучше, это инсулин. Объем насоса становится все более миниатюрным, а постоянное улучшение производительности обеспечивает хорошую техническую предпосылку. Нынешний островной насос размером всего с человеческую ладонь и может быть помещен в ваш карман.

В настоящее время применение островкового насоса в мире позволяет точно повысить уровень инсулина на 0,05 ед. [11], что делает возможным введение микродоз, значительно расширяет возможности использования населением, а различные методы сигнализации повышают безопасность инсулиновой помпы. Из-за различных технических условий исследователи не могут хорошо объединить эти две части. Поэтому сейчас на рынке представлены в основном инсулиновые помпы с открытым контуром.

Будущее направление развития заключается в имплантации инсулиновой помпы в организм человека (ИП) [12]. Поглощение инсулина ИП в брюшной полости больше похоже на физиологическое состояние, которое действительно имитирует физиологическую функцию поджелудочной железы человека и имеет лучшую перспективу развития. Тем не менее, на имплантированную помпу влияет отторжение человеческого тела, то есть разработка биосовместимой технологии не очень зрелая. В определенный период времени имплантированная инсулиновая помпа не может быть реализована, но будущее развитие инсулиновой помпы.

Глава 2 Материалы и методы исследования

2.1 Общая структура инсулиновой помпы

Инсулиновая помпа или любое электронное устройство, используемое в критически важных медицинских целях, подобных этому, должно соответствовать стандартам FDA, и, следовательно, в этом отчете учитываются все эти стандарты [13]. Общая структурная схема инсулиновой помпы показана на рисунке 4.

Устройство включает в себя:

(1) Блок управления - требуется модуль обработки для управления положением поршня (показано на рисунке 5).

(2) Резервуар или картридж - необходимы для хранения инсулина, который должен поступать в организм. Типичная емкость составляет около 2-3 мл (от 200 до 300 единиц инсулина) [14]. Резервуар необходимо пополнять всякий раз, когда он почти пуст.

(3) Одноразовый инфузионный набор - включает канюлю (трубку с инъекционной иглой) для подкожного введения (слой под кожей, куда вводится инъекционная игла) и систему трубок для соединения резервуара инсулина с канюлей (похожа на типичный шприц с поршнем и иглой) [15]. Связанным субпродуктом для контроля / управления диабетом является монитор уровня глюкозы в крови. Это устройство обеспечивает мониторинг уровня глюкозы в режиме реального времени через подкожный датчик. Датчик можно оставлять на месте на несколько дней, что снижает необходимость для пациента проверять несколько отдельных образцов крови. Дальнейшие разработки приведут к созданию системы с замкнутым контуром с монитором глюкозы в качестве датчика обратной связи для изменения уровня дозировки. Монитор глюкозы, используемый в контуре обратной связи.

На рисунке 5 показана блок-схема интерфейса между процессором - в данном случае SoC из семейства Cypress PSoC - резервуаром и инфузионным набором.

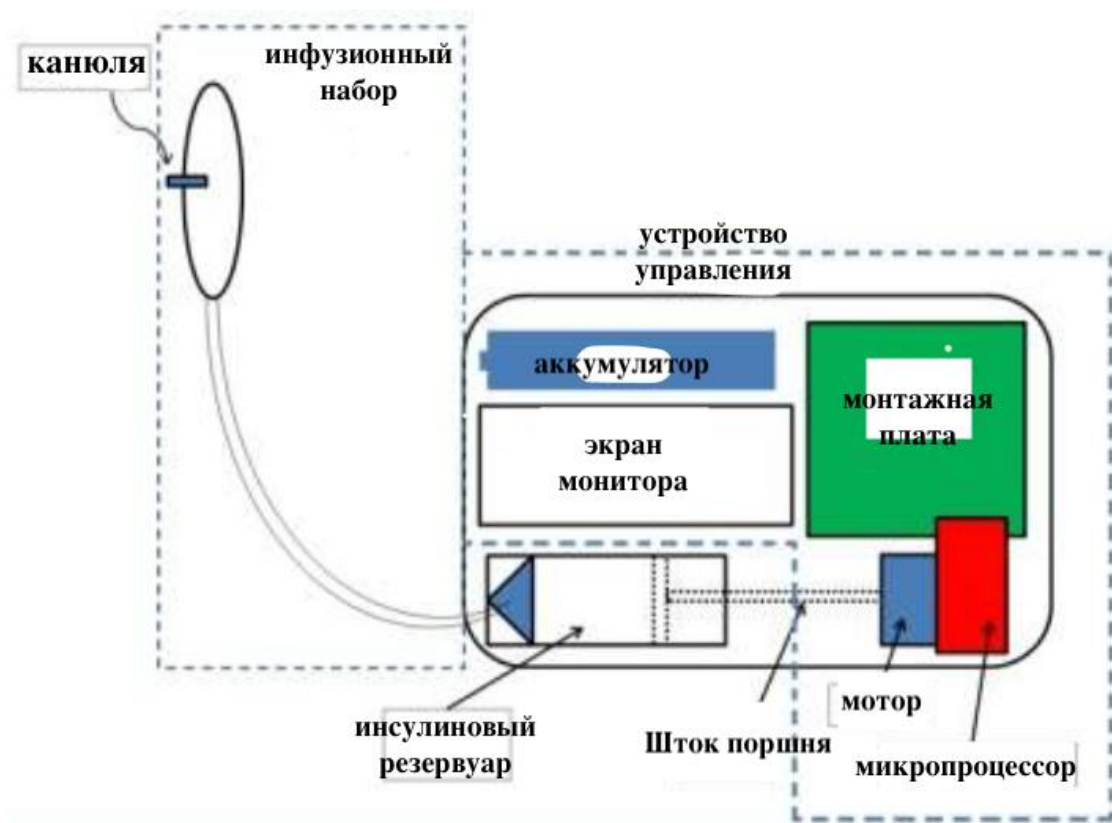


Рисунок 4 – Общая блок-схема инсулиновой помпы [16]

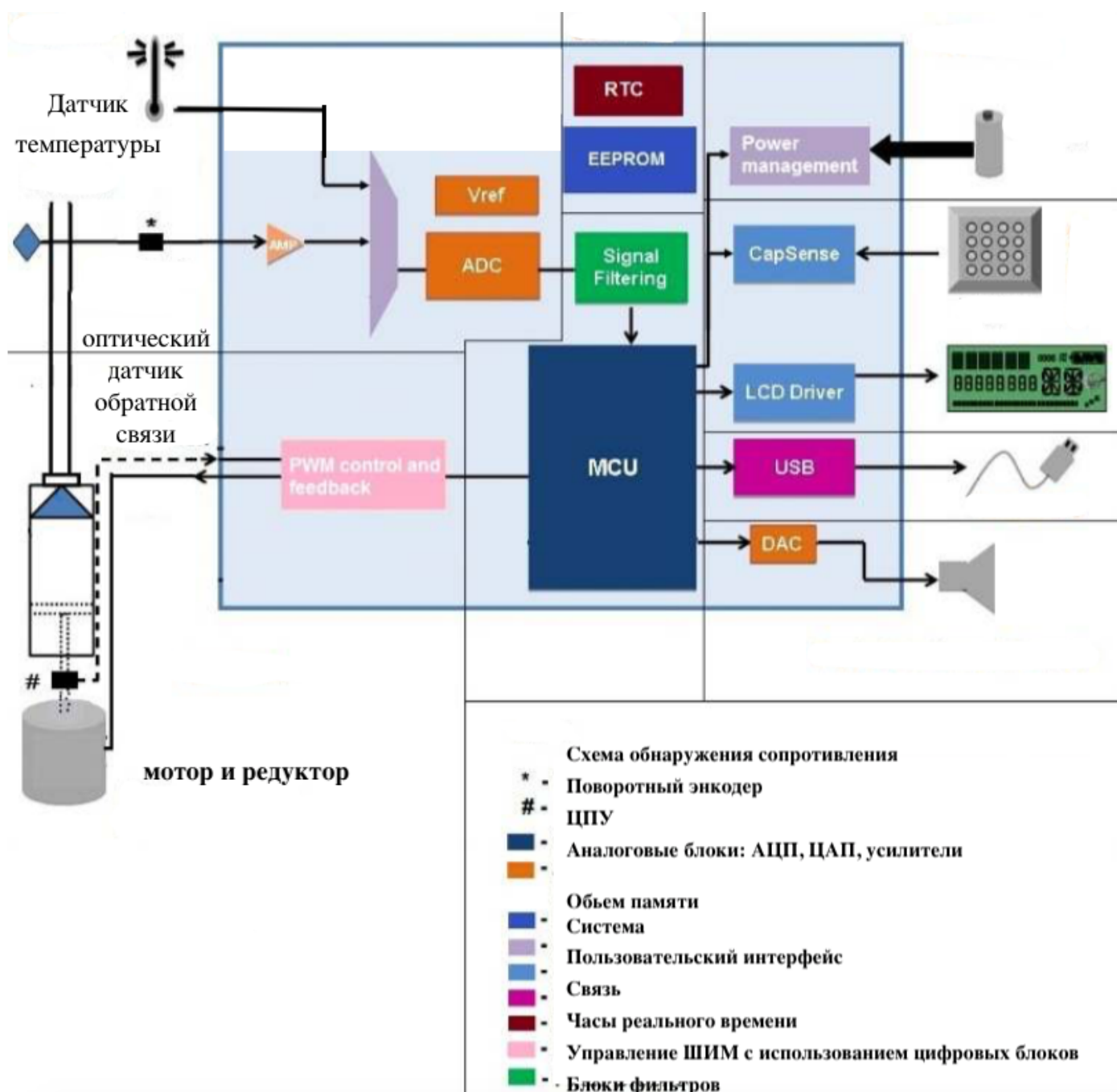


Рисунок 5 – Блок-схема, показывающая реализацию инсулиновой помпы, построенной с использованием программируемого SoC от Cypress [17]

2.2 Выбор управляющей части и однокипового микроконтроллера

2.2.1 Выбор типа мотора

Все больше и больше пациентов используют небольшие, легкие инсулиновые помпы (рисунок 6) для обеспечения индивидуальной, быстрой, надежной и точной доставки инсулина, что осуществляется двигателем системы.

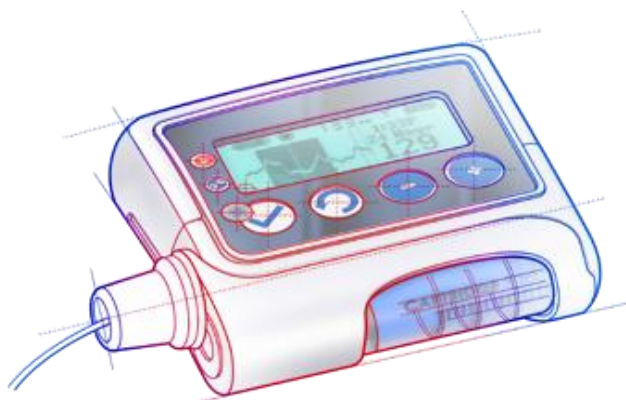


Рисунок 6 – Внешний вид инсулиновой помпы [18]

Таким образом, необходимо сформулировать определенные требования к выбору двигателя, который должен быть компактным и высокопроизводительным. Такой мотор позволяет насосной системе тоже быть более компактной и безопасной, обеспечивая при этом сверхдлительную непрерывную мощность при использовании стандартных батарей.

Преимущества, которые выбранный мотор должен иметь:

1. Эффективное решение продлевает срок службы батареи
2. Кодер высокого разрешения обеспечивает точность доставки жидкости
3. Редкие металлы делают коммутацию более надежной
4. Прочная механическая конструкция продлевает срок службы оборудования

5. Низкий уровень шума.

Электростатический насос является наиболее последовательным. Основная проблема, возникающая при сборке прибора (инсулиновой помпы) заключается в том, чтобы уменьшить её объем.

Выбранная конкретная модель показана на рисунке 7 и соответствующие данные ее характеристик приведены в приложении Г (таблица Г.1). Принципиальная схема двигателя приведена в приложении А (Рисунок А.1), а список параметров двигателя указан в Таблице А.1.



Рисунок 7- «10NS61 Athlonix» [19]

Обоснование выбора мотора «10NS61 Athlonix»

Выбрали постоянно-токовый мотор, потому что мотор по переменному току передаёт сигнал, у которого будет большое искажение, т.е. имеет большой шум. Также, при работе, у него будет колебания, которые больше чем по постоянному току.

Этот мотор с высокой плотностью мощности обеспечивает максимальный непрерывный крутящий момент до 0,95 мНм, тем самым обеспечивая более высокую прочность и производительность при сохранении эффективности работы. Вес его составляет всего 4,6 грамм и обеспечивает выходную мощность до 0,7 Вт [20]. При этом не придется выбирать между

размером и весом, временем автономной работы и жизненным циклом оборудования.

2.2.2 Выбор типа транзистора

1. Причины выбора полевого транзистора

- Большое входное сопротивление
- Не наличие два раза пробоя
- Быстро переключать

2. Причины выбора MOSFET-транзисторов:

Когда транзисторы работают, мы не можем гарантировать, что они будут обеспечивать быстрое и своевременное переключение, т.к. обычно происходит задержка. Поэтому для обеспечения нормальной работы двигателя необходимо использовать диоды для прохождения тока. В работе используется MOSFET-транзистор. Это устройство уже непосредственно содержит диод, который упрощает схему, что еще приводит к экономии финансовых затрат.

Требования выбора транзистора:

$$U_{обр}=3В$$

$$I_{пр}=0,13А$$

$$P=0,7Вт$$

2.2.3 Выбор типа усилителя IR2111

Чип усилителя IR2111 (рисунок 8) – это продукт фирмы HeraTim Rectifier, используется во многих освещенных схемах, таких как электронные выпрямители, имеющие достаточно низкую цену. В данной работе усилитель IR2111 применяется для управления мотором. Диаграммы сигналов IR2111 на рисунке 9.

Усилитель IR2111 используется для управления N-канальными мощными МОП-устройствами (4 MOSFET) в активной цепи. Описание символов чипа усилителя IR2111 представлены в Таблице 1.

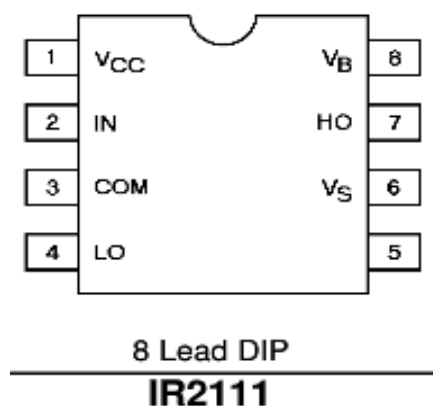


Рисунок 8 – Принципиальная схема усилителя IR2111 [21]

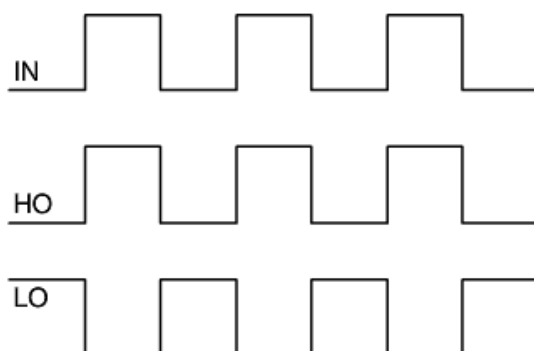


Рисунок 9 – Диаграммы сигналов IR2111[21]

Таблица 1 – Описания символов IR2111 [21]

Символы	Описание
VCC	Низкая боковая и логическая фиксированная поставка питания
IN	Логический вход для выходных сигналов с высоким и низким боковым затвором (HO & LO), в фазе с HO
COM	Низкий боковой возврат
LO	Выход с низким боковым затвором
VB	Плавающая поставка с высокой стороны
HO	Выход на большой боковой шине
VS	Высокая плавающая подача питания

2.2.4 Выбор диода

В схеме управления необходимо использовать зарядный диод, также называемый бутстрап-диодом. Используется для того, чтобы предотвратить попадание высоковольтного тока в вход V_{ss} у усилителя IR2111 и перегорания внутренних элементов низкого напряжения при включении транзистора.

Требования выбора диода:

$$U_{обр}=3В$$

$$I_{пр}=500мА$$

2.2.5 Принцип работы и применение одночипового микроконтроллера

(1)Определение микроконтроллеры

Микроконтроллеры — это интегральные микросхемы, которые используют очень крупную интегральную схему для интеграции с возможностями обработки данных, оперативного доступа, постоянного тока, нескольких систем ввода - вывода и прерываний, таймеров / счетчики и другие функции (могут также включать схему драйвера дисплея, схему модуляции широтно-импульсной модуляции, аналоговый мультиплексор, аналого-цифровой преобразователь и другие схемы), встроенные в небольшой кристалл кремния, образованный небольшой и полной микроконтроллерной системой, широко используется в промышленности. Начиная с 80-х годов прошлого века, с 4-битного и 8-битного микроконтроллера был разработан текущий 300М высокоскоростной микроконтроллер [22].

(2)Выбор микроконтроллера

Микроконтроллеры (МК) C8051F06x – это полностью интегрированные на одном кристалле системы для обработки смешанных сигналов, имеющие 24 (C8051F061/3/5/7) или 59 (C8051F060/2/4/6) цифровых входа/выхода, а также

два встроенных 16-разрядных аналого-цифровой преобразователях (АЦП) с производительностью 1 млн. преобразований в секунду [23].

Все МК представляют собой функционально-законченную систему на кристалле и имеют тактовый генератор, встроенные схему слежения за напряжением питания и сторожевой таймер.

Его основные особенности (рисунок 10):

1. Два встроенных 16-разрядных АЦП (производительность - 1 млн. преобразований в секунду) с контроллером прямого доступа к памяти.

2. Высокопроизводительное микропроцессорное ядро CIP-51 с конвейерной архитектурой, совместимое со стандартом 8051 (максимальная производительность – 25 MIPS).

Программируемый массив счетчиков/таймеров (ПМС) с шестью модулями захвата/сравнения и.т.д.

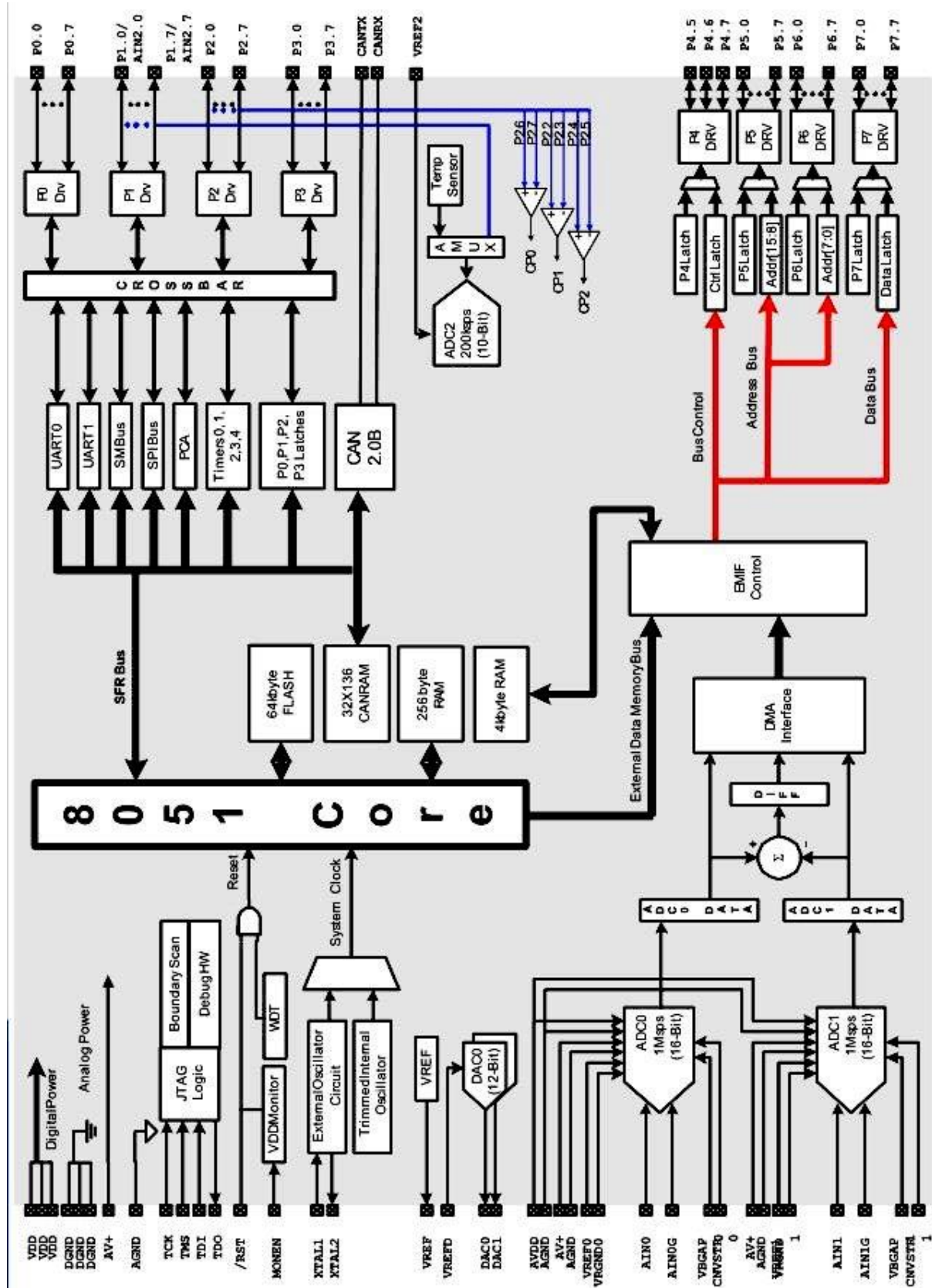


Рисунок 10 – Структурная схема S8051F060[23]

2.3 Проектирование блока взаимодействия человека с компьютером

2.3.1 Определение системы взаимодействия человека с компьютером

В центре внимания работы стоит изучение взаимодействия тела человека с компьютерными системами.

В современных портативных интеллектуальных инструментах или портативных устройствах жидкокристаллический дисплей, отображающий русский язык, и клавиатура для ввода цифр стали неотъемлемой частью интеллектуальных устройств. В общем дизайне системы дизайн интерфейса взаимодействия человек-компьютер часто занимает большую часть работы. На панели управления инсулиновой помпы имеются кнопки и жидкокристаллический дисплей. Эти кнопки используются для выполнения операций с меню на ЖК-экране. Вся информация о меню должна отображаться пользователю в режиме реального времени. Кроме того, некоторая информация о результатах, такая как заряд батареи и использование препарата, Оставшаяся ситуация отражается для пользователя посредством текста и графики. Кроме того, некоторая информация о тревоге передается пользователю через устройство звуковой сигнализации, которое удобно для пользователя, чтобы выполнить соответствующую обработку. Поэтому конструкция блока взаимодействия человека с компьютером инсулиновой помпы в основном состоит из трех частей:

- ① Конструкция жидкокристаллического дисплейного модуля
- ② Конструкция интерфейса кнопки
- ③ Конструкция модуля сигнализации

2.3.2 Конструкция жидкокристаллического дисплейного модуля

Жидкокристаллический дисплей обладает преимуществами нулевого излучения, стабильностью и надежностью, низкой стоимостью, низким энергопотреблением, небольшим тепловыделением, небольшим объемом, малым весом, точным воспроизведением изображений, четким отображением символов, удобным управлением и управлением, простым и легким интерфейсом и компактной модульной структурой. Поэтому он широко используется в портативных приборах. ЖК-экран можно разделить на три категории в соответствии с его функциями: жидкокристаллический дисплей типа ручки, жидкокристаллический дисплей с точечной матрицей и жидкокристаллический дисплей с графической точечной матрицей.

Выбор типа жидкокристаллического дисплейного модуля (ЖДМ) SVM12849TFFC-1

Основываясь на приведенном выше анализе ЖДМ, решили использовать дисплей модуля SVM12849TFFC-1 (рисунок 11).



Рисунок 11– Жидкокристаллический дисплейный модуль SVM12849TFFC-1 [24]

Характеристики ЖК-дисплея SVM12849TFFC-1 [24]:

- ① Встроенная 65-битная $\times 132 = 8580$ битная память дисплея
- ② Состояние отображения каждого пикселя на экране дисплея соответствует данным памяти дисплея.

Данные из памяти дисплея непосредственно используются в качестве управляющего сигнала для графического дисплея. Когда данные дисплея равны «1», отображается соответствующий пиксель. Когда он равен «0», соответствующий пиксель не отображается. Выбранные параметры дисплея показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры ЖДМ « SVM12849TFFC-1» [25]

Параметры	Единицы измерения	Значения
Размеры (ДхШхВ)	мм	180х65х14,5
Визуальный размер (ДхШ)	мм	132х39
Номинальное напряжение	В	5
Микросхема управления приводом	-	NT7502H
Рабочая температура мотора	°C	0°C - 50°C
Масса	г	5,4
Тип светодиодной подсветки	-	белый или желто-зеленый

Микроконтроллер с одной микросхемой принимает режим косвенного управления доступом для жидкого кристалла и должен использовать аналоговый жидкокристаллический управляющий сигнал ввода / вывода для микроконтроллера с одной микросхемой, чтобы завершить управление отображением чтения-записи жидкого кристалла на микроконтроллере с одной микросхемой.

2.3.3. Конструкция интерфейса кнопки

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 ключевые функции кратко представлены. Следующим образом:

(1) клавиша «+»: добавьте 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»: функция меню переключает кнопку выбора, 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, подтверждается выбранным содержимым и отправляется на MCU для выполнения.

Из-за небольшого количества кнопок в конструкции принята отдельная структура кнопок, то есть одна кнопка непосредственно формируется линией ввода / вывода, и каждая из независимых кнопок занимает одну линию ввода / вывода, а клавиши каждой линии ввода / вывода Рабочее состояние не влияет на рабочее состояние других линий ввода / вывода [26].

Принцип работы интерфейса кнопки

Четыре кнопки «SEL», «-», «+» и «АСТ» непосредственно заземлены на одном конце, а один конец подключен к порту RFO - RF3 C8051F06x. Обычно четыре кнопки интерфейса подключаются к порту RB3 / INT3 C8051F06x через диод. Внешнее прерывание INT3 используется для определения того, имеется ли нажатие кнопки[27]. Обычно, повышающий резистор на 10 кОм устанавливается на высокий уровень. Как только кнопка нажата, уровень понижается, генерируется сигнал прерывания, и выполняется программа обработки прерывания для определения типа кнопки.

В схеме конкретная схема подключения показана на рисунке 12.

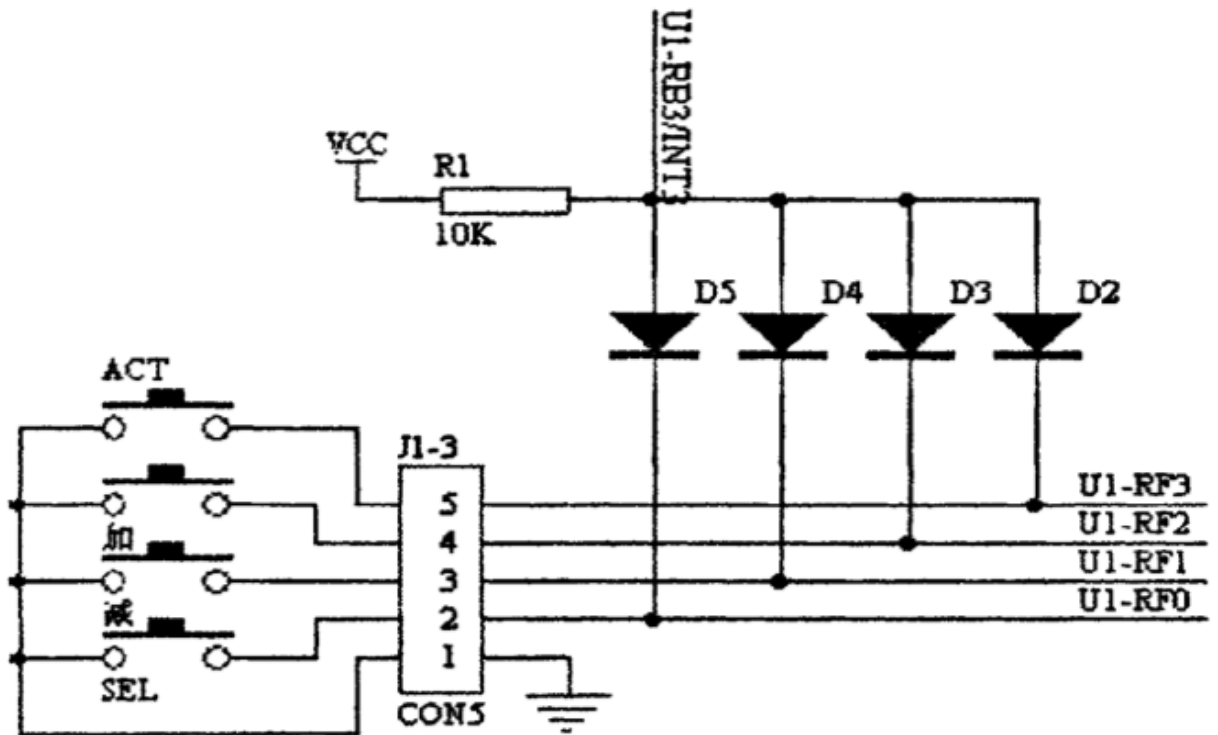


Рисунок 12 – Схема подключения схемы кнопки интерфейса

2.3.4. Конструкция модуля сигнализации

Когда в системе возникает нештатная ситуация, модуль тревоги автоматически генерирует тревогу и отображает различные ненормальные причины тревоги на ЖК-дисплее в сжатой текстовой и графической форме[28]. Ненормальная ситуация в основном включает следующие ситуации:

- (1) Батарея разряжена и требует замены.
- (2) Трубка для хранения жидкости пуста, дозы недостаточно для одной инфузии, и ее необходимо пополнить.
- (3) Двигатель заблокирован, показывая, что трубопровод был заблокирован.
- (4) Скорость двигателя, установленная одиночной микросхемой, не соответствует скорости обнаружения в реальном времени, что указывает на неисправность машины.

Эти условия вызваны звуками зуммера и вибрациями вибратора и отображаются на ЖК-экране в графической и текстовой форме, что удобно для пользователя, чтобы получить четкую информацию о тревоге, а затем принять соответствующие меры для устранения тревоги и поддержания нормальной работы инсулиновой помпы. работа.

Модуль сигнализации в основном состоит из цепи зуммера и цепи вибратора. Реализация функции сигнализации в основном зависит от тесного взаимодействия модуля дисплея и центрального процессора. Схема соединения между зуммером и вибратором и C8051F06x показана на рисунках 13 и 14.

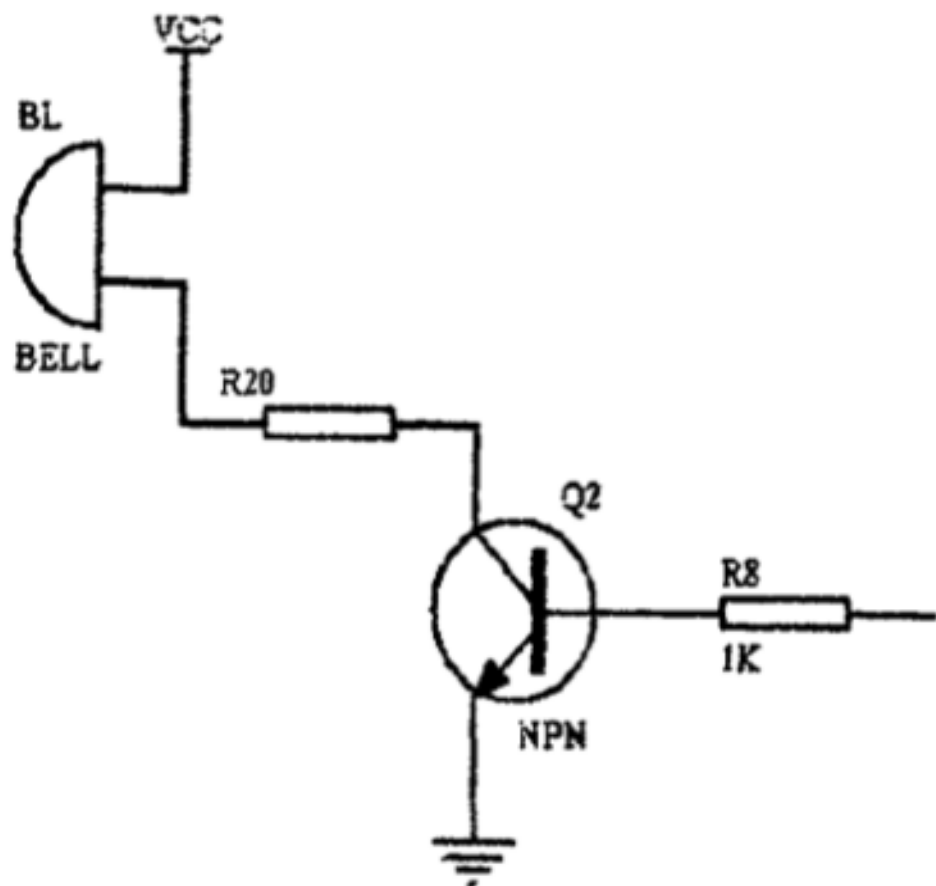


Рисунок 13 – Схема подключения зуммерной цепи

Зуммер и вибратор используют разные напряжения питания, принимая во внимание помехи от источника питания, когда вибратор работает. Из теста зуммера видно, что зуммер - это пассивное устройство, просто небольшая

колонка с подвижной катушкой, которая должна приводиться в действие определенной частотой переменного тока. При выходе прямоугольной частоты 1-1,1кГц звучит зуммер [29]. Звук самый лучший. В реальном процессе проектирования зуммер управляется портом RG2 микроконтроллера, подключенного к б-полюсу п-р-п транзистора через резистор 1К, э-каскад трехступенчатой трубки заземлен, к-полюс подключен к отрицательному концу зуммера через резистор, а положительный вывод подключен к VCC. Периодический импульсный сигнал тревоги с частотой 1-1,1 кГц, выводимый однокристальным микроконтроллером, управляет включением-выключением триода для обеспечения звучания зуммера.

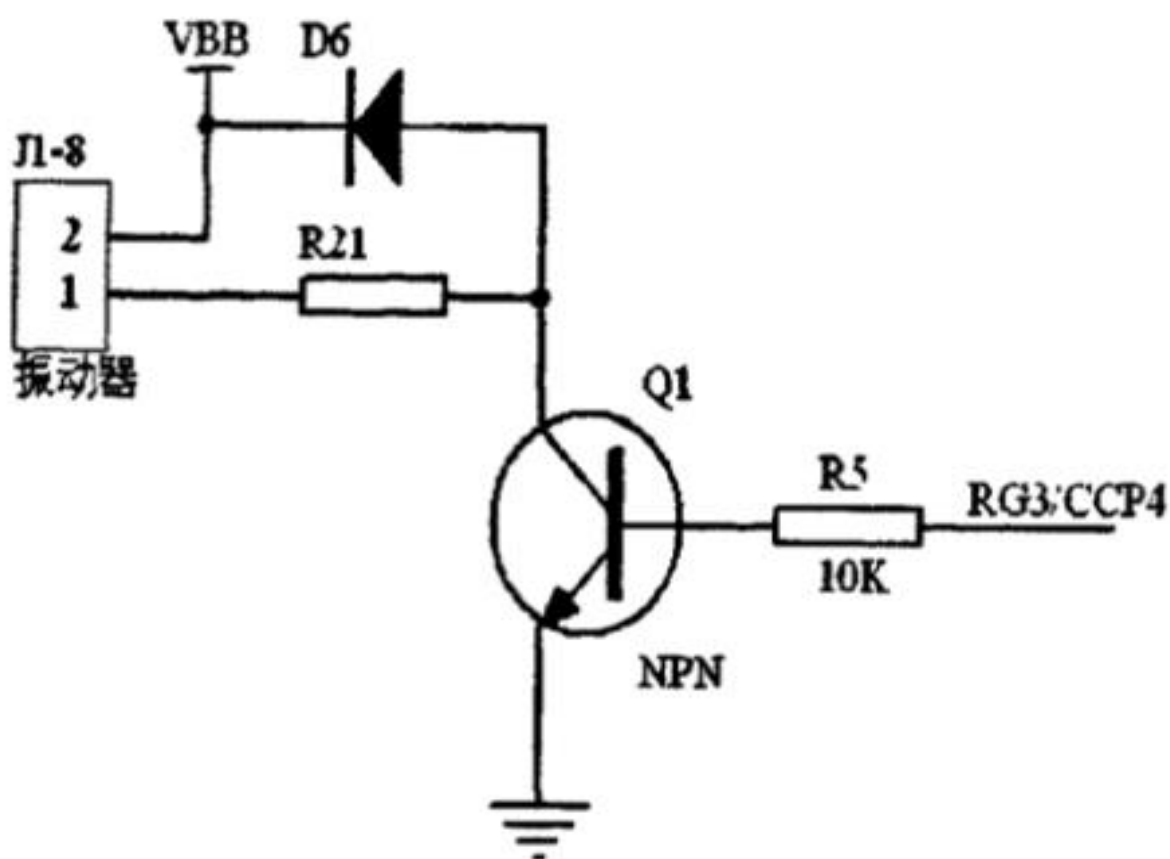


Рисунок 14 – Схема подключения схемы вибратора

Из эксперимента с вибратором видно, что вибратор критически активируется при напряжении 0,82 В, превышающем 1,6 В, и вибратор начинает дрожать. Фактическое напряжение VBB в цепи составляет 3 В. При выводе сигнала управления импульсом определенной частоты на вибратор диапазон настройки рабочего цикла зависит от рабочего диапазона рабочего напряжения вибратора 0,82~1,6 В, а частота выходного импульса контролируется портом CCP4 порта C8051F06х. Сигнал ограничен R5, трехступенчатая трубка Q1 включена, вибратор начинает работать, и диод свободного хода подключен параллельно на обоих концах вибратора для защиты вибратора

2.3.5 Дизайн силового модуля

Базовый план

В конструкции используется батарейный блок питания с напряжением 3 В. Основная причина выбора кнопочного аккумулятора (рисунок 15) заключается в том, что батарея небольшого размера, небольшого веса, удобна в переноске, не увеличивает вес инсулиновой помпы и повышает комфорт портативного устройства.



Рисунок 15 – Кнопочный аккумулятор с напряжением 3 В [30]

Однако, в дополнение к ограниченному заряду батареи, при использовании кнопочных батарей необходимо учитывать две проблемы: во-

первых, когда батарея разряжается, напряжение на ее клеммах будет значительно снижено, во-вторых, батарея имеет определенное внутреннее сопротивление и при разряде Внутреннее сопротивление постепенно увеличивается, вызывая изменение выходного напряжения при изменении нагрузки.

2.3.6 конструкция модуля обнаружения

Детектирующая часть инсулиновой помпы состоит из двух частей: одна часть - это детектор питания от батареи источника питания, а другая часть - это часть определения оставшегося количества лекарства в резервуаре с инсулином. Первый реализуется вместе аппаратным и программным обеспечением, а второй может быть полностью реализован статистикой расчета программ.

В соответствии с функцией реализации инсулиновой помпы, когда питание включено, необходимо отобразить оставшийся заряд батареи, который разделен на пять уровней. Соответствующее отношение полной сетки (четырёх сеток) составляет 100%, а соответствующее отношение трех сеток составляет 75%. 50%, отсутствие заряда батареи соответствует 0% [31].

Глава 3 Результаты и обсуждение

3.1 Анализ схемы управления мотора

Принцип действия схемы управления мотором показан на рисунке 16.

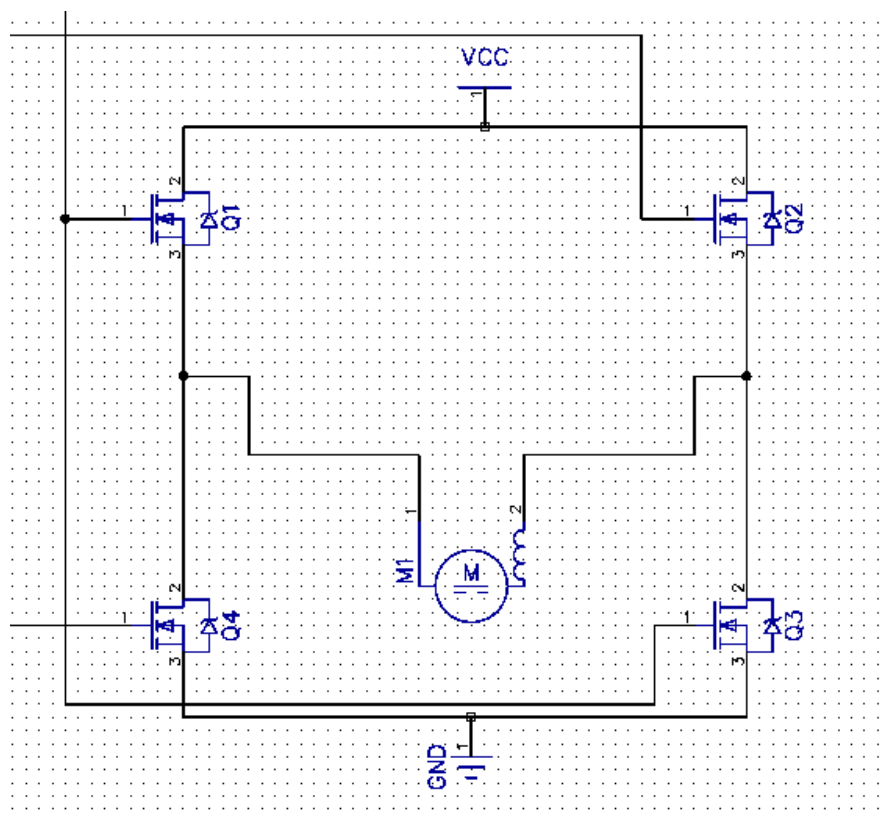


Рисунок 16 – Схема управления мотора [32]

Принцип действия работы управления мотором

Когда питание подключено положительное, то VT1 и VT3 открыты, а VT2 и VT4 выключены. Ток протекает по первому пути: $VCC \rightarrow VT1 \rightarrow M \rightarrow VT3 \rightarrow GND$, мотор двигается в одном направлении.

Когда входное напряжение питания находится на отрицательном значении, то VT2 и VT4 открыты, а VT1 и VT3 выключены. Тогда ток

протекает уже по второму путь: $VCC \rightarrow VT4 \rightarrow M \rightarrow VT2 \rightarrow GND$. И мотор двигается в противоположном направлении.

Путем изменения выключенного или включенного времени питания изменяется γ – коэффициент заполнения входного сигнала. Когда $\gamma = t_1/t_2$ больше чем 0,5, то U_A больше чем U_B ; Когда $\gamma = t_1/t_2$ меньше чем 0,5, то U_A меньше чем U_B ; Когда $\gamma = t_1/t_2$ равно 0,5, то мотор не двигается.

В момент $t=0$, ток протекает: $L (+) \rightarrow M \rightarrow VD1 \rightarrow e \rightarrow VD3 \rightarrow L (-)$

В момент $t=t_0$, ток протекает: $e (+) \rightarrow VT1 \rightarrow L \rightarrow M \rightarrow VT3 \rightarrow e (-)$

В момент $t=t_u$, ток протекает: $L (+) \rightarrow M \rightarrow VD2 \rightarrow e \rightarrow VD4 \rightarrow L (-)$

В момент $t=t_1$, ток протекает: $e (+) \rightarrow VT2 \rightarrow L \rightarrow M \rightarrow VT4 \rightarrow e (-)$

Таким образом, мы можем достичь функции вращения двигателя в двух противоположных направлениях. Эта функция особенно важна для инсулиновой помпы. Т.е., двигатель может вращать в одном направлении и толкать инсулин в тело пациента, а при необходимости добавления инсулина в насос - двигается в другом направлении (обратном).

3.2 Анализ результатов работы микроконтроллера

В результате проделанной работы написана программа для работы микроконтроллера (приложение Б). Программа написана на языке Assembler. Основная функция программы - добиться автоматического изменения выходного сигнала: в соответствии с изменением базового значения выходной сигнал изменяется непрерывно - от полного значения до минимального значения. Это изменение фактически имитирует изменение подачи дозы инсулина в инсулиновой помпе. Как упоминалось ранее (1.1.4 Практическое применение человеком инсулиновой помпы, стр. 17), когда пациент принимает

пищу, доза инсулина должна достигать максимального количества, а в течение остального времени помпа вливает определенное небольшое количество больному. В результате, такой способ обеспечивает тем самым различные функции инсулиновой помпы.

Для использования микроконтроллера, сначала необходимо открыть таймер, чтобы микроконтроллер мог начать работать (рисунок 17). После этого, необходимо настроить часть цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) и получить сигналы для управления. В ходе эксперимента выходной сигнал обычно имитирует три уровня дозы инъекции инсулина:

- (1) Сахар в крови в норме;
- (2) Низкое содержание сахара в крови;
- (3) Повышенное содержание сахара в крови.

И поскольку эта программа реализует автоматическое изменение сигнала, если пользователь устанавливает период времени использования инсулина, так то такое действие становится одноразовым, и программа автоматически выводит количество инсулина в соответствии с настройкой, что многократно экономит время пользователя. Таким образом, эта программа приносит удобство для использования инструмента.

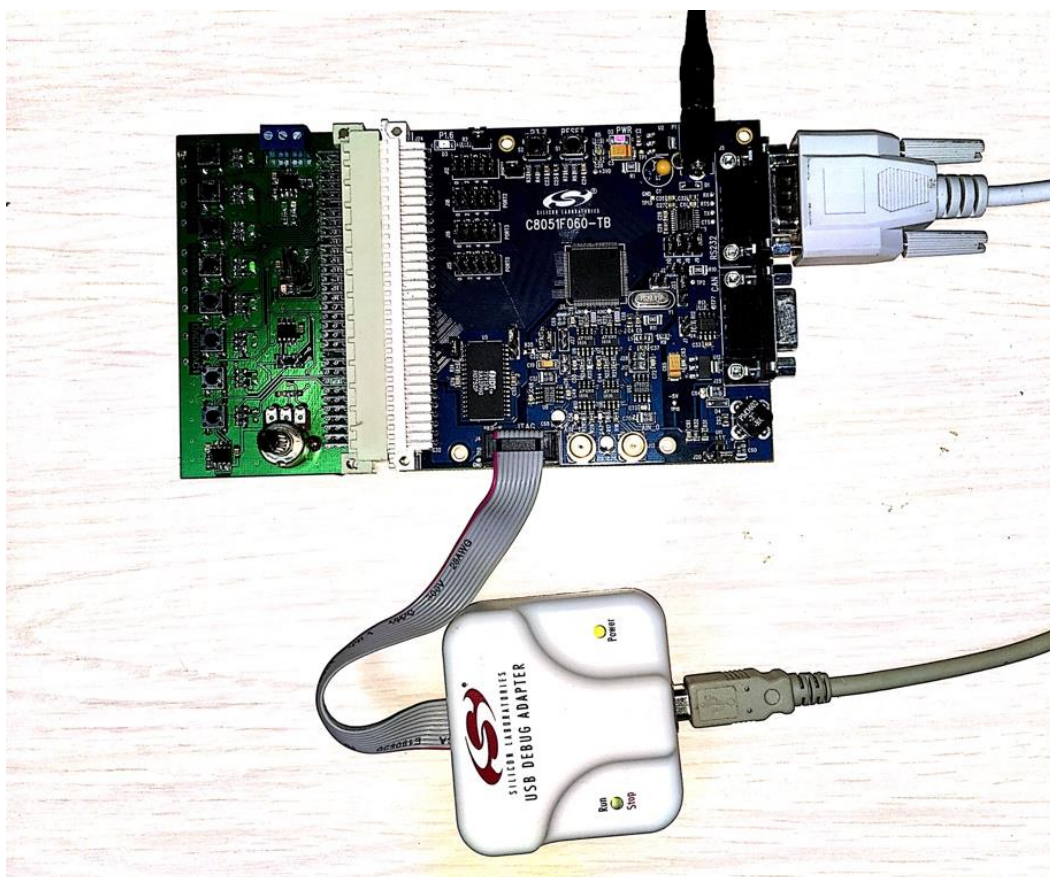


Рисунок 17 – Микроконтроллер C8051F061 в процессе работы

3.3 Анализ результатов сборки схемы

Основываясь на произведенном ранее выборе элементов, все они были приобретены и спаяны на плате. На рисунке 18 показана собранная схема.

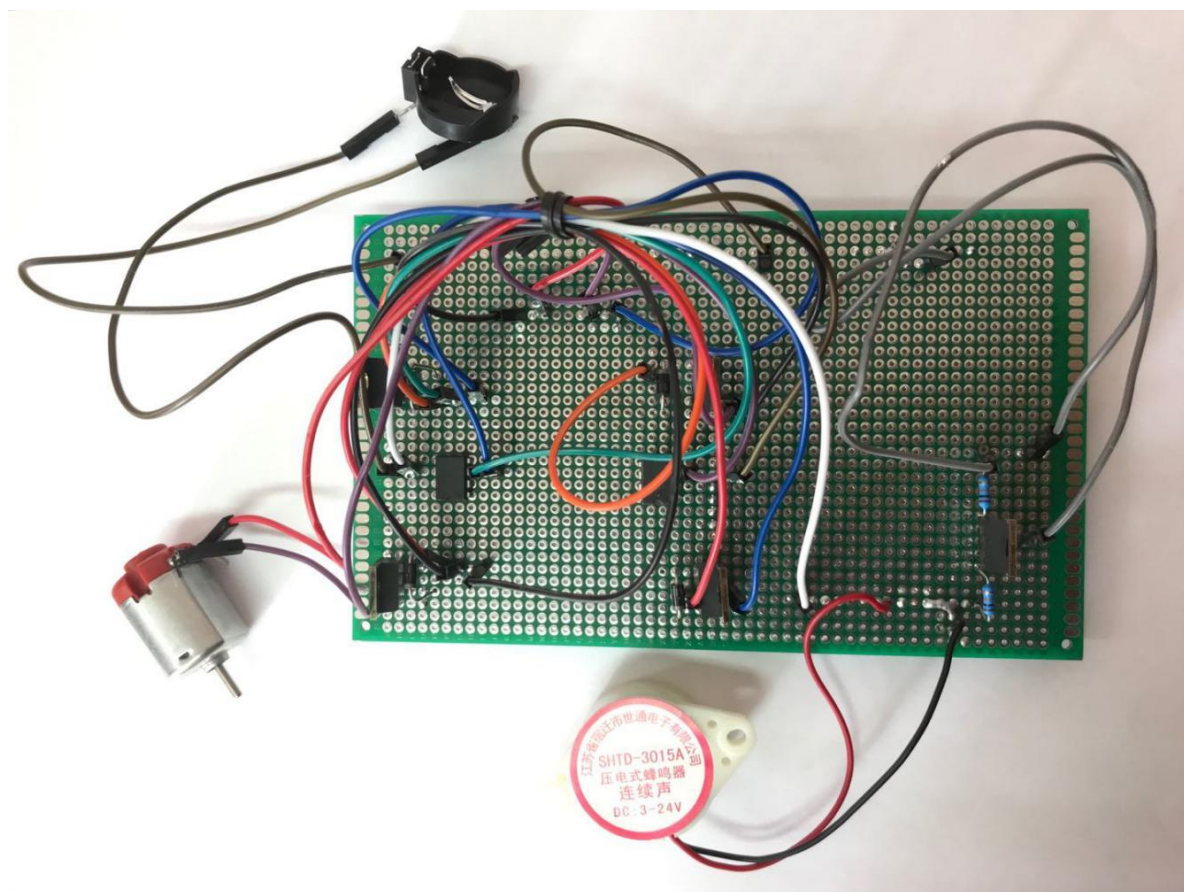
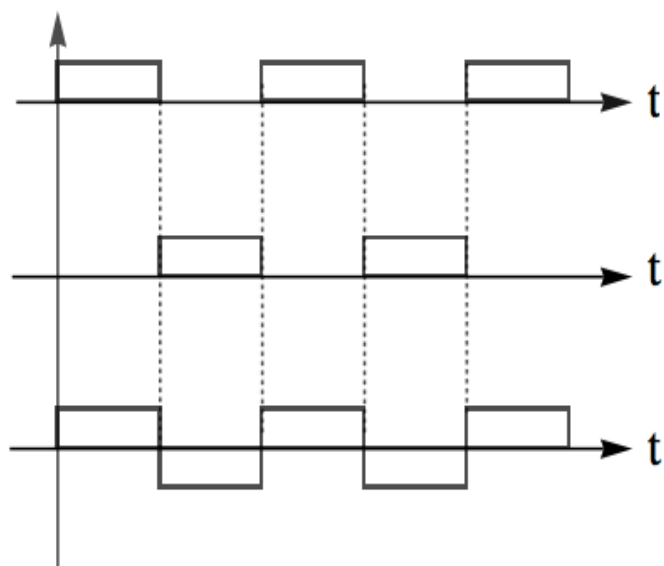


Рисунок 18 – Собранная схема

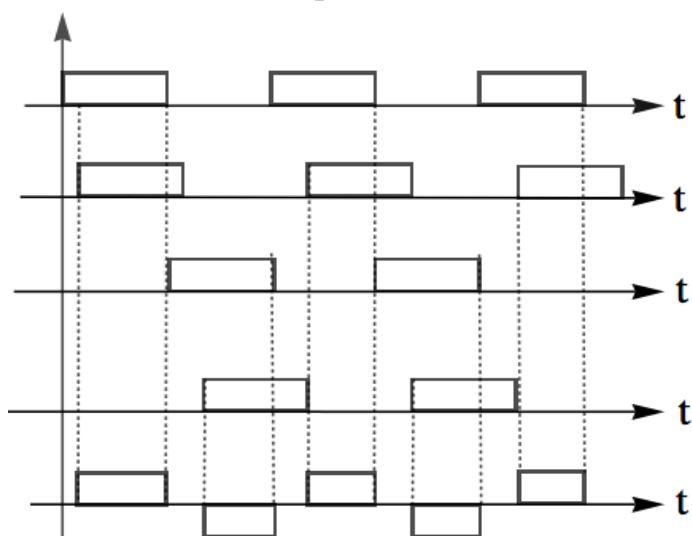
На двух диаграммах а и б рисунка 19 показаны сигнал схемы работы мотора нормальной работы (рисунок 19 - а) и ненормальной работы из-за задержки (рисунок 19 - б), соответственно.

Чтобы уменьшить задержку, которая может возникнуть на рисунке 20б, необходимо использовать два усилителя IR2111 в качестве выходных компонентов управляющего сигнала, так что четыре транзистора находятся под высоким напряжением (в состоянии) в разное время. Тем самым эффективно сокращается время, в течение которого двигатель не работает должным образом.

В ходе эксперимента с помощью осциллографа успешно получает идеальный сигнал (модель сигналы показана на рисунке 19 - а). Из формы волны может быть проанализируем что паяная плата работает нормально, и сигнал не имеет явного явления задержки. Результат был полезной.



а. нормально



б. задерживание

Рисунок 19 - Диаграммы работы мотора

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

Студенту:

Группа	ФИО
151A51	Лю Янхун

Школа	ИШНКБ	Отделение	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроника и наноэлектроника

Тема дипломной работы: Создание системы управления прототипа инсулиновой помпы

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;	Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ
2. Планирование научно-исследовательских работ	Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет интегрального показателя эффективности научного исследования.

Перечень графического материала:

1. Карта сегментирования рынка
2. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений
3. Матрица SWOT
4. Календарный план проекта
5. График проведения и бюджет НИ
6. Оценка эффективности

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Фадеева В. Н.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151A51	Лю Янхун		

Глава 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования сегментация рынка

Введение

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

Цель данного раздела является оценка конкурентоспособности и ресурсо-эффективности разработанной в ВКР инсулиновой помпы.

Инсулиновая помпа — медицинское устройство для введения инсулина при лечении сахарного диабета, также известное как терапия с непрерывным подкожным введением инсулина [33].

Клиентами использующими систему привода инсулиновой помпы, которая является предметом данной работы, должны быть компании, производящие медицинские устройства. Это могут быть отдельные группы клиентов, которые используют это медицинское устройство.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Сегментирование рынка для использования инсулиновых насосов проводится по следующим критериям: размер компании-клиента и вид компании-клиента (Таблица 3).

Таблица 3 – Карта сегментирования рынка услуг по клиентам использования инсулиновых насосов:

		Вид компании-клиента		
		Нет серьезных отношений с медициной	Связанные с медициной	Производство медицинского оборудования
Размер компании-клиента	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

Комментарии:

- Символ солнца  представляет подавляющее большинство компаний, которые соответствуют этому типу, купят этот продукт
- Символ луны  означает, что только около половины компаний, которые соответствуют этому типу, купят этот продукт.
- Звездный символ  представляет компанию, которая встречает этот тип практически без покупки этого продукта.

Из таблицы мы можем проанализировать:

- (1) Основную часть рынка составляют крупные и средние компании, занимающиеся главным образом медицинским оборудованием.
- (2) Во-вторых, мы выбираем тип компании, на которой намерены сконцентрироваться, это медицинская а небольшая компания, такая компания сейчас не является основной, но у нее большие перспективы потребления.
- (3) Наконец, мы можем быть уверены, что рынок, привлекательный для бизнеса, - это средние и крупные компании, связанные с медициной.

Далее следует сравнить в зависимости от критерии оценки (Приложении Д - Таблица Д.1)

Чтобы измерить качество дизайна насосов и перспективы развития рынка наших инсулиновых насосов, мы выбрали конкурента 1 Danner и конкурента 2 Medtronic. Обе компании имеют богатый опыт и высокие технологии в разработке инсулина.

Проведем оценку качества и перспективности по технологии QuaD по формуле:

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

где $P_{\text{ср}}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Из проведенных расчетов можно сделать вывод, что перспективность проделанного исследования выше среднего.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1 [34].

В целом, хотя наши оценки не сильно отличаются от результатов конкурентов, а в одном случае даже совпадают. Мы можем видеть, что наши продукты имеют перспективы развития и могут быть конкурентоспособны.

4.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта [34].

Для SWOT-анализа построена в приложении Е,Ж,И – таблица Е.1, Ж.1, И.1

4.1.4 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

В предыдущем разделе были описаны методы, которые позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. Если разработка находится на перечисленных стадиях жизненного цикла нового продукта, можно предложить не менее трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного исследования [34].

Для инсулиновой помпы это больше касается ее конкретной конструкции и системы управления. Поэтому для инсулиновой помпы можно выделить важные морфологические характеристики: энергопотребление, размер, вес, автоматизация и рабочее время. Морфологическая матрица для инсулиновой помпы приведена в таблице 4.

Таблица 4-Морфологическая матрица для инсулиновой помпы

	1	2	3
А.энергопотребление	Кнопка батареи	5 вольт обычная батарея	аккумулятор
Б.размер	небольшой	средний	большой
В.вес	легче	средний	тяжелее
Г.автоматизация	автоматизация	полуавтоматический	Чистое руководство
Д.рабочее время	короткое	среднее	длинное

На этом этапе описываются возможные варианты решения поставленной проблемы с позиции ее функционального содержания и ресурсосбережения. Для данной матрицы это может быть:

- 1) Для функционального содержания -А2Б2В2Г2Д3
- 2) Для ресурсосбережения -А3Б1В1Г3Д2
- 3) Для комфорта -А3Б1В1Г1Д3

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке: - определение структуры работ в рамках научного исследования; - определение участников каждой работы; - установление продолжительности работ; - построение графика проведения научных исследований.

Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по видам работ.

4.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

Трудоемкость выполнения НИОКР зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости работ i оя используется следующая формула [35]:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}, \text{ чел.-дн.}, \quad (2)$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_r , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Для

определения продолжительности одной работы, используется следующая формула:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч\ i}, \quad (3)$$

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

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

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

Результаты смотреть в таблице.

Необходимо построить диаграмму Ганта (Приложение Л - Таблица Л.1).

4.2.3 Бюджет научно-технического исследования

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме. Количество потребных материальных ценностей определяется по нормам расхода. Результат расчета приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Затраты на материалы

Наименование	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
IR2111	2	20	40
IRF530	8	250	2000
C1206C475M3RACTU	5	7	35
C2-33 – 0.125– 24Ом	4	5	20
IN5819	4	5	10
08G61-205C.3	1	400	400
BH10AAW	1	240	240
Бумага	100	0,5	50
Всего за материалы			2795
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)			95
Итого по статье См			2890

Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

Проведем расчет заработной платы относительно того времени, в течение которого работал руководитель и студент [35].

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (4)$$

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

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{доп} = З_{осн} \cdot k_{доп}, \quad (5)$$

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

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p, \quad (6)$$

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.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (7)$$

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

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

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20% от $З_{тс}$);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot М}{F_{\text{д}}}, \quad (8)$$

где $З_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$М$ – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Баланс рабочего времени показан в таблице 6, а заработная плата - в таблице 7.

Таблица 6 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	27	27
Потери рабочего времени		
-отпуск	24	48
-невыходы по болезни	0	-
Действительный годовой фонд рабочего времени	263	239

Таблица 7 – Заработная плата [35]

Исполнители	$З_{\text{тс}}$ руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$ руб.	$З_{\text{дн}}$ руб.	$T_{\text{р}}$ раб. дн.	$З_{\text{осн}}$ руб.	$k_{\text{доп}}$	$З_{\text{зп}}$ руб.
Руководитель	40000	0,3	0,2	1,3	78000	3084,41	27	83279,07	0,12	93272,55
Студент	5000	0,3	0,2	1,3	9750	424,26	44	18667,44	0,12	20907,53
Итого $З_{\text{осн}}$, $З_{\text{зп}}$								101946,51		114180,08

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (9)$$

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

На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2015 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы. Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$З_{накл} = k_{накл} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (10)$$

где $k_{накл}$ =90% – коэффициент накладных расходов.

Планируемые затраты разгруппированы по статьям и представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Статьи затрат

Статьи затрат	Сумма, руб.
Затраты на материалы	2890
Затрат на специальное оборудование	42107
Основная заработная плата	101946,51
Дополнительная заработная плата	12233,58
Отчисления во внебюджетные фонды	34977,63
Накладные расходы	102762,081
Бюджет затрат НТИ	296916,801

4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

(1) Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (11)$$

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

Для стоимости и максимальной стоимости исполнения получен из источник сайта:

$$\Phi_{p1} = 2300 \text{ руб.}$$

$$\Phi_{p2} = 2000 \text{ руб.}$$

$$\Phi_{p3} = 1500 \text{ руб.}$$

$$\Phi_{\text{max}} = 10000 \text{ руб.}$$

По форме 1.11 получили :

$$I_{\text{финр}1} = \frac{\Phi_{p1}}{\Phi_{\text{max}}} = 2300/10000 = 0,23$$

$$I_{\text{финр}2} = \frac{\Phi_{p2}}{\Phi_{\text{max}}} = 2000/10000 = 0,20$$

$$I_{\text{финр}3} = \frac{\Phi_{p3}}{\Phi_{\text{max}}} = 1500/10000 = 0,15$$

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (12)$$

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

a – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности проводит в форме таблицы (таблица 9).

Таблица 9 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

	Весовой коэффициент Параметра - a_i	Балльная оценка исп.1- b_1	Балльная оценка исп.2- b_2	Балльная оценка исп.3- b_3
1.Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,3	3	5	4
2.Энергосбережение	0,2	5	4	3
3. Надежность	0,3	4	5	3
4.Материалоемкость	0,2	3	4	5
ИТОГО	1	15	18	15

$$I_{p-исп1} = I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i = 3 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,3 + 3 \cdot 0,2 = 3,7;$$

$$I_{p-исп2} = I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i = 5 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,2 = 4,6;$$

$$I_{p-исп3} = I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i = 4 \cdot 0,3 + 3 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,2 = 3,7.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки переделывается на основании интегрального показателя ресурс эффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр1}}, I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр2}} \quad (13)$$

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр1}} = 3,7/0,23 = 16,08$$

$$I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр2}} = 4,6/0,2 = 23$$

$$I_{исп.3} = \frac{I_{p-исп3}}{I_{финр3}} = 3,7/0,15 = 24,66$$

Сравнительная эффективность проекта $\mathcal{E}_{ср}$

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}} \quad (14)$$

$$\mathcal{E}_{ср1} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} = 16,08/23 = 0,699$$

$$\mathcal{E}_{ср2} = \frac{I_{исп.2}}{I_{исп.3}} = 23/24,66 = 0,932$$

$$\mathcal{E}_{ср3} = \frac{I_{исп.3}}{I_{исп.1}} = 24,66/16,08 = 1,533$$

Результаты показан в таблице 10.

Таблица 10 - Результаты сравнительной эффективности разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,23	0,2	0,15
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,7	4,6	3,7
3	Интегральный показатель эффективности	16,08	23	24,66
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,699	0,932	1,533

В результате выполнения поставленных в данном разделе задач, можно сделать следующие выводы:

1. Технический проект можно повышать экономичности и производительности и технического производства.
2. Оценка ресурсоэффективности проекта, проведенная по интегральному показателю, показала что у него высокая эффективность реализации технического проекта.

С учетом вышеотмеченного, можно заключить, что проект более конкурентноспособен на рынке, направлен на экономию ресурсов и снижение затрат, а также удовлетворение рабочих потребностей инсулиновых насосов

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
151A51	Лю Янхун

Институт	ИШНКБ	Кафедра	Контроля и безопасности
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроника и нанoeлектроника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса,	Помещение с естественной вентиляцией воздуха расположено на 2 этаже 16В корпуса. В помещении размещено оборудование: осциллографы и компьютеры; площадь помещения составляет: 44 м2.
2. Отбор законодательных и нормативных документов	ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Анализ выявленных вредных факторов	-Шума на рабочем месте от ПК -Электромагнитных излучений от ПК -Общее производстве освещения -Микроклимат на рабочем месте
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой	-Электробезопасности
3. Охрана окружающей среды:	- Загрязнение окружающей среды на литосферу и виды отходов - Нормативы образования отходов и лимиты на их размещение -Обращение с образующимися отходами
4. Защита в чрезвычайных ситуациях:	Вероятной ЧС является пожар ; средства тушения, план эвакуация,
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	Правовые нормы трудового законодательства и мероприятия по Соц. Защиты работников

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дашковский А. Г.	К. Т. Н.		

Задание принял к исполнению студентка:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151A51	Лю Янхун		

Глава 5 Социальная ответственность

Введение

Объектом исследования является инсулиновая помпа. Областью применения разрабатываемого объекта является медицина. Цель ВКР - разработка системы управления прототипа инсулиновой помпы для лечения больных сахарным диабетом.

5.1 Анализ выявленных вредных производственных факторов

5.1.1 Уровень шума на рабочем месте

По характеру шума различаются два вида шума: тональный и широкополосный. По временным характеристикам выделяют два типа шума: постоянный и непостоянный. Непостоянный шум следует подразделять на импульсный, прерывистый и колеблющийся.

Допустимые уровни широкополосного шума для проведения теоретических работ, осуществления творческой и научной деятельности даны в таблице 11 .

Таблица 11 – Допустимые уровни звукового давления для широкополосного постоянного и непостоянного (кроме импульсного) шума [36]

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звука дБА
Рабочие места в помещениях —в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	50

При работе исправного компьютера уровень издаваемого шума от 35 до 50 дБА . Источники шума неисправного компьютера: вентилятор и приводы жестких и оптических дисков.

Постоянный шум вызывает у человека повышенную утомляемость, головную боль, расстройство центральной нервной системы и т. д.

Для того чтобы компьютер не шумел, нужно применять хорошую систему охлаждения, специальный стол с ящиком и шумозащитный экран .

5.1.2 Уровень электромагнитных излучений

Электромагнитные излучения оцениваются показателями интенсивности электромагнитного поля и электрической нагрузки, которую создают. Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ показаны в таблице 12.

Таблица 12 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ [37]

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц-400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц-400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Под действием ЭМП ослабляется иммунитет продолжительное действие ЭМИ, может быть причиной рака, болезни Паркинсона.

С целью сокращения воздействия ЭМИ, необходимо сокращать количество времени, проведенного за ПК, и находиться от него на большом расстоянии.

5.1.3 Освещение рабочей зон

Освещение — это получение, распределение и использование световой энергии для обеспечения благоприятных условий видения.

Освещение в помещениях подразделяется на три типа: искусственное, совмещенное и естественное. Различаются три вида естественного освещения: боковое, верхнее и комбинированное, и искусственного освещения: общее равномерное, общее локализованное и комбинированное.

Помещения в которых осуществляется работа за ПК, должны быть оборудованы общим равномерным освещением и естественным боковым (чтобы свет падал преимущественно слева). Часто дополнительно используется местное освещение.

Освещение рабочей зоны за ПК должно быть достаточным, не очень ярким, не блестящим, с равномерным распределением яркости.

В результате длительной работы за ПК при плохом освещении снижается острота зрения, глаза устают и становятся сухими. Кроме того, ухудшается сон.

Качественному освещению рабочего места за ПК служат определенные светильники с зеркализированными решетками и люминесцентными лампами, светильники должны размещаться сбоку на уровне зрения и сверху в виде линии.

Расчёт освещенности рабочего места

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Основные параметры данного помещения для аудитории 251 в корпусе 16В ТПУ представлены в таблице 13.

Таблице 13- Основные параметры данного помещения аудитории 251 в корпусе 16В ТПУ

Длина помещения А, м	8
ширина В, м	5,5
Высота Н, м	3,5
Высота рабочей поверхности над полом h_p , м	1
Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор ρ_c	50%
Коэффициент отражения свежепобеленного потолка потолка ρ_{II}	70%

Согласно СНиП 23-05-95[38] необходимо создать освещенность Е в зоне 300 - 400 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B, \quad (1)$$

где А – длина, м;

В – ширина, м.

$$S = 8 \times 5,5 = 44 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор $\rho_c=50\%$, свежепобеленного потолка потолка $\rho_{II}=70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_z=1,5$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z=1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛД-40, световой поток определён в процессе расчета.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40. В таблице 14 представлены основные характеристики данного светильника.

Таблице 14 - Основные характеристики светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40.

Тип светильника	Количество и мощность лампы	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	КПД %
ОДОР-2-40	2 х40	1227	265	155	75

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda=1,2$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p, \quad (2)$$

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: $h_n = 5$ м.

Проводит расчет числе светильников по рисунке 1.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

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

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda * h = 1,2 * 2 = 2,4 \text{ м} \quad (4)$$

Число рядов светильников в помещении:

$$N_b = \frac{B}{L} = \frac{5,5}{2,2} = 2,29 \approx 2 \quad (5)$$

Число светильников в ряду:

$$N_a = \frac{A}{L} = \frac{8}{2,4} = 3,33 \approx 3 \quad (6)$$

Общее число светильников:

$$N = N_a \cdot N_b = 3 \times 2 = 6 \quad (7)$$

Число лампы = 12

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

$$A = 2 \cdot L_1 + \frac{2}{3} L_1 + 3 \times 265 \quad (8)$$

$$\frac{8}{3} L_1 = 7205; L_1 = 2700 \text{ мм}; \frac{L_1}{3} = 900 \text{ мм} \quad (9)$$

$$B = 2 \cdot L_2 + \frac{2}{3} L_2 + 3 \times 1227 \quad (10)$$

$$\frac{5}{3} L_2 = 3046; L_2 = 1827 \text{ мм}; \frac{L_2}{3} = 609 \text{ мм} \quad (11)$$

Размещаем светильники в два ряда. На рисунке 20 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

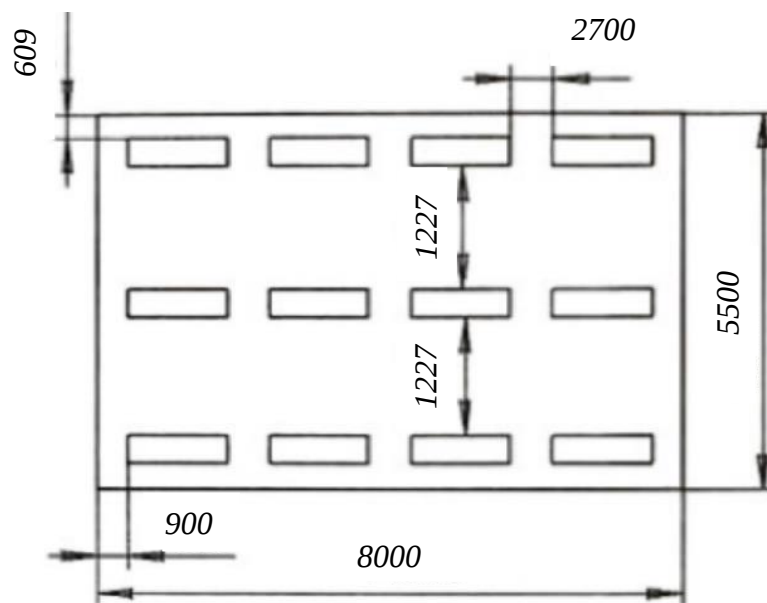


Рисунок 20 - План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

Индекс помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{8 \cdot 5,5}{2 \cdot (8 + 5,5)} \approx 1,75 \quad (13)$$

Коэффициент использования светового потока, показывающая 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 $i = 1,75$ равен $\eta = 0,54$.

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 44 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,54} = 3361,11 \text{ лм} \quad (14)$$

Проверка выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{лб}} - \Phi}{\Phi_{\text{лб}}} \cdot 100\% \leq 20\% \quad (15)$$

$$\frac{3900-3361,11}{3900} \cdot 100\% = 13,81\% \quad (16)$$

$$-10\% < 13,81\% < 20\%$$

Вывод: Необходимый световой поток не выходит за пределы требуемого диапазона.

5.1.4 Микроклимат на рабочем месте

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые и оптимальные значения микроклимата для этого случая даны в таблице 15.

Таблица 15 - Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений [39]

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
Теплый	Iб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха для производственных помещений даны.

Для своего работы категория работ – Іб (К категории Іб относятся работы с интенсивностью энерготрат 121-150 ккал/ч (140-174 Вт), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением).

С целью улучшения микроклимата рекомендуется увлажнять и ионизировать воздух (с помощью ионизаторов и увлажнителей) часто делать влажную уборку и проветривать помещение.

5.2 Анализ опасных факторов при разработке и эксплуатации инсулиновой помпы

5.2.1 Электробезопасности

Электрический ток является опасным фактором, который проявляется в виде электротравм.

В зависимости от характеристик тока и напряжения длительности воздействия на человека и условий внешней среды степень влияния электрического тока может быть.

Электрический ток оказывает на человек термическое (ожоги), электрическое (разложение крови и других органических жидкостей), механическое (повреждения тканей) и биологическое (судорожные сокращения мышц) воздействие .

Источником поражения электрическим током являются открытые металлические участки, электроприборов, поврежденная проводка, выключатель розетка.

Обеспечению электробезопасности служат конструкция электроустановок, технические способы и средства защиты и организационные и технические мероприятия.

Чтобы обеспечить защиту от случайного прикосновения к токоведущим частям, применяют следующие способы и средства: защитные барьеры и оболочки, рабочее место без приборов высокого напряжения.

В быту необходимо соблюдать основные правила электробезопасности: не пользоваться поврежденными электроприборами, использовать электроприборы в соответствии с инструкцией по применению, не перенагружать сеть.

Класс электрической опасности помещения с обоснованием:

Все производственные цеха, помещения, в которых присутствуют электроустановки, по степени опасности поражения электрическим током, выделяют в группы:

1 группа (без повышенной опасности), 2 группа (помещения с повышенной опасностью) и 3 группа (особо опасные помещения).

Моя рабочая среда - лаборатория, это первая группа. — без повышенной опасности

Характеристики I группа — без повышенной опасности :

1. Работа происходит при нормальной температуре до +5 градусов и относительной влажности воздуха до 75% (согласно правилам устройства электроустановок (ПУЭ) в помещении с диэлектрическим полом.

2. Напольные покрытия изготовлены из не токопроводящих материалов: плитка, древесина, линолеум и аналогичные; минимум электроустановок, подлежащих заземлению;

3. Отсутствуют сложные металлические конструкции; в воздухе и на поверхностях не присутствует токопроводящая пыль;

4. Для таких помещений характерны большие площади и низкий коэффициент заполнения пространства;

5. Допускается работа с электроаппаратами напряжением 0,23 кВ.

Безопасные помещения для всех работников по электробезопасности:

1. Электрический ток, проходя через тело человека, может поразить отдельные участки тела в виде ожогов и металлизации кожи или воздействовать на нервную систему и мышцы, в результате чего могут произойти судороги мышц, остановка дыхания, фибриляция (беспорядочное подёргивание сердечной мышцы) и остановка сердца, что в свою очередь, может привести к смертельному исходу.

2. Сопротивление сухой неповреждённой кожи человека может быть до 80 000 Ом, сопротивление внутренних органов составляет 800 - 1000 Ом, поэтому расчетное сопротивление человека электрическому току принимается равным 1000 Ом. (1 кОм).

3. Безопасным для организма человека можно считать переменный ток силой не выше 0,05 А ток силой более 0,05 - 0,1 А опасен и может вызвать смертельный исход [40].

4. Безопасным напряжением для человека считается напряжение 36 В в нормальных условиях и 12 В в условиях повышенной опасности (сырость, высокая температура, металлические полы и др.).

5. Электропроводка должна выполняться изолированными проводами и подвешиваться на высоте не менее 2,5 метров, если рабочее напряжение в проводе более 36 В.

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами: СКЗ и СИЗ:

Средства коллективной защиты(СКЗ) предназначены для одновременной защиты двух и более работников от негативного влияния биологических, химических и физических факторов внешней среды. СКЗ по своему назначению подразделяются на следующие классы (п. 1.1 ГОСТ 12.4.011-89):

1. Нормализации воздушной среды в производственных помещениях;
2. Обеспечения освещения производственных помещений и рабочих мест;

3. Защиты от поражения электрическим током.

Классификация СИЗ в России устанавливается ГОСТ 12.4.011-89.

1. диэлектрические перчатки, боты, калоши, коврики;
2. сухие лестницы, электронный монтажные пояса;
3. инструменты с электроизолированными ручками.

5.3.Экологическая безопасность

Экологическая безопасность (ЭБ) — допустимый уровень негативного воздействия природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и человека.

Поскольку основным объектом исследования является инсулиновая помпа, который является медицинском прибором, поэтому основным видом образующихся отходов являются медицинские принадлежности.

Правила разделили все медицинские отходы больниц и лечебно-оздоровительных учреждений на пять классов по степени их токсикологической, эпидемиологической и радиационной опасности.

Классификация медицинских отходов показана в таблице 16. Для полностью таблицы построена в приложении М – таблица М.1.

Таблица 16 - Классификация медицинских отходов [41]

Класс опасности	Состав
Класс А Неопасные	Медицинские отходы, не имеющие контакта с биологическими жидкостями пациентов, инфекционными больными, нетоксичные отходы. Пищевые отходы всех подразделений ЛПУ кроме инфекционных (в т.ч. кожно-венерологических), фтизиатрических. Мебель, инвентарь, неисправное диагностическое оборудование, не содержащие токсичных элементов. Неинфицированная бумага, смет, строительный мусор и т.д

В соответствии с классификацией отходов тип отходов, обычно встречающийся в лабораториях, относится к типу А - неопасные.

В каждом лечебно-профилактическом или фармацевтическом учреждении должна быть разработана и утверждена система обращения медицинских отходов различных классов опасности. Утилизация медицинских отходов осуществляется в зависимости от их класса. К отходам различных классов предъявляются свои требования по их сбору, хранению, транспортированию и утилизации. Не разрешается смешение отходов различных классов.

Выбор метода утилизации медицинских отходов зависит от их класса, количества, финансовых возможностей медицинского учреждения, а также от того, кто будет заниматься утилизацией: обслуживающий персонал либо профессионалы, которые работают в организации, которая занимается утилизацией отходов.

Обращение с образующимися отходам:

Утилизация опасных медицинских отходов включает в себя следующие этапы:

- сбор внутри организаций, осуществляющих медицинскую и/или фармацевтическую деятельность;
- перемещение из подразделений и временное хранение на территории организации;
- дезинфекция обеззараживание/обезвреживание медицинских отходов;
- транспортирование с территории организации;
- захоронение или уничтожение медицинских отходов.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.4.1 Пожарвзрывобезопасность

Пожар - это катастрофическое явление горения, которое не контролируется во времени или пространстве. Среди стихийных бедствий пожары являются одной из наиболее частых и распространенных угроз общественной безопасности и социальному развитию.

Все эксплуатируемые помещения по степени потенциальной опасности разделяются на пять видов. Они определяются находящимися внутри газами, жидкостями или материалами, а также используемыми технологиями, если речь идет о производственных зданиях. Ниже приведена таблица категорий помещений по пожарной безопасности содержит описания и некоторые примеры каждой из них.

Категория зданий и сооружений, а также наружных установок показана в таблице 17. Для полностью таблицы построена в приложении Н – таблица Н.1.

Таблице 17 - Категория зданий и сооружений [42]

Категория	Характеристики здания без системы автоматического пожаротушения	Характеристики здания, на котором установлена автоматическая система тушения пожара
В	Помещения, которым присвоены категории «А», «Б» и «В1-В3», занимают площадь свыше 5% от всего здания. При этом оно не относится к двум предыдущим группам	Помещения, которым присвоены категории «А», «Б», «В1-В3», составляют свыше 25% от всей площади здания или занимают от 3500 кв.м.

Согласно НПБ 105-03 лаборатория относится к категории В - горючие вещества и материалы могут быть деревянные столы, стулья, деревянные окна и т.д..

Основные правила пожарной безопасности в лаборатории :

1. Курить;
2. Использовать в работе неисправные приборы (оголенная проводка, розетка и т.д.;
3. Оставлять горящую спиртовку без присмотра;

4. Оставлять нагревательные приборы и элементы без присмотра;
5. Загромождать проходы и выходы на путь эвакуации, подступы к средствам пожаротушения и пусковым устройствам электрооборудования и вентиляции.

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.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации (рисунок 21), порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.



Рисунок 21 - Пути эвакуации в корпусе №16В

В производственных помещениях монтируются стационарные установки пожаротушения, которые подразделяются на автоматические и ручные.

Независимо от наличия установок пожаротушения в зданиях и сооружениях должны предусматриваться первичные средства пожаротушения.

К первичным средствам пожаротушения относятся:

- огнетушители (переносные, передвижные);
- ящики с песком;
- бочки с водой;
- покрывала из теплоизоляционного полотна;
- пожарные ведра и пожарный инструмент (багры, ломы, топоры);

Для размещения первичных средств пожаротушения в помещениях устанавливаются пожарные щиты и стенды.

5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Общие нормы трудового права сосредоточены не только в положениях так называемой общей части Трудового кодекса РФ, но и в нормах Особенной части. В числе общих норм можно назвать:

1) основные начала и принципы трудового законодательства (например, запрещение принудительного труда), нормы об основных правах и обязанностях работников и работодателей (часть I ТК РФ [43]);

2) общие принципы социального партнерства, ответственности его сторон (часть II ТК РФ);

3) нормы о минимальном размере оплаты труда (ст. 133 ТК РФ);

4) нормы о максимальной продолжительности рабочей недели (ч. 2 ст. 91 ТК РФ);

5) положения о минимальной гарантированной продолжительности ежегодного оплачиваемого отпуска (ч. 1 ст. 115 ТК РФ);

6) нормы и правила охраны труда; порядок рассмотрения и разрешения индивидуальных и коллективных трудовых споров и т. д.

Социальная защита – это система законодательных, социально-экономических и морально - психологических гарантий, средств и мер, благодаря которым создаются равные для членов общества условия, препятствующие неблагоприятным воздействиям среды на человека, обеспечивающие достойные и социально приемлемое качество их жизни.

Настоящий Федеральный закон устанавливает в Российской Федерации правовые, экономические и организационные основы обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний и определяет порядок возмещения вреда, причиненного жизни и здоровью работника при исполнении им обязанностей по трудовому договору и в иных установленных настоящим Федеральным законом случаях [44].

Основными принципами мероприятий по соц. защиты работников по экономике являются :

1) Обязательное страхование работников от временной нетрудоспособности, от профессиональных заболеваний, от несчастных случаев на производстве;

2) Обязательные виды компенсаций:

- льготное пенсионное обеспечение;
- предоставление дополнительных оплачиваемых отпусков;
- сокращение продолжительности рабочего времени (на работах с вредными условиями труда, а также отдельных категорий работников (инвалидов, несовершеннолетних);
- обеспечение лечебно-профилактическим питанием на работах с особо-вредными условиями труда;
- выдача молока, соков на работах с вредными условиями труда;
- обеспечение газированной соленой водой работников «горячих» цехов;
- доплаты за работу:

а) во вредных условиях труда

- б) в особых климатических условиях;
- в) в ночное время;
- г) в выходные и праздничные дни,
- д) сверхурочно;
- е) за ненормированный рабочий день

5.5.1 Перечень НТД

36. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности

37. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы

38. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение

39. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений

40. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

41. СанПиН 2.1.7.728-99 Правила сбора, хранения и удаления отходов лечебно-профилактических учреждений

42. ГОСТ р 12.4.026-2001 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний

43. Трудовой кодекс Российской Федерации

44. Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ (ред. от 07.03.2018) "Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний"

Заключение

В соответствии с конструкцией оборудования, приведенных во второй и третьей части выпускной квалификационной работы для инсулиновой помпы и с требованиями к системным функциям, вся схема аппаратной части инсулиновой помпы подразделяется на:

1. Центральный модуль обработки — выбрали C8051F06x модель микроконтроллера, мотора «10NS61 Athlonix» для дальнейшего улучшения конструкции всего инсулинового насоса.

2. Модуль жидкокристаллического дисплея

3. Модуль интерфейса кнопки

4. Модуль сигнализации

5. Модуль аккумулятора

6. Модуль обнаружения

Основные преимущества инсулиновой помпы, разработанной в этой работе, отражены в трех частях:

- 1) Полностью сконструированная инсулиновая помпа имеет небольшие размеры и удобна для переноски пациентами;

- 2) Инсулиновая помпа хорошо спроектирована и не подвержена внешней электромагнитной индукции;

- 3) Работа между различными модулями не влияет друг на друга, что позволяет помпе работать более стабильно.

В будущем, с помощью современных технологий, будут разработаны инсулиновые помпы с меньшей стоимостью, а также расширится ее спектр применения. Это обеспечит большую помощь для эффективного лечения людей, с заболеванием сахарный диабет.

В работе сделана оценка коммерческого потенциала разработки, планирование проекта, расчет бюджета, оценка ресурсной эффективности разработки выпускного проекта.

Благодарности

Хочу выразить огромную благодарность моему научному руководителю доценту ОЭИ ИШНКБ ТПУ, к.т.н. Арышевой Г.В. Когда я поступил в университет, мой руководитель выдвинула строгие требования и вселила в меня большие надежды: глубокие знания руководителя, проницательность, строгий академический стиль и утонченный исследовательский дух заразили и поучили меня. За последние два года мой руководитель не только дала мне детальное руководство по изучению курсов, выбору тем и содержанию исследований, а также обеспечила хорошую среду для обучения и исследований, и многие другие аспекты возможностей обучения и обучения именно благодаря ее энтузиазму. Поощряла и поддерживала, чтобы я мог преодолевать проблемы и препятствия одну за другой, и я не только извлекал выгоду из методов работы и исследовательских идей, но также успешно завершил написание темы и закончил курс бакалавриата. Здесь я хотел бы выразить мою сердечную благодарность моему инструктору, который усердно работал, чтобы обучать меня.

Я благодарен студенту Цай Цзиньцунь, который принадлежит к той же предметной группе, за то что он помог мне в ходе моих исследований на первом году обучения. Кроме того, хочу выразить свою благодарность доценту ИШХБТ ТПУ, к.ф.-м.н. Губареву Ф. А., за оказание мне большой помощи во время проведения исследований.

Список использованных источников

1. Сахарный диабет//Дата:05.02.2016 URL: <https://studfiles.net/preview/5016572/page:4/> (дата обращения:11,02,2019).
2. Минздрав ЗК в 2017 году недообеспечил инсулинами больных сахарным диабетом//Дата:04.09.2017 URL: <http://my-diabet.blogspot.com/2017/12/2017.html> (дата обращения:11,02,2019).
3. Insulin pumps, monitors vulnerable to hacking//Дата:05.08.2011 URL:<https://www.cbc.ca/news/technology/insulin-pumps-monitors-vulnerable-to-hacking-1.1053315> (дата обращения:11,02,2019).
4. Сколько единиц инсулина в 1 млURL: <https://diabet5.ru/pitanie/skolko-edinit-insulina-v-1-ml.html> (дата обращения:11,02,2019).
5. Electronics in medicine: Insulin pump design//Дата:05.06.2013 URL: https://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1280826&page_number=2# (дата обращения:11,02,2019).
6. Инсулиновая помпа//Дата:23.10.2018 URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%81%D1%83%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B0 (дата обращения:12,03,2019).
7. История развития инсулиновых помп//Дата:2016 URL: <http://www.pump-ukraine.com/PumpHistory.aspx> (дата обращения:12,03,2019)
8. Использование препаратов инсулина ультракороткого действия в инсулиновых помпах//Андрианова Е.А. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-preparatov-insulina-ultrakorotkogo-deystviya-v-insulinovyh-pomпах> (дата обращения:12,03,2019).
9. Современные технологии в лечении сахарного диабета 1-го типа: дозаторы инсулина//Дата:19.01.2012 URL: <https://moidiabet.ru/articles/sovremennie-tehnologii-v-lechenii-saharnogo-diabeta-1-go-tipa-dozatori-insulina/> (дата обращения:12,03,2019).

10. Система мониторингирования глюкозы и инсулиновые помпы/В. В. Смирнов, Г. Е. Горбунов/Дата:16.03.2009 URL: <https://www.lvrach.ru/2009/03/7273883/> (дата обращения:12,03,2019).
11. Хранение инсулина// Мохова Екатерина, врач-эндокринолог URL: <https://rule15s.com/knowledge/khraneniye-insulina> (дата обращения:11,02,2019)
12. Designing an insulin pump//Дата:21.03.2013 URL: https://archive.eetindia.co.in/www.eetindia.co.in/ART_8800685115_1800013_TA_9aed5469_2.HTM (дата обращения:12,03,2019).
13. Инсулиновая помпа — схема работы, сколько стоит и как получить бесплатно//Дата:2019 URL: <http://diabetiya.ru/lechimsya/insulin/insulinovaya-pompa.html> (дата обращения:12,03,2019).
14. Инсулиновые помпы URL: https://diacadem.com/catalog/insulinovye_pompy/ (дата обращения:12,03,2019).
15. Подбор базальной скорости на помпе//Елена Антонец URL: <https://moidiabet.ru/blog/podbor-bazalnoi-skorosti-na-pompe/offset/10> (дата обращения:12,03,2019).
16. Что такое PSoC? (первое знакомство)//Дата:05.05.2011 URL: <http://antiradio.narod.ru/psoc/intro/intro1.htm> (дата обращения:11,02,2019).
17. Эффективное управление питанием портативных устройств//Сафронов Алексей URL: <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/publ/powersuply/smp.htm> (дата обращения:23,03,2019).
18. High Efficiency Motors for Insulin Pumps URL: <https://www.portescap.com/industries-supported/infusion-systems/high-efficiency-motors-for-insulin-pumps> (дата обращения:23,03,2019).
19. Portescap introduces the 10NS brush DC miniature motor//Дата:08.04.2013 URL:<https://www.motioncontroltips.com/portescap-introduces-the-10ns-brush-dc-miniature-motor/> (дата обращения:23,03,2019).

20. Мощность

момент//Дата:21.03.2016URL:http://wiki.zr.ru/%D0%9C%D0%BE%D1%89%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%BC%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82 (дата обращения:30,03,2019).

21. IR2111 half-bridge driver //International Rectifier -2005-2007-№PD-6..028C (дата обращения:30,03,2019).

22. Микроконтроллеры и микропроцессоры//Дата:18.04.2015 URL: <https://studfiles.net/preview/3211373/page:2/> (дата обращения:30,03,2019).

23. C8051F060/1/2/3/4/5/6/7 //Silicon Laboratories -2004 – Ред.1.2 – С1 (дата обращения:30,03,2019).

24. Разрешение экрана монитора//Дата:04.06.2018 URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D1%8D%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B0 (дата обращения:30,03,2019).

25. Поставка ЖК-дисплея URL: https://www.china.cn/pic/3818412825_0.html (дата обращения:30,03,2019).

26. О разработке и исследовании инсулиновых помп URL:<https://drc.ucsf.edu/zh-hans/> //Дата: 06.02.2016 (дата обращения:30,03,2019)

27. Типы подсветок: Edge LED и Direct LED - что это и какую выбрать//Дата:05.02.2016 URL: <https://rem-tv.net/publ/typy-podsvetok-edge-led-i-direct-led-cto-eto> (дата обращения:30,03,2019).

28. Простой импульсный источник питания 5 В, 4А//Дата:07.02.2015 URL: <http://schem.net/pitanie/5-97.php> (дата обращения:30,03,2019).

29. Эксперименты с переменным током.//Дата:05.06.2018 URL: <http://lib.qrz.ru/book/export/html/4516> (дата обращения:15,04,2019).

30. CR2354 Lithium battery Panasonic 3V URL: <https://www.batteries.gr/en/primary/voltage/3-volt-3-6-volt/panasonic-cr2354-3v.html> (дата обращения:15,04,2019).

31. Определение установленной мощности и тока нагрузки//Дата:21.08.2018
URL:<http://electro-remont.com/opredelenie-ustanovlennoj-moshhnosti-i-toka-nagruzki.html> (дата обращения:15,04,2019).
32. Бакалаврская работа //Дата: 18.05.2017 Цай Цзиньцзюнь (дата обращения:15,04,2019).
33. Инсулиновая помпа//Материал из Википедии Дата:23.11.2018
URL:https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%81%D1%83%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B0 (дата обращения:15,04,2019).
34. З.В.Криницына, И.Г.Видяев //Финансовый менеджмент, рескрсоэффктивность и ресурсосбережение URL:
<http://portal.tpu.ru/SHARED/I/LTUHVATULINA/study/ecomonics/Tab/specialict.pdf> (дата обращения:15,04,2019).
35. Определение трудоемкости выполнения НИОКР//URL:
<https://studfiles.net/preview/4243236/page:18/> (дата обращения:20,04,2019).
36. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности
37. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
38. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение
39. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
40. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
41. СанПиН 2.1.7.728-99 Правила сбора, хранения и удаления отходов лечебно-профилактических учреждений
42. ГОСТ р 12.4.026-2001 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и

правила применения. Общие технические требования и характеристики.
Методы испытаний

43. Трудовой кодекс Российской Федерации

44. Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ (ред. от 07.03.2018) "Об
обязательном социальном страховании от несчастных случаев на
производстве и профессиональных заболеваний"

Приложение А

(справочное)

Список параметров двигателя

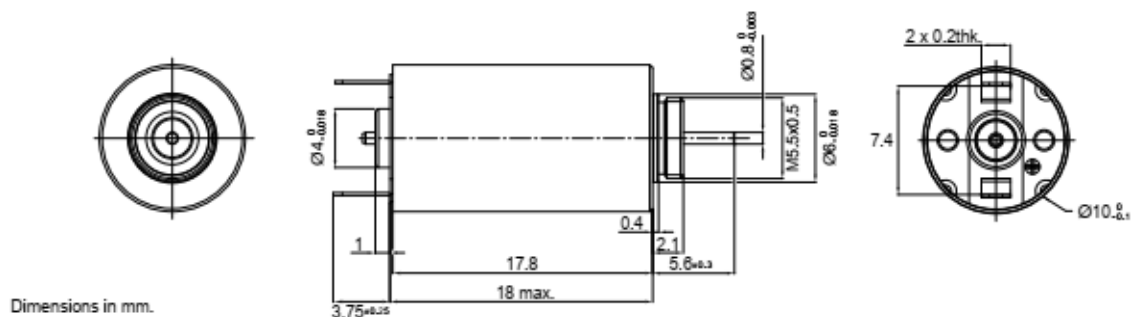


Рисунок А.1 – Принципиальная схема двигателя

Таблица А.1 - Список параметров двигателя

Electrical Data	Symbol	107C	10NS61 ***.5 105C	104C	Unit
1 Nominal Voltage	V	3	6	9	Volt
2 No-Load Speed	n_0	10,100	10,400	10,700	rpm
3 No-Load Current	I_0	11.0	4.2	3.6	mA
4 Terminal Resistance	R	10.8	43.0	98.0	Ω
5 Output Power	P_{2max}	0.7	0.7	0.7	W
6 Stall Torque	mNm	0.76 (0.11)	0.75 (0.11)	0.71 (0.1)	mNm (oz-in)
7 Efficiency	η_{max}	64	68	64	%
8 Max Continuous Speed	n_{max}	10,000	10,000	10,000	rpm
9 Max Continuous Torque	M_{max}	0.9 (0.13)	0.9 (0.13)	0.85 (0.13)	mNm (oz-in)
10 Max Continuous Current	$I_{a max}$	0.34	0.17	0.12	A
11 Back-EMF Constant	k_E	0.29	0.57	0.81	mV/rpm
12 Torque Constant	k_M	2.72	5.40	7.70	mNm/A
13 Motor Regulation	R/k^2	1,500.0	1,500.0	1,600.0	10 ⁴ Nms
14 Friction Torque	T_F	0.02 (0.01)	0.02 (0.01)	0.02 (0.01)	mNm (oz-in)
15 Rotor Inductance	L	0.01	0.02	0.03	mH
16 Mechanical Time Constant	τ_m	7.3	7.3	8.1	ms
17 Rotor Inertia	J	0.05	0.05	0.05	g-cm ²
General Data					
18 Thermal Resistance (rotor/body)	R_{th}/R_{th2}	23/48			°C/W
19 Thermal Time Constant (rotor/stator)	t_{th1}/t_{th2}	5/150			S
20 Operating Temperature Range:	motor	-30°C to 85°C (-22°F to 185°F)			°C (°F)
	rotor	100°C (212°F)			°C (°F)
21 Shaft Load Max.: (2 mm. from bearing)		With sleeve bearings			
	-radial	0.5 (1.8)			N (oz)
	-axial	30 (107.9)			N (oz)
22 Shaft Play:	-radial	<0.015 (0.0006)			mm (inch)
	-axial	0.100 (0.0039)			mm (inch)
23 Weight	g	7 (0.25)			g (oz)

Приложение Б

(обязательное)

Код программы для микроконтроллера

```
$INCLUDE (C8051F060.inc)
ORG 0x00
jmp main
ORG 0x03
main:
    mov WDTCN, #0DEh
    mov WDTCN, #0ADh
    mov PSW, #0
    mov SFRPAGE, #CONFIG_PAGE
    mov XBR2, #40h
    mov XBR0, #037h
    mov XBR1, #004h
    mov XBR2, #044h
    mov SFRPAGE, #00Fh;
    mov R3, #01fh
    mov R6, #0fh
    mov R1, #0ah
    mov A, R6
    mov R2, A
    mov DAC0L, #0h
    mov A, R6
    subb A, #06h
    mov DAC0H, A
    call DAC0_Init
    mov R2, #06h
    mov SFRPAGE, #000h;
read:
    mov a,    p3;
    cjne a,    #00000001b, turnoff1;
    mov R3, #07h
    jmp on1
turnoff1:
    cjne a,    #000000010b, turnoff2;
    mov R3, #0fh
    jmp on1
turnoff2:
    cjne a,    #000000100b, turnoff3;
    mov R3, #02fh
    jmp on1
turnoff3:
    cjne a,    #000001000b, on1;
```

```

mov R3,#04fh
on1:
    mov DAC0L, #0ffh
    djnz R1, on1
    mov DAC0H, #0f0h
    call DELAY
    djnz R2, on1
    mov DAC0L, #00h
    mov A,R6
    subb A, #04h
    mov DAC0H, A
    CALL DELAY
    CALL DELAY
    mov R2, #07h
    jmp read
DAC0_Init:
    mov SFRPAGE, #02h
    mov REF2CN, #03h
    mov SFRPAGE, #DAC0_PAGE
    mov DAC0CN, #080h
    ret
timerset:
    mov TMOD,    #020h;
    mov CKCON,   #010h;
    mov TH1,     #0B0h;
    setb TR1;
    ret
DELAY:
    mov R7,A
    mov A,R3
    mov R4,#0FFh
    mov R5,A
d1:
    djnz R4,d1
    djnz R5,d1
    mov A, R7
    ret
end

```

Приложение В
(обязательное)
Перечень элементов

Таблица В.1 - Перечень элементов схемы управления

Поз. Обозначение					Наименование					Кол-во		Примечание								
					Конденсаторы															
C2					C1206C475M3RACTU					4										
					Резистор															
R					C2-33 – 0.125– 1ком					1										
					C2-33 – 0.125– 10ком					2										
					Чип															
					IR2111					2										
					Диод															
VD					IN5819					5										
					Транзистор															
MOSFET					IRF530					6										
					Мотор															
M					10NS61 Athlonix					1										
					Микроконтроллер															
					C8051F06x					1										
					ФЮРА.942515.012															
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	дата	Перечень элементов						Лист		Масса	Масштаб						
Разработ		Лю Янхун													1:1					
Проверил		Арышева Г.В.																		
Т. Контр.																				
											Лист 1		Листов 1							
																	ТПУ ИШНКБ Гр. 151А51			
Комп.																				
Утв.																				

Приложение Г

(справочное)

Параметры мотора

Таблица Г.1 – Параметры «10NS61 Athlonix»

Параметры	Единицы измерения	Значения
Диаметр	мм	8
Номинальное напряжение	В	3.0
Скорость без нагрузки	об/мин	11,760
Ток без нагрузки	мА	2.5
Терминальное сопротивление	Ом	54.0
Выходная мощность	Вт	0.7
Пусковой момент	мНм	1.20
коэффициент полевых действия	%	77
Максимальная непрерывная скорость	оборотов в минуту	10,000
Макс. Непрерывный крутящий момент	мНм	0.95
Максимальный непрерывный ток	А	0.13
Константа обратной ЭДС	В/1000 об/мин	0.75
Постоянный крутящий момент	мНм/А	7.2
Коэффициент регулирования мотора	$10^3/\text{Н}^*\text{м}^*\text{с}$	1 040
Момент трения	мНм	0.02
Индуктивность ротора	мкГн	160
Механическое постоянное время	мс	3.6
Момент инерции ротора	гсм ²	0.035
Термическая постоянная времени	с	5/100
Тепловое сопротивление (ротор / корпус)	°С/Вт	18/85
Рабочая температура мотора	°С	-30С - 85С
Масса	г	4.6
Рабочая температура ротора	°С	100С

Приложение Д

(справочное)

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Таблица Д.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность			
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2	
1	2	3	4	5	6	7	8	
Технические критерии оценки ресурсоэффективности								
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	4	2	5	0,4	0,2	0,5	
2. Удобный в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	3	2	3	0,3	0,2	0,3	
3. Помехоустойчивый	0,01	5	3	3	0,05	0,03	0,03	
4. Энергосберегающий	0,01	2	3	4	0,02	0,03	0,04	
5. Надежный	0,1	5	5	3	0,5	0,5	0,3	
6. Уровень шума	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25	
7. Безопасный	0,05	5	3	4	0,25	0,15	0,2	
8. Требуется ресурсов памяти	0,1	3	4	1	0,3	0,4	0,1	
9. Функциональная мощность(предоставляемые возможности)	0,01	3	2	2	0,03	0,02	0,02	
10. Простота эксплуатации	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25	
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4	
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25	
Экономические критерии оценки эффективности								
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	5	5	3	0,25	0,25	0,15	
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2	
3. Цена	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5	
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2	
5. Послепродажное обслуживание	0,01	3	4	3	0,03	0,04	0,03	
6. Финансирование научной разработки	0,01	4	5	5	0,04	0,05	0,05	
7. Срок выхода на рынок	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,4	
8. Наличие сертификации разработки	0,1	3	4	5	0,3	0,4	0,5	
Итого	1	77	74	77	5,40	4,54	4,49	

Приложение Е
(обязательное)
Матрица SWOT

Таблица Е.1 –Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Хорошие перспективы развития рынка. С2. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями. С3. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии. С4. Экологичность технологии.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Большой срок поставок материалов и комплектующих, используемые при проведении научного исследования Сл2. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца Сл3. Отсутствие инжиниринговой компании, способной построить производство под ключ Сл4. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой
Возможности: В1. Повышение стоимости конкурентных разработок В2. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В3. Использование инфраструктуры ОЭЗ ТВТ Томск В4. Появление дополнительного спроса на новый продукт В5. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях	В1В5С2; В3С2С3; В2В4С2С3С4	В1Сл1Сл4; В2В4Сл1Сл2С3; В3Сл1Сл2Сл4; В5Сл1
Угрозы: У1. Отсутствует стабильную производственную цепочку, которую не обеспечивает рынок вовремя У2. Стабильность продукта низкая У3. Развитая конкуренция технологий производства У4. Отсутствие спроса на новые технологии производства У5. Скорость разработки нового продукта ограничена	У1С4; У2У3С2С3; У4С2С4; У5С2	У1Сл1Сл3; У2Сл2; У3Сл1Сл2Сл4; У4Сл3; У5Сл1Сл4

Приложение Ж

(обязательное)

Интерактивная матрица проекта

Таблица Ж.1 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	-	+	0	-
	B2	0	+	+	+
	B3	-	+	+	0
	B4	0	+	+	+
	B5	0	+	-	-

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	+	-	0	+
	B2	+	+	+	-
	B3	+	+	-	+
	B4	+	+	+	0
	B5	+	-	0	-

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	-	0	0	+
	У2	0	+	+	-
	У3	-	+	+	0
	У4	0	+	-	+
	У5	0	+	-	-
Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	+	-	+	0
	У2	0	+	-	-
	У3	+	+	0	+
	У4	0	-	+	0
	У5	+	0	-	+

Приложение И

(обязательное)

SWOT-анализ

Таблица И.1 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Хорошие перспективы развития рынка. С2. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями. С3. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии. С4. Экологичность технологии.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Большой срок поставок материалов и комплектующий, используемые при проведении научного исследования Сл2. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца Сл3. Отсутствие инжиниринговой компании, способной построить производство под ключ Сл4. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой
Возможности: В1. Повышение стоимости конкурентных разработок В2. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В3. Использование инфраструктуры ОЭЗ ТВТ Томск В4. Появление дополнительного спроса на новый продукт В5. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях	Можно видеть, что почти все возможности связаны с более низкими издержками производства, и мы можем заключить, что издержки производства стали основным преимуществом. В то же время хорошие перспективы	Можно видеть, что длительное время доставки почти связано со всеми возможностями, что показывает, что в перспективе развития предприятия, длительное время доставки стало самой важной слабостью и должно быть решено вовремя. Недостатком сравнительно небольшого воздействия является спрос на таланты.

Продолжение таблицы И.1

	развития рынка не очень связаны с возможностями развития компании, это говорит о том, что он не является заметным преимуществом.	
Угрозы: У1. Отсутствует стабильную производственную цепочку, которую не обеспечивает рынок вовремя У2. Стабильность продукта низкая У3. Развитая конкуренция технологий производства У4. Отсутствие спроса на новые технологии производства У5. Скорость разработки нового продукта ограничена	Второе преимущество относительных угроз: более низкие производственные затраты связаны с большинством угроз. Потому что низкая стоимость означает, что качество продукта упадет. Более слабым звеном остается развитие рыночных перспектив.	С точки зрения слабости, мы можем видеть, что угроза и почти все слабые стороны имеют относительно равномерную корреляцию, и нет никаких очевидных вариантов. Это показывает, что развитие предприятия является относительно сбалансированным, и никакая очевидная короткая доска не станет угрозой.

Приложение К

(обязательное)

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Таблица К.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	t min i	t max i	toжi	Tpi
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент- дипломник	1	1	1	0,5
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент- дипломник	5	10	7	3,5
	3	Проведение патентных исследований	Студент- дипломник	14	21	12,4	12,4
	4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент- дипломник	2	6	3,6	1,8
	5	Календарное планирование работ по теме	Студент- дипломник	1	3	1,8	1,8
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент- дипломник	7	14	9,8	9,8
	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент- дипломник	7	14	9,8	9,8
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, Студент- дипломник	7	14	9,8	4,9
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	5	10	7	7
	10	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель	7	14	9,8	9,8

Приложение Л

(обязательное)

Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Таблица Л.1 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме.

Руководитель
 Студент-дипломник

№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	тожѣ	Феврал ь				Март				Апрель				Май				Июнь			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент-дипломник	1																				
2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	5																				
3	Проведение патентных исследований	Студент-дипломник	14																				
4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент-дипломник	2																				
5	Календарное планирование работ по теме	Студент-дипломник	1																				
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-дипломник	7																				
7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-дипломник	7																				
8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, Студент-дипломник	7																				
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	5																				
10	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель	7																				

Приложение М

(обязательное)

Классификация медицинских отходов

Таблица М.1 - Классификация медицинских отходов

Класс опасности	Состав
Класс А Неопасные	Медицинские отходы, не имеющие контакта с биологическими жидкостями пациентов, инфекционными больными, нетоксичные отходы. Пищевые отходы всех подразделений ЛПУ кроме инфекционных (в т.ч. кожно-венерологических), фтизиатрических. Мебель, инвентарь, неисправное диагностическое оборудование, не содержащие токсичных элементов. Неинфицированная бумага, смет, строительный мусор и т.д
Класс Б Опасные	Потенциально инфицированные медицинские отходы. Материалы и инструменты, загрязненные выделениями, в т.ч. кровью. Выделения пациентов. Патолого-анатомические отходы. Органические операционные отходы (органы, ткани и т.п.). Все отходы из инфекционных отделений (в т.ч. пищевые). Отходы из микробиологических лабораторий, работающих с микроорганизмами 3-4 групп патогенности. Биологические отходы вивариев.
Класс В Чрезвычайно опасные	Материалы, контактирующие с больными особо опасными инфекциями. Медицинские отходы из лабораторий, работающих с микроорганизмами 1-4 групп патогенности. Отходы фтизиатрических, микологических больниц. Отходы от пациентов с анаэробной инфекцией.
Класс Г Медицинские отходы, по составу близкие к промышленным (токсикологически опасные)	Просроченные лекарственные средства, отходы от лекарственных и диагностических препаратов, дезинfectants, не подлежащие использованию, с истекшим сроком годности. Цитостатики и другие химиопрепараты. Ртутьсодержащие предметы, приборы и оборудование..
Класс Д Радиоактивные отходы	Все виды отходов, содержащие радиоактивные компоненты.

Приложение Н

(обязательное)

Категории зданий и сооружений

Таблице Н.1 -Категории зданий и сооружений, а также наружных установок

Категория	Характеристики здания без системы автоматического пожаротушения	Характеристики здания, на котором установлена автоматическая система тушения пожара
А	Помещения, которым присвоена категория «А», занимают площадь от 200 кв.м. или их доля выше 5% от всего здания	Помещения, которым присвоена категория «А», составляют свыше 25% от всей площади здания или занимают от 1000 кв.м.
Б	Помещения, которым присвоены категории «А» и «Б», занимают площадь от 200 кв.м. или их доля выше 5% от всего здания. При этом оно не относится к предыдущей группе	Помещения, которым присвоены категории «А» и «Б», составляют свыше 25% от всей площади здания или занимают от 1000 кв.м.
В	Помещения, которым присвоены категории «А», «Б» и «В1-В3», занимают площадь свыше 5% от всего здания. При этом оно не относится к двум предыдущим группам	Помещения, которым присвоены категории «А», «Б», «В1-В3», составляют свыше 25% от всей площади здания или занимают от 3500 кв.м.
Г	Помещения, которым присвоены категории «А», «Б», «В1-В3» и «Г» занимают более 5% от общей площади здания. При этом оно не относится к трем предыдущим группам	Помещения, которым присвоены категории «А», «Б», «В1-В3» и «Г», составляют свыше 25% от всей площади здания или занимают от 5000 кв.м.
Д	Все остальные здания и сооружения	Все остальные здания и сооружения