

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Лысьвенский филиал федерального государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования  
Пермский национальный исследовательский политехнический университет  
Факультет профессионального образования

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

на тему «Разработка автоматизированного устройства кормления домашних  
животных с микроконтроллерным управлением»

студента группы КСК9-18-1спо по специальности 09.02.01 Компьютерные  
системы и комплексы

Зайников Артём Рустемович \_\_\_\_\_

Руководитель: \_\_\_\_\_ (В.Р. Зайникова)

Консультант по экономической части:  
\_\_\_\_\_ (К.В.Кондратьева)

Консультант по промышленной экологии и охране труда:  
\_\_\_\_\_ (А.К.Тороцин)

Рецензент: \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_)

Допуск к защите: \_\_\_\_\_ (М.Н.Апталаев)

Лысьва, 2022 г.

**Министерство науки и высшего образования и Российской Федерации**  
Лысьвенский филиал федерального государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»  
ПЦК «Естественнонаучных дисциплин»

**Утверждаю:**  
Председатель ПЦК  
\_\_\_\_\_ М.Н.Апталаев  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

студенту ЗАЙНИКОВУ Артеме Рустемовичу курса 4  
группы КСК9-18-1спо  
специальность 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы

Тема задания «Разработка автоматизированного устройства кормления домашних животных с микроконтроллерным управлением»

Структура работы такова:

*а) Введение.* Аргументировать актуальность выбранной темы, ее теоретическое значение и практическую значимость для организации, сформулировать цель и конкретные задачи исследования. Конкретизировать объект и предмет исследования. Увязать решение темы ВКР с общими научно-техническими задачами цифровизации экономики страны.

*б) Исследовательский раздел.* Понятие «Автоматизированное устройство». Понятие «Автокормушка». Обзор существующих на рынке автоматических кормушек. Формирование требований к проектируемой системе.

*в) Конструкторский раздел.* Обоснование и выбор инструментального обеспечения проекта. Выбор и обоснование элементной базы проектируемого устройства. Разработка структурной схемы устройства. Разработка принципиальной схемы устройства. Разработка алгоритма работы программы устройства. Разработка программного обеспечения.

*г) Охрана труда и промышленная экология.* Анализ вредных и опасных производственных факторов на рабочем месте инженера-электроника. Разработка средств защиты от воздействия выбранного ВиОПФ. Экологические требования к утилизации вычислительной и оргтехники, а также их расходных материалов.

*д) Организационно-экономический раздел.* Выполнение технико-экономической оценки проекта.

*е) Заключение.* Краткое изложение решенных задач, актуальность работы, соответствие полученных результатов теме и заданию ВКР.

*ж) Список использованных источников.*

*з) Приложения.*

## ВВЕДЕНИЕ

### 1. Исследовательский раздел

- 1.1. Сущность автоматизированных систем
- 1.2. Обзор существующих на рынке автоматических кормушек
- 1.3. Формирование требований к проектируемой системе

### 2. Конструкторский раздел

- 2.1. Выбор инструментального обеспечения проектирования
- 2.2. Разработка схемы аппаратной части устройства
- 2.3. Разработка программной части устройства

3. Организационно-экономический раздел
  - 3.1. Расчет себестоимости проекта
  - 3.2. Расчет экономической эффективности проекта
4. Охрана труда и промышленная экология
  - 4.1. Анализ вредных и опасных производственных факторов при пайке деталей, узлов и наладке электронных устройств
  - 4.2. Расчет технических средств обеспечения безопасности труда на рабочем месте инженера-электроника
  - 4.3. Утилизация компьютерной и оргтехники техники

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЯ

Дата выдачи \_\_\_\_\_

Срок окончания \_\_\_\_\_

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_/В.Р. Зайникова/

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Задание утверждено на заседании ПЦК «Естественнонаучных дисциплин» протокол № \_\_\_\_  
от \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель ПЦК \_\_\_\_\_ / М.Н. Апталаев /

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Лысьвенский филиал федерального государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

ПЦК «Естественнонаучных дисциплин»

Утверждаю  
Председатель ПЦК

М.Н. Апталаев

«15» февраля 2022 г.

График выполнения выпускной квалификационной работы

студента группы *КСК9-18-1сно*

специальности *09.02.01 Компьютерные системы и комплексы*

Крупина Евгения Александровича

(фамилия, имя, отчество)

Содержание	Сроки	Отметка о выполнении	Дата							Подпись
			08.03-20.04	21.04-30.04	01.04-17.05	18.05-25.05	26.05-30.05	31.05-06.06	07.06-15.06	
Введение	08.03 – 20.04									
1. Теоретическая часть	20.04 – 30.04									
2. Охрана труда и БЖД	01.05 – 17.05									
3. Промышленная экология	18.05-25.05									
4. Инженерно-технической часть	26.05-30.05									
5. Организационно-экономическая часть	31.05 – 06.06									
Оформление дипломного проекта: Заключение Список используемой литературы Приложения	01.06-03.06									
Выполнение чертежей, оформление демонстрационных материалов к ВКР	03.06 – 05.06									
Представление проекта на проверку и отзыв руководителя Нормоконтроль	04.06 – 06.06									
Подготовка доклада и демонстрационных материалов к предзащите	04.06 – 05.06									
Предоставление работы на проверку председателю ПЦК	06.06 – 07.06									
Предзащита ВКР Иметь к преддипломной защите: - рецензия нормоконтроля; - отзыв руководителя; - подпись руководителя по экономической части - подпись руководителя по охране труда - подпись руководителя по промышленной экологии - презентация										

- доклад																			
Устранение замечаний по всей ВКР	<b>08.06-15.06</b>																		
Рецензирование Сдача работ на кафедру	<b>20.06</b>																		
Диск с материалами ВКР	<b>21.06</b>																		
Защита ВКР	<b>22.06 – 23.06</b>																		

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Студент \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Согласовано:

Председатель ПЦК «Естественнонаучных дисциплин» \_\_\_\_\_ / М.Н. Апталаев /  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

## **СПИСОК ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ**

АЦП – Аналого-цифровой преобразователь

ОЗУ – Оперативное запоминающее устройство

ПЗУ – Постоянное запоминающее устройство

ЦАП – Цифро-аналоговый преобразователь

GPIO – General Purpose Input Output (низкоуровневый интерфейс ввода-вывода прямого управления)

МК – Микроконтроллер

LCD – liquid crystal display (жидкокристаллический дисплей)

УГО – условное графическое обозначение

## РЕФЕРАТ

Зайников А.Р. Разработка автоматизированного устройства кормления домашних животных с микроконтроллерным управлением, выпускная квалификационная работа: 51 страницы, 12 рисунков, 8 таблиц, 20 источников, 33 формулы.

АВТОКОРМУШКА, АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УСТРОЙСТВО, МИКРОКОНТРОЛЛЕР, ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО, ДАТЧИКИ, ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА, СТРУКТУРНАЯ СХЕМА.

Объект исследования – процесс кормления домашних животных.

Цель работы – разработка автоматизированного устройства кормления домашних животных.

В процессе проектирования были получены следующие результаты:

- изучен принцип построения автоматизированных устройств кормления домашних животных с микроконтроллерным управлением;
- получены навыки процесса сборки, правильного подключения.
- проведён анализ рынка автоматизированных устройств кормления домашних животных.
- спроектировано устройство автоматизированного кормления домашних животных с микроконтроллерным управлением.
- Изучены программные интерфейсы для написания кода;

В результате работы было разработано автоматизированное устройство кормления домашних животных с микроконтроллерным управлением.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАЗДЕЛ .....	5
1.1 Сущность автоматизированных систем .....	5
1.2 Обзор существующих на рынке автоматических кормушек .....	10
1.3 Формирование требований к проектируемой системе .....	15
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ .....	18
2.1 Выбор инструментального обеспечения проектирования .....	18
2.2 Разработка структурной и функциональной схем проекта .....	21
2.3 Выбор материальной базы устройства .....	23
2.4 Разработка принципиальной схемы устройства .....	24
2.5 Разработка программной части устройства .....	25
3 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ .....	27
3.1 Расчет затрат на разработку программы для микроконтроллера .....	27
3.2 Расчет затрат на внедрение программы для микроконтроллера .....	30
3.3 Расчет эксплуатационных текущих затрат по программе для микроконтроллера .....	32
3.4 Расчет экономической целесообразности разработки и внедрения информационных технологий .....	34
4 ОХРАНА ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ .....	40
4.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов при пайке деталей, узлов и наладке электронных устройств .....	40
4.2 Расчёт технических средств обеспечения безопасности труда на рабочем месте инженера–электроника .....	41
4.3 Утилизация компьютерной и оргтехники .....	43
4.4 Выводы по разделу .....	46
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	48
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	49
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Код программы .....	51

## ВВЕДЕНИЕ

В наше время почти в каждом доме есть любимый домашний питомец. Питомцу нужно подбирать здоровое и правильное питание, но не всегда, получается, соблюдать норму дозировки и время подачи очередной порции еды для питомца. Неправильное питание является основной причиной появления болезней связанных с нарушением пищеварения, что приводит к серьёзным проблемам со здоровьем питомца. Чтобы предотвратить риски появления болезней нужно грамотно выбирать время кормления питомца и правильно дозировать порцию.

В повседневной жизни не всегда, получается, соблюдать режим кормления питомца, поэтому автоматизация процесса кормления поможет стабилизировать постоянный режим питания.

Автокормушка это универсальное устройство, с помощью которого питомец может получать строго дозированную порцию еды через конкретный временной интервал, заданный хозяином.

Автоматизация процесса решающий фактор стабилизации качества и нормы жизни. Имеющиеся и сделанные объекты подвергаются автоматизации. В проектировании устройств, предусматривается комплексная автоматизация ряда технологических процессов. Практически все предприятия, занимающиеся проектированием, ведут разработки по автоматизации устройств, а также занимаются подготовкой высококвалифицированных специалистов в этой области. Таким образом, актуален вопрос о создании автоматизированного устройства кормления домашних животных.

Объект исследования – процесс кормления домашних животных.

Предмет исследования – автоматизированные устройства для кормления домашних животных.

Цель выпускной квалификационной работы разработка автоматизированного устройства кормления домашних животных с микроконтроллерным управлением.

На основании поставленной цели были выявлены следующие задачи:

- Провести анализ предметной области исследования и разработать технические требования к проектируемой системе;
- Разработать аппаратную и программную часть измерительного устройства;
- Выполнить технико-экономическое обоснование проекта;
- Рассмотреть требования по охране труда и промышленной экологии.

# 1 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1 Сущность автоматизированных систем

Автоматизированное устройство – это устройство, осуществляющее управление и (или) контроль производственного процесса в зависимости от заданных условий и обеспечивающее освобождение человека от выполнения им этих функций.

Автоматизированные системы занимают важнейшее место в технологии удаленного контроля кормления животных, это понятие входит не только непосредственный контроль в потоке, но и раздача корма, а также в некоторых случаях его приготовление. Система корректировки рационов представляет собой комплекс оборудования и программного обеспечения, позволяющий проводить корректировку рациона.

По своей сути это технология, которая позволяет устройствам выполнять задачи с минимальным вмешательством человека. Принцип заключается в том, чтобы освободить хозяина от повторяющихся задач, которые устройство выполняют лучше и эффективнее, чтобы он мог сосредоточить свой труд на сложных творческих задачах.

Микроконтроллер это основная часть микропроцессорной техники. Первоначально корпорация Intel была первым производителем микроконтроллеров. Первый микроконтроллер был произведен в 1971 году в США. Это был 4-битный микроконтроллер с именем i4004. В последнее время Intel выпускала более сложные модели с 8-битным микроконтроллером, а затем Toshiba разработала 12-битный микроконтроллер.

Микроконтроллер - это микросхема, которая содержит микропроцессор и некоторые периферийные устройства, чтобы быть полным функциональным компьютером, например АЦП, ОЗУ, ПЗУ, ЦАП (см. рисунок 1).

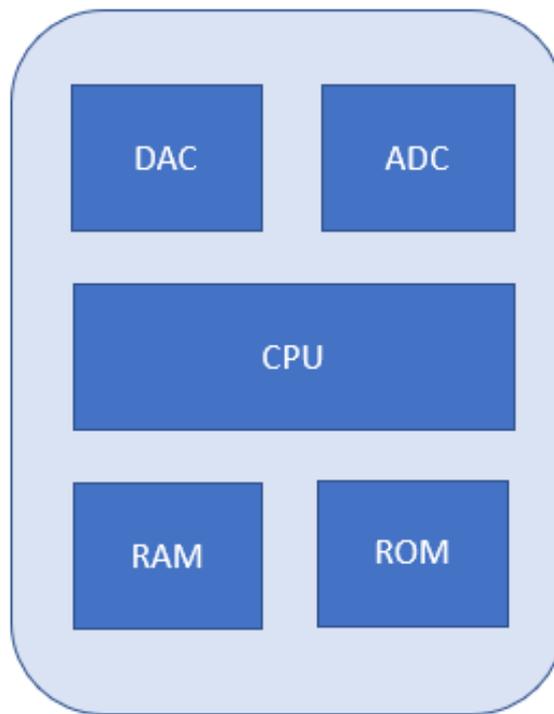


Рисунок 1 – Структурная схема микроконтроллера

Существует много типов и платформ микроконтроллеров, но выбор микроконтроллера зависит от многих факторов:

- Применение
- Бюджет
- Производительность
- Количество выводов GPIO
- Объём памяти
- Температура рабочей среды
- Потребляемая мощность

На следующем изображении представлена структурная схема микроконтроллера AVE12DA (см. рисунок 2), одного из самых популярных микроконтроллеров семейства AVR.

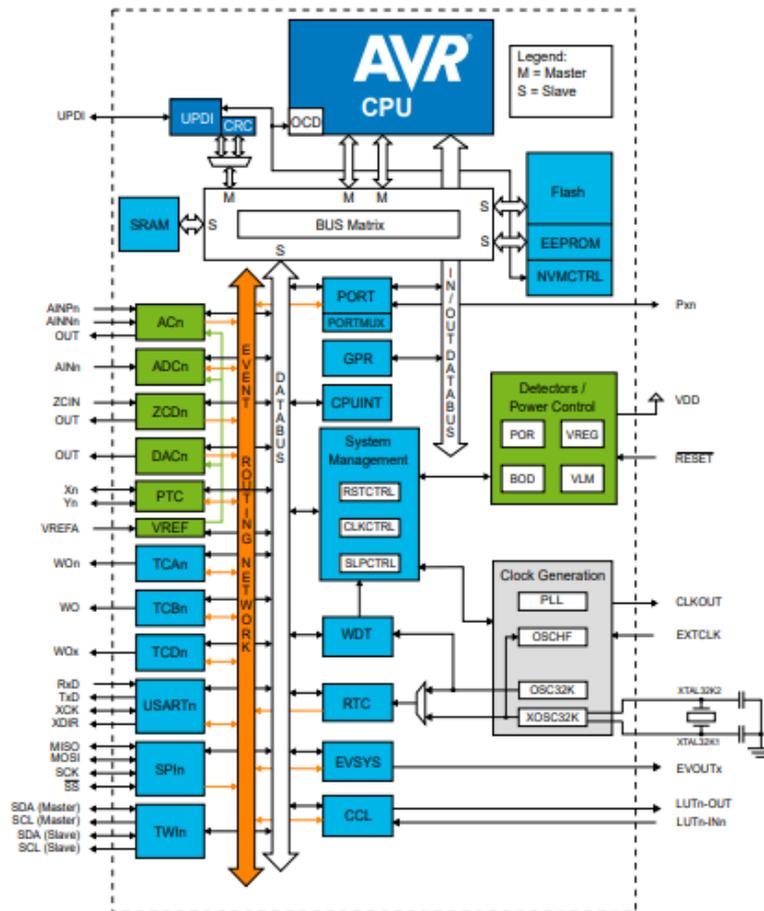


Рисунок 2 – Структурная схема микроконтроллера AVE12DA.

Микроконтроллеры AVR производятся корпорацией Atmel. Atmel имеет 4 семейства микроконтроллеров общего назначения. Микроконтроллеры общего назначения:

- 8 бит – mega AVR
- 8 бит – AT Tiny
- 8 и 16 бит – AVR Xmega
- 32 бит – AVR

Примеры платформ AVR:

- Arduino UNO
- Adafruit Blue fruit Micro
- Raspduino
- Digispark Pro

Когда речь заходит об автоматизированной кормушке для домашних животных, существует большая конкуренция. Некоторые предназначены для кормления нескольких домашних животных, остальные только для одного животного.

Автокормушка – это автоматизированное устройство для кормления домашних животных, позволяющее кормить домашних животных в отсутствие хозяина, в нужное время и в нужной дозировке.

Автоматические кормушки были одним из первых устройств, появившихся на рынке, предназначенные для того, чтобы избавиться от хлопот постоянного кормления питомца. От бюджета до высокого класса автоматические кормушки охватывают огромный диапазон, начиная с простых моделей, которые предлагают базовое планирование и контроль порций, до сложных Wi-Fi-кормушек, которые контролируются с помощью смартфона.

Автокормушки уместны в том случае, если хозяин питомца сам не может следить за питанием. Изначально, необходимо проанализировать достоинства и недостатки систем автоматизированной подачи корма. Достоинство автоматических кормушек для кошек:

- практичность. Автокормушка для кошек довольно компактна, поэтому может размещаться в любом помещении. Такие устройства очень компактные и переносимые;

- многофункциональность. Некоторые устройства включают в себя не только функцию кормления питомцев, но ещё и предназначены для записи голоса;

- возможность точной дозировки. Домашние животные не знают меру потребления пищи, поэтому могут переедать. Автоматические кормушки отлично подходят для домашних животных с избыточным весом, поскольку они выпускают пищу в здоровых количествах и правильными порциями, чтобы питомец не ел слишком быстро и не переедал.

– удобство использования. Как существа привычек, собаки и кошки любят иметь одни и те же графики питания на каждый день. Поэтому использование умной автоматизированной кормушки для домашних животных имеет как эмоциональные, так и физические преимущества для питомца. Эмоциональное благополучие обеспечивает поддержание последовательного графика кормления. Следуя одной и той же схеме питания каждый день, питомец чувствует себя в безопасности. Так же домашние животные часто имеют определенные внутренние часы, которые сигнализируют, что им нужно покормиться в определенное время и как и мы, так же они могут выпрашивать еду, когда они не голодны. Автоматическая кормушка позаботится о подаче корма, чтобы хозяин не отвлекался на просьбу животного.

Недостатки автоматических кормушек для кошек:

– часто возникают проблемы с эксплуатацией. Ни одно устройство не является надежным и может время от времени, когда кормушка работает не так как нужно или выходит из строя, отказывая выпускать пищу, оставляет питомца голодным. Вот почему не рекомендуется хозяину уезжать на долгий срок, оставляя под контроль питания только кормушку;

– к сожалению, полномочия кормушки автоматической кормушки распространяются только на раздачу пищи, а не на поддержание чистоты устройства, поэтому нужно регулярно чистить кормушку для её нормального функционирования;

– в некоторых моделях присутствует характерный запах сырья, которое применялось для производства. Это отпугивает животного, и он отказывается питаться из такого прибора;

– не всегда гарантирует сохранность корма в свежем виде в течение одного или нескольких дней.

## 1.2 Обзор существующих на рынке автоматических кормушек

Виды автокормушек разделенных на 3 основных типа:

1. Сегментные. Обычно используется емкость, разделённая отсеками на определенные лотки для кормления, самая популярная модель этого типа Tenberg Yummy, которая включает в себя защиту от разбора, дополнительное питание, подходит для сухого и влажного корма. Основной минус этой модели всего лишь 5 отсеков без дозаправки, что не позволит оставлять питомца на долгий период времени одного.

2. С откидной крышкой. Используется для сухого, так и для влажного корма. Главный минус такого типа автокормушек, возможность 1 кормления (или 2 для отдельных видов кормушек). TRIXIE на два кормления, является самой популярной автокормушкой такого вида, так как имеет два отсека для кормления за место одного. У этой модели в отличие от других типов автокормушек есть много минусов, такие как громкий часовой механизм, работает только от батареек, дешёвый пластик ну и как говорилось ранее всего 2 отсека для кормления.

3. Резервуар с дозатором. Одна из самых популярных типов автокормушек, которая подходит как для кошек, так и для собак. С помощью автоматики сухой корм подаётся из резервуара в отсек для кормления. Точность дозировки порции определяет дозатор. Пополнять резервуар с кормом в такую кормушку можно достаточно редко. Но главный минус такого типа кормушек это использование только сухого корма. Самой популярной автокормушкой является Tenberg Flunky. Такая автокормушка простая в использовании, имеет стандартную защиту, большую кормушку для большого размера порции.

Рассмотрим более подробно имеющиеся виды автоматизированных кормушек на рынке, подходящие по аппаратной и внешней части проектируемого устройства:

## 1. Автокормушка Xiaomi Furrytail Pet Smart Feeder

Умная автокормушка для собак от китайского бренда «Xiaomi» (см. рисунок 3). Оснащена встроенным дозатором, благодаря которому животное будет получать запрограммированную порцию еды в отсутствие владельца. Преимущество – управление через приложение в смартфоне.

Конструкция белого цвета изготовлена из ABS-пластика. Впереди предусмотрена кнопка ручного кормления, отверстие подачи пищи, прикрытое заглушкой, миска из нержавеющей стали. За зоной выдачи корма скрывается подсветка, постоянно горящая белым светом, а при возникновении проблем – красным.

При желании свет можно отключить. На дне есть прорезиненные ножки, блок питания и отсек для батареек. Плотная крышка полностью исключает попадание влаги и воздуха, что исключает окисление, порчу корма.

Девайс имеет защиту от случайного включения и от ударов током. В комплектацию входит адаптер на 1А/6V с кабелем длиной 140 см. Размеры автокормушки 18x33.4x35.2, вес 2.2 кг. Емкость на 4 л вмещает до 2 кг сухого корма



Рисунок 3 – Автокормушка Xiaomi Furrytail Pet Smart Feeder

Преимущества такой кормушки:

- Управление через приложение телефона;
- Умная система индикации;
- Точно отмеренные порции;
- Имеет ряд защитных функций;
- Вместительный контейнер;
- Работает как от сети, так и от батареек.

Недостатки устройства:

- Цена более 10 тысяч рублей;
- Приложение в телефоне на китайском языке.

2. Автокормушка LeBistro – это программируемая система, которая позволяет кормить питомца до 3-4 раз в день. Размер порции варьируются от 1/4 чашки до 2 чашек на прием пищи. Внешний вид устройства представлен на рисунке 4.

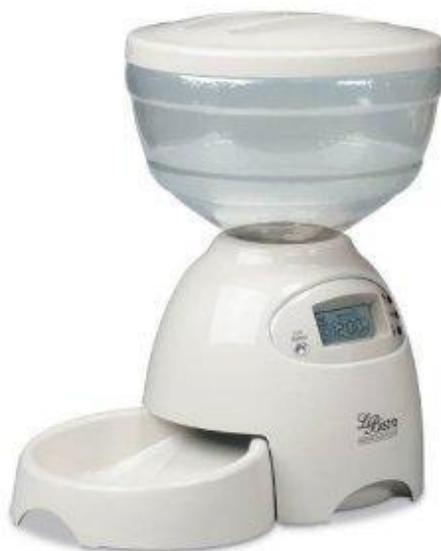


Рисунок 4 - Автокормушка LeBistro

Преимущества такой кормушки:

- Имеется индикатор заряда батареи, чтобы знать, когда пришло время для свежих батарей.

– Кормушка безопасна для посудомоечной машины, но контейнер для хранения корма следует мыть вручную.

– Варианты управления порциями еды не позволяют кошке есть слишком много пищи слишком быстро.

Недостатки устройства:

– Верхняя часть контейнера для хранения корма открывается слишком легко, и некоторые кошки выясняют, как получить больше пищи.

– Эта кормушка предлагает меньше вариантов кормления, чем некоторые другие сопоставимые кормушки.

– Люк пищевого желоба иногда закрывается до того, как вся порция была распределена.

3. Автоматизированная кормушка для домашних животных Ergo Systems. Оснащен программируемым цифровым таймером, который имеет восемь различных настроек, позволяющих кормить кошку контролируемыми порциями до восьми раз в день. Также можно варьировать порции при каждом кормлении. Внешний вид кормушки представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 - Ergo Systems

Преимущества такой кормушки:

– Большой резервуар для хранения корма;

- Блюдо для корма можно мыть в посудомоечной машине, его можно отсоединить и вымыть, не опорожняя ящик для хранения корма;
- Устройство использует шнек для дозирования пищи и уменьшения засорения;
- Контроль веса - это полезно для установления здорового графика кормления для домашних животных, которые страдают от лишнего веса;
- По сравнению с кормушкой LeBistro, присутствует гораздо больший контроль над порциями;
- Шнур питания имеет защитную крышку, чтобы кошки не жевали его и, возможно не получили удар электрическим током.

Недостатки устройства:

- Система немного сложна в программировании, тем не менее, Petco предлагает подробный список советов по устранению неполадок;
- Кормушка будет автоматически распределяться, даже если ваш питомец не съел предыдущую порцию. Это может привести к переполнению, если вы не отслеживаете, пищевые привычки вашей кошки и не корректируете порции и время соответственно.

#### 4. Автоматическая кормушка для кошек PortionProRx

PortionProRx имеет достаточно большую емкость, может быть запрограммирован на подачу до 6 приемов пищи в день и имеет систему, гарантирующую, что остальные домашние животные не украдут еду. Для людей с несколькими кошками или с несколькими кошками и несколькими собаками непросто обеспечить, чтобы каждый питомец получал свою еду и никого другого без вашего присутствия, чтобы следить за ними. PortioProRx решает эту проблему.

Этот фидер поставляется с RFID-меткой, и барьер, защищающий пищу, открывается если он видит питомца с этой конкретной меткой. Система контроля доступа открывается только тогда, когда кошка, носящая соответствующую метку RFID, достигает в пределах 2 футов от кормушки.

Крышка самоблокируется, и даже самый решительный питомец не сможет получить доступ к контейнеру для хранения. Устройство было разработано с датчиком, который предотвратит кражу пищи, закрыв дверь с низкой силой, если он обнаружит, что питомец пытается дотянуться до двери диспансера. Внешний вид устройства представлен на рисунке 6.

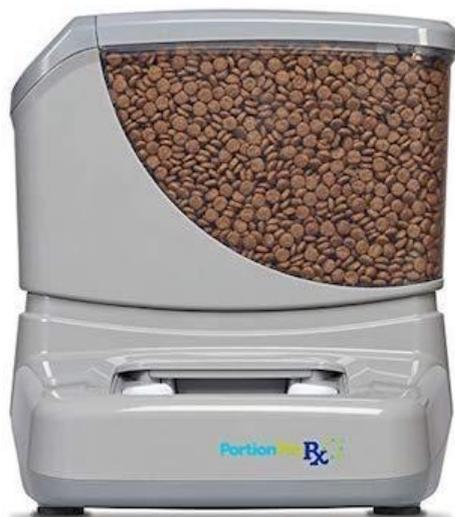


Рисунок 6 - PortionProRx

Преимущества такой кормушки:

- Большой резервуар для хранения корма;
- Может быть запрограммировано на дозировку до 6 приемов пищи в день;
- Полезно для нескольких домашних животных; предотвращает кражу домашних животных друг у друга, когда хозяина нет рядом.

Недостаток устройства в том, что каждый питомец должен носить RFID-метку, а дополнительные метки также дорогие.

### **1.3 Формирование требований к проектируемой системе**

Для того чтобы поддерживать правильный режим и рацион питания домашнего питомца при помощи автоматического устройства для кормлений домашних животных, необходимо учесть важные моменты которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к автокормушке

Критерии	Пояснение
Материал и цвет	Корпус должен быть изготовлен из качественны материалов. Защищен от дефектов в виде трещин, царапин и скол. Так же для прибора не приемлем неприятный запах, в случае его появления приспособление подлежит замене. Яркий цвет корпуса раздражает глаз питомца, лучше выбрать нейтральный оттенок.
Режим работы и программирование	Большинство устройств кормления домашних животных использует индивидуальный режим кормления. Автоматические кормушки предназначены для выдачи фиксированного количества корма на заданный промежуток времени.
Объём миски и способ подачи корма	Эта функция зависит исключительно от потребностей хозяина. Если планируется, длительный отдых в выходные дни, то обязательно понадобится кормушка, которая может хранить большое количество пищи. Если контейнер слишком мал, то питомец будет голодать, из за нехватки еды, прежде чем вы вернетесь домой. С другой стороны, если вы заняты только в рабочее время, то желательно приобрести кормушку с меньшим контейнером. Таким образом, пища вашего питомца будет оставаться чистой и свежей дольше.
Работоспособность и эксплуатация	Применение устройства должно соблюдаться в соответствии с требованиями инструкции.

Следуя из данных, которые представлены в таблице 1 можно выбрать основные требования:

- Устройство должно обеспечивать необходимое поступление корма, согласно установленному графику, независимо от присутствия или отсутствия хозяина;
- Должна иметь безопасную конструкцию, чтобы животное кормлении не поранилось;
- Изделие должно быть надёжным и долговечным;

– Использование кормушки не должно требовать специальных навыков или знаний.

Требование хранения устройства:

1. устройство следует хранить в чистом, сухом помещении с температурой от 0 до 40 °С на расстоянии не ближе одного метра от отопительных приборов;

2. в месте хранения устройства не допускается нахождения веществ, вызывающих разрушения лакокрасочных покрытий;

3. после хранения устройства в холодном помещении или транспортировки в зимних условиях перед включением ее необходимо привести к комнатной температуре;

4. повреждения, вызванные неисправностью элементов питания, устраняются за счет потребителя.

## 2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Выбор инструментального обеспечения проектирования

Для проектировки «Автоматизированное устройство кормления домашних животных с микроконтроллерным управлением» необходимо выбрать программу, выберем из двух лучших вариантов, EasyEDA и Fritzing. Для начала разберём их возможности и преимущества.

EasyEDA – бесплатный и удобный редактор схем, не требующий инсталляции, облачная система автоматизированного проектирования электроники (EDA), представлен на рисунке 4.

Преимущества EasyEDA:

- Удобный редактор схем. Быстрое проектирование электронных схем с использованием доступных библиотек в браузере. Эффективное автообновление;
- Система бесплатна не только для персонального домашнего использования, но и для коммерческих приложений;
- Симулятор цепей. Проверка аналоговых, цифровых и смешанных схем с использованием SPICE-моделей и подсхем;
- Разработка печатных плат онлайн. Вы можете работать быстро и легко над многослойными печатными платами с тысячами контактных площадок;
- Ничего устанавливать на компьютер не надо, все работает в браузере, автоматическая кроссплатформенность. Отсутствие жестких требований к операционной системе;
- В редакторе печатной платы можно на лету менять размеры контактных площадок компонентов, как для групп площадок, так и для каждой площадки по отдельности. Для этого не требуется редактировать посадочное место компонента, что очень удобно;
- Система является весьма стабильной, надежной и легкой в освоении;

- Удобный интерфейс, EasyEDA имеет большую библиотеку из множества электронных объектов и тысячи примеров различных схем. Каждый может пользоваться этой библиотекой и править её;
- Также можно загружать различные проекты из Altium, Eagle и KiCad, а затем редактировать их в EasyEDA;
- Пользователи имеют доступ к огромной коллекции Open Source модулей, разработанных тысячами инженеров-электронщиков;
- Имеется учебник, разъясняющий основные возможности инструментов, а также руководство по симуляции, описывающее симуляцию электронных цепей в EasyEDA с использованием ngspice.

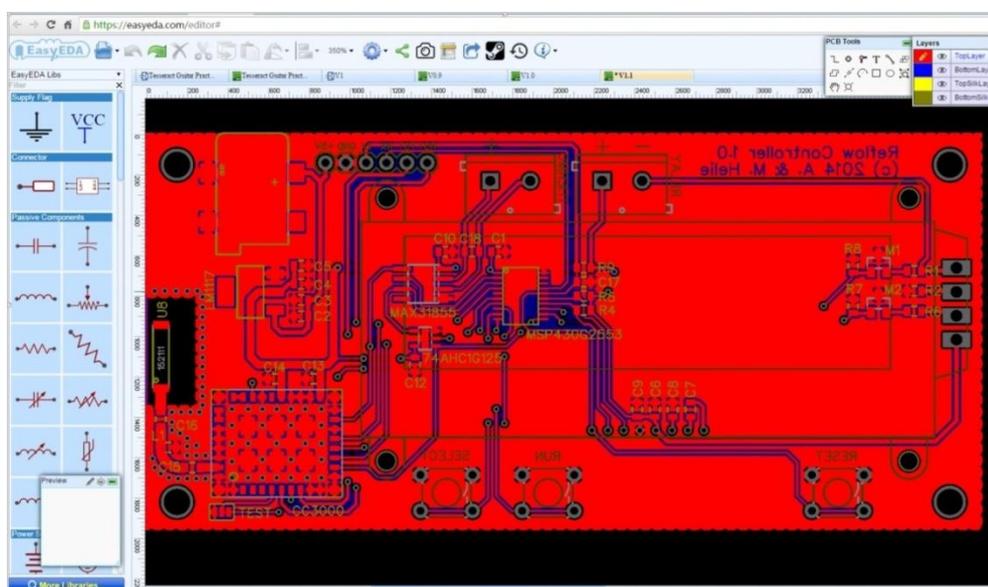


Рисунок 7 – Среда проектирования EasyEDA

Fritzing — это программное обеспечение с открытым исходным кодом, специально разработан для тех, кому необходимо создавать электронные проекты, особенно на бесплатном оборудовании, и у кого нет доступа к необходимому материалу (см. рисунок 8). Его также можно использовать для создания собственных дизайнов, захвата примеров для учебных пособий и т. д. Кроме того, за этим инструментом стоит большое сообщество, которое поддерживает его в актуальном состоянии или готово помочь, если у вас возникнут проблемы. Он даже может быть отличным инструментом для занятий, как для студентов, так и для преподавателей электроники, для

пользователей, которые хотят поделиться и задокументировать свои прототипы, и даже для профессионалов.

Преимущества Fritzing:

- Он кроссплатформенный, доступен в macOS, Linux и Windows;
- Программа написана на языке программирования C++ и использует фреймворк Qt.. Весь его код доступен в репозиториях GitHub, разделенных на несколько репозиториях, таких как Fritzing-App и Fritzing-Parts, для программного обеспечения и остальных частей;
- Программа бесплатная;
- Множество функций и электронных устройств для использования в библиотеке;
- Идеально подходит для проектов на основе плат Arduino.

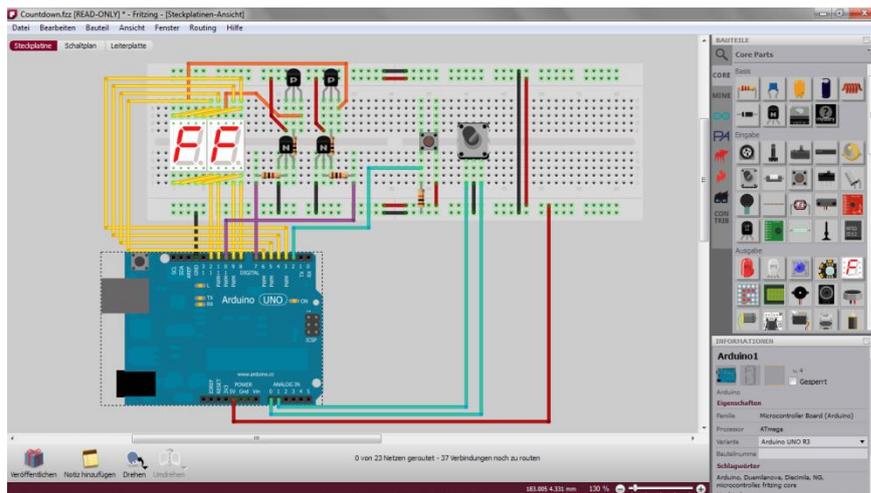


Рисунок 8 – Среда проектирования Fritzing

В качестве программы для проектирования будет использоваться EasyEDA, так как у нее более удобный интерфейс и больший функционал.

Для программирования МК «Автоматизированное устройство кормления домашних животных с микроконтроллерным управлением», используем Arduino IDE (см. рисунок9), так как для нашего проекта это программа имеет нужный нам функционал и доступность.

Arduino IDE — это программная среда разработки, использующая C++ и предназначенная для программирования всех плат ряда Ардуино (Arduino).

Arduino IDE позволяет составлять программы удобном текстовом редакторе, компилировать их в машинный код, и загружать на все версии платы Arduino. Приложение является полностью бесплатным, а скачать его можно на официальном сайте сообщества Arduino.

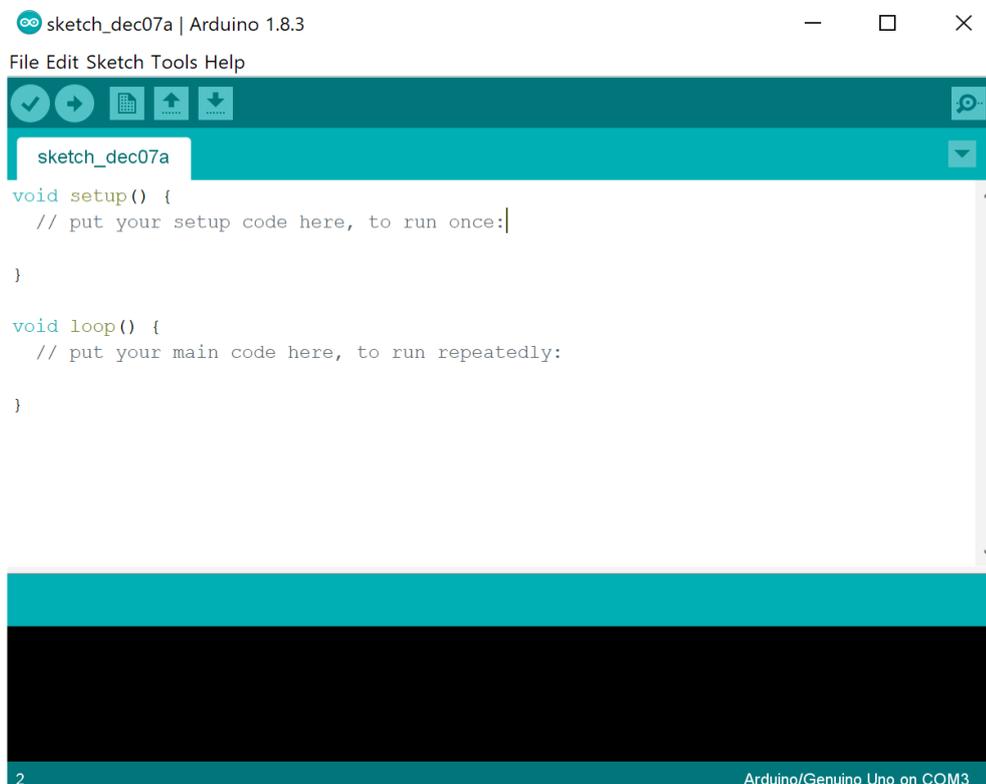


Рисунок 9 – среда разработки Arduino IDE

Интерфейс Arduino IDE сравнительно простой в освоении, его основой является C++ подобный язык программирования с predetermined функциями. Для программирования Arduino используется упрощенная версия языка C++.

## 2.2 Разработка структурной и функциональной схем проекта

Для начала разработки устройства необходимо выделить в системе структурные блоки, их выполняемые функции и взаимосвязь между собой. После этого будет создана структурная схема устройства.

Структурная схема — это специализированная блок-схема высокого уровня, используемая в инженерном деле. Она используется для

проектирования новых систем или для описания и улучшения существующих. Её структура обеспечивает высокоуровневый обзор основных компонентов системы, ключевых участников процесса и важных рабочих взаимоотношений.

Структурная схема особенно ориентирована на ввод и вывод системы. Она меньше заботится о том, что происходит при переходе от ввода к выводу. Разработанная схема представлена на рисунке 10.



Рисунок 10 – Функциональная схема устройства

Для разрабатываемого устройства можно выделить следующие структурные блоки: блок питания, блок определения веса, блок управления и блок подачи корма (см. рисунок 10).

Блок отвечающий за питание системы представляет собой установленную аккумуляторную батарею с подключёнными к ней разъёмом питания.

Блок определения веса определяет предел нормы корма в дозаторе, с помощью тензодатчика, который с высокой точностью будет передавать информацию о количестве корма в блок управления.

В блок управления входит LCD дисплей, клавишная панель 4x4, модуль часов реального времени DS1302, кнопка и плата Arduino Nano. В LCD дисплее реализуется интерфейс, который позволяет видеть и настраивать время подачи корма, график подачи и количество корма в дозаторе. Для взаимодействия с интерфейсом устройства используется клавишная панель и кнопка. Для определения времени используется модуль

часов реального времени. Плата Arduino Nano предназначена для управления основными функциями системы и обработки информации.

Блок подачи корма включает в себя 2 сервопривода, 1 сервопривод открывает подачу корма из основного дозатора корма и закрывает когда количество корма на тензодатчике доходит до нормы, 2 же сервопривод открывает подачу корма только тогда, когда 1 сервопривод закроется и даст сигнал 2.

### 2.3 Выбор материальной базы устройства

В этом разделе необходимо выполнить выбор следующих элементов схемы устройства:

- микроконтроллер;
- сервоприводы.

Для начала будет выбран главный микроконтроллер. Из сравниваемых микроконтроллеров будут выбраны варианты с максимальным показателем объёма флеш-памяти, значение которой должно быть минимум 16 Кб, и тактовой частоты.

Сравниваться будут микроконтроллеры ATmega328p, ATmega2560, ATmega32u4, ATmega168P, ATmega644. Для сравнения были выбраны эти микроконтроллеры по причине того, что они удовлетворяют требованиям для устройства.

Поэтому далее эти микроконтроллеры будут сравниваться по тактовой частоте, объёму флеш-памяти и цене элемента. Сравнение перечисленных микроконтроллеров представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение микроконтроллеров

	Atmega328p	Atmega2560	Atmega32u4	ATmega168	ATmega644
Цена, р	150	600	300	250	500
Тактовая частота, МГц	16	16	16	20	20
Флеш-память, Кб	32	256	32	16	64

По приведённым характеристикам микроконтроллеров, указанных в таблице 6, микроконтроллер Atmega2560 имеет избыточные характеристики, которые не являются необходимыми в проекте. Микроконтроллер Atmega328p, является наиболее подходящим, как по цене, так и по основным характеристикам.

Следующим элементом будут выбраны сервоприводы, используемые для открывания отверстий дозаторов. Необходимая характеристика для устройства крутящий момент, минимальное значение которого необходимо один килограмм на см<sup>2</sup>. Максимальный угол поворота сервопривода необходим не менее 180 градусов.

Сравниваться будут сервоприводы с маркировкой SG-90, MG-90, DS3218, MG-995. В таблице 3 показаны критерии сравнения и характеристики выбранных моделей сервоприводов по этим критериям.

Таблица 3 – Сравнение сервоприводов

	SG-90	MG-90	DS3218	MG-995
Цена, р	130	300	730	335
Крутящий момент, кг на см	1.8	1.8	21	10
Максимальный угол поворота, град.	180	180	360	180

После анализа сравнительной таблицы, приведённой в таблице 7, для проекта был выбран сервопривод SG-90, по причине их дешевизны и удовлетворению всех требований.

## 2.4 Разработка принципиальной схемы устройства

После проработки связей основных элементов схемы между собой и выбора материальной базы можно приступать к разработке принципиальной схемы устройства.

Принципиальная схема - это схема, на которой каждая деталь обозначена условным графическим обозначением (УГО). Схематические изображения позволяют понять, как работает устройство и как его части соединяются друг с другом.

На рисунке 11 можно видеть пример полученной принципиальной схемы устройства.

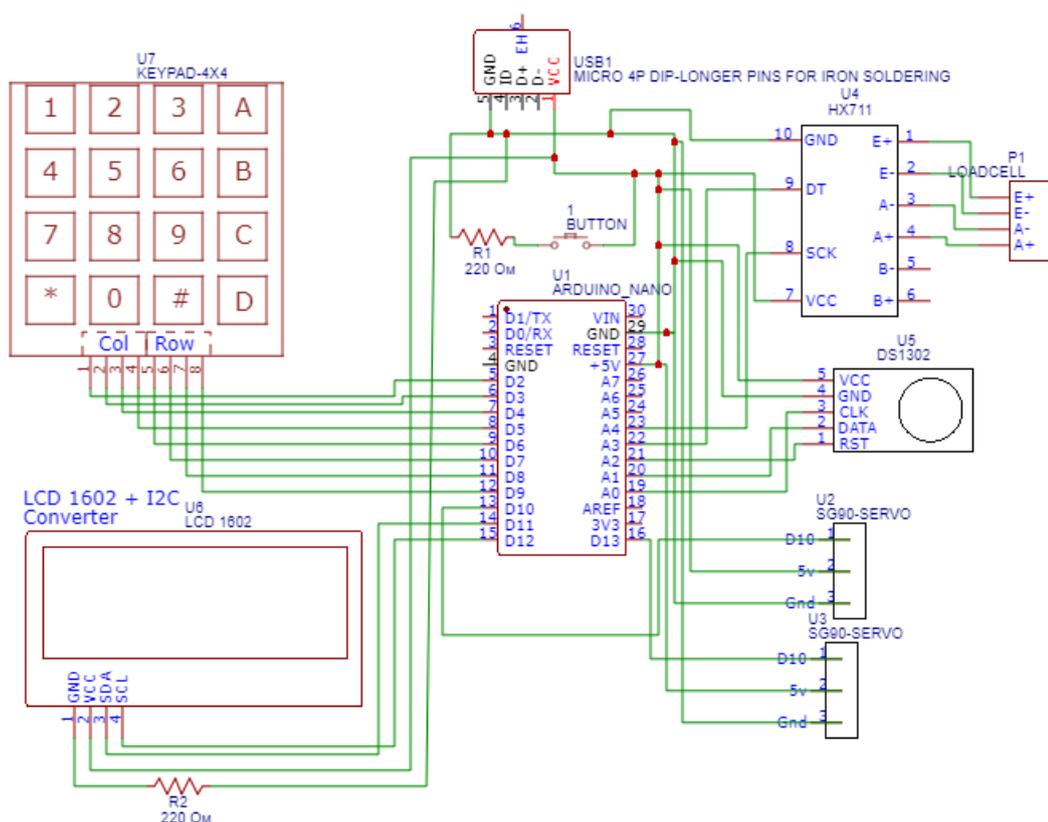


Рисунок 11 – Принципиальная схема устройства

## 2.5 Разработка программной части устройства

Для обеспечения работы проектируемого устройства с заданными техническими требованиями необходимо запрограммировать наш микроконтроллер на определенную обработку данных и выдачу определенных сигналов

Управляющая программа разработана в ArduinoIDE.

Код программы находится в приложении Б.

Блок-схема – наглядный способ представления алгоритма. И чтобы наглядно посмотреть на алгоритм разработана блок-схема алгоритма, показанная на рисунке 12.

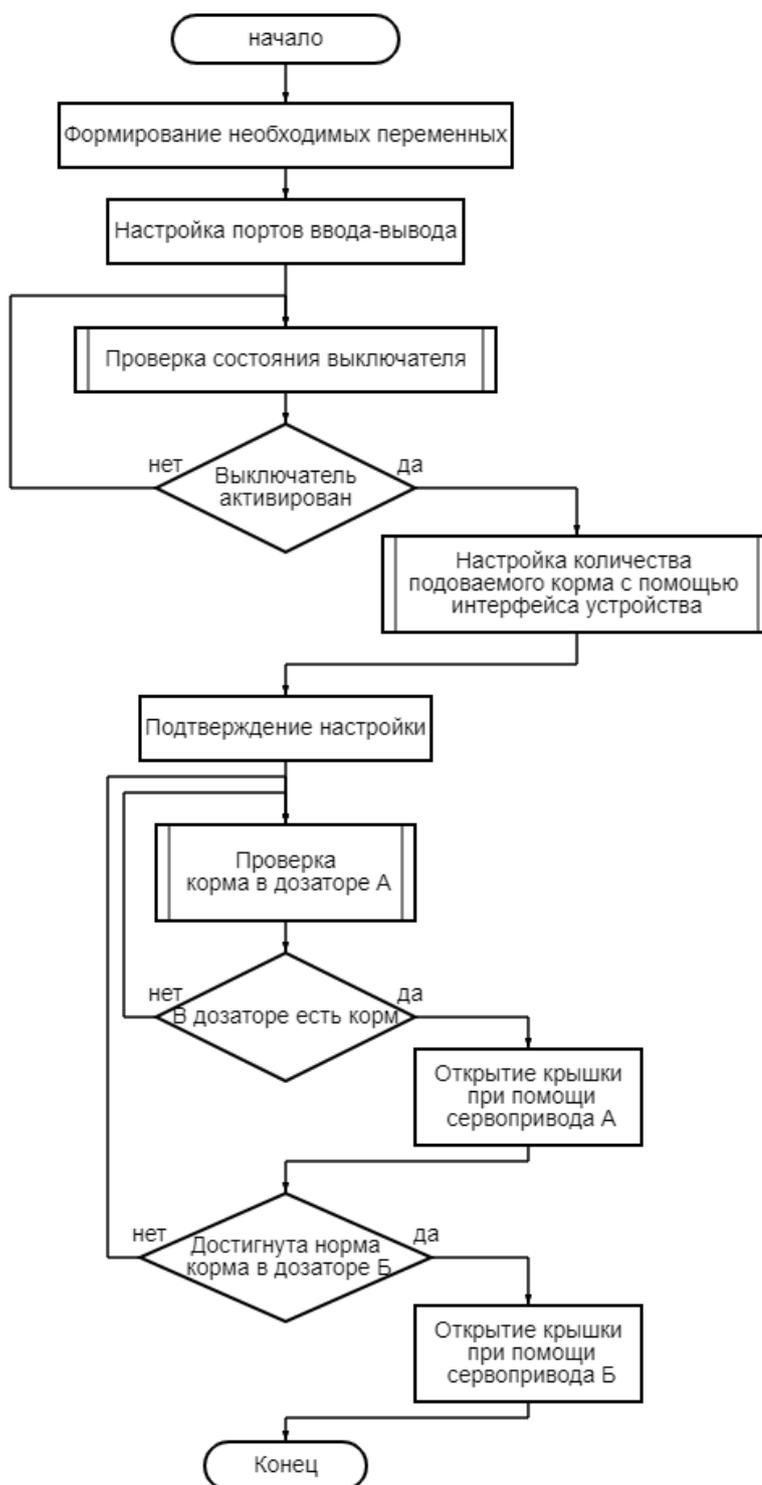


Рисунок 12 – блок схема алгоритма работы

### 3 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

#### 3.1 Расчет затрат на разработку программы для микроконтроллера

Расчеты на разработку программы для микроконтроллера считаются по следующей формуле:

$$Z_{РПР} = Z_{ФОТР} + Z_{ОВФ} + Z_{ЭВМ} + Z_{СПП} + Z_{ХОН} + P_H, \quad (1)$$

где  $Z_{ФОТР}$  – общий фонд оплаты труда разработчиков программы,

$Z_{ОВФ}$  – начисления на заработную плату разработчиков программы во внебюджетные фонды,

$Z_{ЭВМ}$  – затраты, связанные с эксплуатацией техники,

$Z_{СПП}$  – затраты на специальные программные продукты, необходимые для разработки программы для микроконтроллера,

$Z_{ХОН}$  – затраты на хозяйственно-операционные нужды (бумага, литература, носители информации и т.п.),

$P_H$  – накладные расходы ( $P_H = 30\%$  от  $Z_{ФОТР}$ ).

На стадию разработки проекта было затрачено 2 месяца.

Фонд оплаты труда за время работы над программой для микроконтроллера:

$$Z_{ФОТР} = \sum_{j=1}^m O_{Pj} \cdot T_{РПРj} \cdot (1 + k_D)(1 + k_Y), \quad (2)$$

где  $O_{Pj}$  – оклад  $j$ -го разработчика. В разработке участвовало 2 человека, оклад одного разработчика составляет 20000 руб.;

$T_{РПРj}$  – общее время работы над программой в месяцах,  $T_{РПР} = 2$ ;

$k_D$  – коэффициент дополнительной зарплаты,  $k_D = 20\% = 0,2$ ;

$k_Y$  – районный коэффициент,  $k_Y = 1,15$ .

Таким образом,

$$Z_{ФОТР} = 20000 \cdot 2 \cdot (1 + 0,2) \cdot (1 + 0,15) = 103200 \text{руб.}$$

Страховой взнос во внебюджетные фонды формируется из ставок страховых взносов и взносов на обязательное социальное страхование от непредвиденных обстоятельств на рабочем месте.

Так как годовая зарплата разработчика не превышает 711 тыс. руб.. Ставка страхования от несчастных случаев в соответствии с классом профессионального риска составляет 2 %. Расчет всех используемых ставок приведен в таблице 4.

Таблица 4 - Расчет ставок страховых взносов

№	Наименование внебюджетного фонда	Размер ставок, %
2	Пенсионный фонд	22
3	Фонд социального страхования	2,9
4	Федеральный фонд обязательного медицинского страхования	5,1
	Итого:	30

Заработная плата во внебюджетные фонды рассчитывается следующим образом:

$$Z_{ОВФ} = 0,3 \cdot Z_{ФОТР}, \quad (3)$$

$$Z_{ОВФ} = 0,3 \cdot 103200 = 30960 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с использованием вычислительной и оргтехники:

$$Z_{ЭВМ} = T_{МРПР} \cdot k_{Г} \cdot n \cdot C_{М-ч} \quad (4)$$

где  $k_{Г}$  - коэффициент готовности ЭВМ,  $k_{Г} = 0,95$ ;

$n$  - количество единиц техники, равно 1;

$C_{М-ч}$  - себестоимость машино-часа,  $C_{М-ч} = 10$  руб.;

$T_{МРПР}$  - машинное время работы над программой, равно 1,5 мес.

Перевод рабочего времени в часы осуществляется по формуле:

$$T_{час} = T_{мес} \cdot Ч_{РД} \cdot T_{см} \cdot K_{см}, \quad (5)$$

где  $T_{час}$  - рабочее время, ч;

$T_{мес}$  - рабочее время, мес, ( $T_{мес} = 1,5$ );

$Ч_{РД}$  - число рабочих дней, ( $Ч_{РД} = 22$ );

$T_{см}$  - продолжительность рабочей смены, ( $T_{см} = 8$  ч);

$K_{см}$  - количество рабочих смен, ( $K_{см} = 1$ ).

Таким образом, время на разработку программы для микроконтроллера с использованием ЭВМ составляет:

$$T_{час} = 1,5 \cdot 22 \cdot 8 \cdot 1 = 264 \text{ часа,}$$

$$З_{ЭВМ} = 264 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 10 = 2508 \text{ руб.}$$

Затраты на специальные программные продукты, необходимые для разработки программы для микроконтроллера рассчитываются по формуле:

$$З_{СПП} = \sum_{p=1}^n Ц_p \quad (6)$$

где  $Ц_p$  - цена  $p$ -го специального программного продукта.

Перечень программных продуктов специального назначения приведен в таблице 5.

Таблица 5 - Программные продукты специального назначения

№	Название ПП	Цена, руб.
1	ArduinoIDE	0
2	EasyEDA	0
	Итого:	0

Оболочки разработки распространяются в свободном доступе, поэтому:

$$З_{СПП} = 0 \text{ руб.}$$

Затраты на хозяйственно-организационные нужды приведены в таблице 6 и вычисляются по формуле:

$$З_{ХОИ} = \sum_{\tau=1}^n Ц_{\tau} \cdot K_{\tau}, \quad (7)$$

где  $Ц_{\tau}$  - цена  $\tau$ -го товара, руб.;

$K_{\tau}$  - количество  $\tau$ -го товара.

Таблица 6 - Затраты на хозяйственно-организационные нужды

Наименование	Цена за единицу (руб.)	Кол-во (шт.)	Всего (руб.)
USB-флеш-накопитель	600	1	600
Бумага	0,5	140	70
Итого:			670

$$Z_{\text{ХОИ}} = 600 \cdot 1 + 0,5 \cdot 140 = 670 \text{ руб.}$$

Накладные расходы:

$$P_{\text{Н}} = Z_{\text{ФОТР}} \cdot k_{\text{НР}}, \quad (8)$$

$$P_{\text{Н}} = 103200 \cdot 0,3 = 30960 \text{ руб.}$$

Таким образом, затраты на разработку программы для микроконтроллера рассчитанные по формуле 1 составят:

$$Z_{\text{РПР}} = 103200 + 30960 + 2508 + 0 + 670 + 30960 = 168298 \text{ руб.}$$

### 3.2 Расчет затрат на внедрение программы для микроконтроллера

Затраты на внедрение программы для микроконтроллера ( $Z_{\text{ВПР}}$ ) рассчитываются по формуле:

$$Z_{\text{ВПР}} = Z_{\text{М}} + Z_{\text{КТС}} \cdot (1 + k_{\text{ТУН}}) + Z_{\text{ПО}} + Z_{\text{ФОТВ}} + Z_{\text{ОФВ}} + Z_{\text{ЭВМ}} + P_{\text{КОМ}} + P_{\text{Н}}, \quad (9)$$

где  $Z_{\text{М}}$ – затраты на приобретение материалов, руб.;

$Z_{\text{КТС}}$ – затраты на приобретение комплекса технических средств, руб.;

$Z_{\text{ПО}}$ – затраты на приобретение программного обеспечения (включают стоимость разработанной программы, а также других существующих ПП, необходимых для функционирования системы), руб.;

$Z_{\text{ФОТВ}}$ – затраты на оплату труда работников, занятых внедрением проекта, руб.;

$Z_{\text{ОФВ}}$ –страховой взнос во внебюджетные фонды с заработной платы работников, занятых внедрением проекта, руб.;

$Z_{ЭВМ}$ – затраты, связанные с эксплуатацией ЭВМ при внедрении проектного решения, руб.;

$P_{ком}$ – командировочные расходы, руб.;

$P_{Н}$ – накладные расходы, руб.;

$k_{тун}$ – коэффициент транспортирования, установки и наладки комплекса технических средств, определяется действующими нормативами организации, а также спецификой конкретного проекта.

Стоимость компонентов проекта приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Затраты на приобретение материалов

Наименование	Цена за единицу (руб.)	Кол-во (шт.)	Всего (руб.)
Микроконтроллер	345	1	345
Резисторы	3	2	6
Часы реального времени	180	1	180
Датчик весов	300	1	300
Сервопривод	400	2	800
Батарейка для часов реального времени	50	1	50
Матричная клавиатура	300	1	300
LCD дисплей	350	1	350
<b>Итого</b>			<b>2331</b>

Дополнительного приобретения компьютеров или других КТС не требуется, следовательно,  $Z_{КТС} = 0$ .

Затраты на приобретение программного обеспечения в данном случае равны затратам на разработку и составляют  $Z_{ПО} = 168298$  руб.,

Внедрением занят один системный инженер с окладом 15000 руб. Время внедрения – 0,5 месяцев. По формуле рассчитываем затраты на оплату труда и страховой взнос во внебюджетные фонды.

$$Z_{ФОТВ} = 15000 \cdot 0,5 = 7500 \text{ руб.}$$

$$Z_{ОВФ} = 7500 \cdot 0,3 = 2250 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с эксплуатацией ЭВМ при внедрении проектного решения составят:

$$Z_{ЭВМ} = 0,5 \cdot 22 \cdot 8 \cdot 10 = 880 \text{ руб.}$$

Командировочные расходы при внедрении программы для микроконтроллера не планируются, следовательно,  $P_{ком}=0$ .

Так как коэффициент накладных расходов по данным организации составляет  $k_{НР}=0,3$ , то величина накладных расходов равна 2250 руб.

Суммарные затраты на внедрение составят:

$$Z_{ВПР} = 2331 + 0 + 168294 + 7500 + 2250 + 880 + 0 + 2250 = 183505 \text{ руб.}$$

### **3.3 Расчет эксплуатационных текущих затрат по программе для микроконтроллера**

Годовые затраты на обработку результатов до внедрения разработанной программы для микроконтроллера рассчитываются по формуле:

$$C_1 = ЗП_1 + ОТ_{ВН1} + З_{ЭВМ1} + M_{з1} + НР_1, \quad (10)$$

где  $ЗП_1$ – затраты на оплату труда сотрудника на выполнение функций до внедрения проектного решения,

$ОТ_{ВН1}$ –страховой взнос во внебюджетные фонды;

$З_{ЭВМ1}$ – затраты, связанные с эксплуатацией ЭВМ;

$M_{з1}$ – годовые материальные затраты на сопровождение программы для микроконтроллера составляют 1500 руб.;

$НР_1$ – накладные расходы.

Временные затраты работы сотрудника в месяцах рассчитываются по формуле:

$$T_{1мес} = \frac{T_{1час}}{Ч_{рд} \cdot Ч_{рч}}, \quad (11)$$

где  $T_{1мес}$ ,  $T_{1час}$ – время, затрачиваемое сотрудником на обработку результатов, в месяцах и часах соответственно ( $T_{1час}=968$  часов);

$Ч_{рд}$ – число рабочих дней в месяц;

$Ч_{рч}$ – число рабочих часов в день.

$$T_{1\text{мес}} = \frac{616}{22 \cdot 8} = 3,5 \text{ мес},$$

Тогда затраты на оплату труда сотрудника составят:

$$ЗП_1 = O_c \cdot T_{1\text{мес}} \cdot (1 + k_d) \cdot (1 + k_y), \quad (12)$$

где  $O_c$  – оклад сотрудника (оклад составляет 14000 руб.);

$$ЗП_1 = 14000 \cdot 3,5 \cdot (1 + 0,2) \cdot (1 + 0,15) = 126420 \text{ руб.}$$

Страховой взнос до внедрения вычисляются по формуле:

$$ОТ_{ВН1} = ЗП_1 \cdot 0,3, \quad (13)$$

$$ОТ_{ВН1} = 126420 \cdot 0,3 = 37926 \text{ руб.}$$

Рассчитываем затраты, связанные с эксплуатацией ЭВМ до внедрения по формуле:

$$З_{ЭВМ1} = T_{1\text{час}} \cdot C_{M-ч}, \quad (14)$$

$$З_{ЭВМ1} = 616 \cdot 10 = 6160 \text{ руб.}$$

Подставив соответствующие значения в формулу 10, получим:

$$C_1 = 126420 + 37926 + 6160 + 1500 = 172006 \text{ руб.}$$

Годовые затраты на эксплуатацию системы после внедрения программы для микроконтроллера рассчитываются аналогично по формуле:

$$C_2 = ЗП_2 + ОТ_{ВН2} + З_{ЭВМ2} + M_{32} + НР_2, \quad (15)$$

где  $ЗП_2$  - затраты на оплату труда сотрудника после внедрения;

$ОТ_{ВН2}$  – страховой взнос во внебюджетные фонды;

$З_{ЭВМ2}$  – затраты, связанные с эксплуатацией ЭВМ после внедрения;

$M_{32}$  – материальные затраты, годовые материальные затраты на сопровождение программы для микроконтроллера составляют 2000 руб.;

$НР_2$  – накладные расходы.

Временные затраты работы сотрудника в месяцах:

$$T_{2\text{мес}} = \frac{T_{2\text{час}}}{Ч_{рд} \cdot Ч_{рч}}, \quad (16)$$

где  $T_{2\text{мес}}$ ,  $T_{2\text{час}}$  – время, затрачиваемое сотрудником на обработку результатов, в месяцах и часах соответственно ( $T_{2\text{час}} = 176$  часов);

$Ч_{рд}$  – число рабочих дней в месяц;

$Ч_{рч}$  – число рабочих часов в день.

$$T_{2мес} = \frac{176}{22 \cdot 8} = 1 \text{ мес.}$$

Тогда затраты на оплату труда сотрудника:

$$ЗП_2 = O_c \cdot T_{2мес} \cdot (1 + k_d) \cdot (1 + k_y), \quad (17)$$

где  $O_c$  – оклад сотрудника (оклад составляет 14000 руб.).

$$ЗП_2 = 14000 \cdot 1 \cdot (1 + 0,2) (1 + 1,15) = 36120 \text{ руб.}$$

Страховой взнос после внедрения вычисляются по формуле:

$$O_{ТВН2} = ЗП_2 \cdot 0,3, \quad (18)$$

$$O_{ТВН2} = 36120 \cdot 0,3 = 10836 \text{ руб.}$$

Рассчитываем затраты, связанные с эксплуатацией ЭВМ после внедрения по формуле:

$$З_{ЭВМ2} = T_{2час} \cdot C_{м-ч}, \quad (19)$$

$$З_{ЭВМ2} = 176 \cdot 10 = 1760 \text{ руб.}$$

Подставив соответствующие значения в формулу, получим:

$$C_2 = 36120 + 10836 + 1760 + 2000 = 50716 \text{ руб.}$$

Таким образом, текущие затраты на содержание системы до внедрения разработанной программы для микроконтроллера составляют 172006 руб., после внедрения 50716 руб.

### **3.4 Расчет экономической целесообразности разработки и внедрения информационных технологий**

Для дипломного проекта расчет экономической эффективности производится исходя из следующих условий:

– годовые текущие затраты до внедрения автоматизированной системы,  $C_1 = 172006$  руб.;

– годовые текущие затраты после внедрения системы,  $C_2 = 50716$  руб.;

- горизонт расчета принимается исходя из срока использования разработки,  $T=T_H=2$  годам;
- шаг расчета равен одному году,  $t=1$  году;
- капитальные вложения равны затратам на создание системы,  $K=183505$  руб.;
- норма дисконта равна норме дохода на капитал,  $E=12\%$ .

Ожидаемая условно-годовая экономия от внедрения системы рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{yt} = C_1 - C_2 + \sum \mathcal{E}_i, \quad (20)$$

где  $\mathcal{E}_{yt}$ - величина экономии, руб.;

$C_1$  - годовые текущие затраты до внедрения автоматизированной системы, руб.;

$C_2$  - годовые текущие затраты после внедрения системы, руб.;

$\sum \mathcal{E}_i$ - ожидаемый дополнительный эффект от различных факторов, руб.

Так как основным фактором, по которому производится расчет экономической эффективности от внедрения программы для микроконтроллера, является уменьшения времени обработки результатов тестирования и дополнительный эффект не учитывается, то  $\sum \mathcal{E}_i=0$ .

Подставив вычисленные выше значения в формулу, получим:

$$\mathcal{E}_{yt} = 172006 - 50716 = 121290 \text{ руб.}$$

где  $\mathcal{E}_{yt}$ - ожидаемая условно-годовая экономия, руб.

Величина ожидаемого годового экономического эффекта от внедрения ИС рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_T = \mathcal{E}_{yt} - K \cdot E_H, \quad (21)$$

где  $\mathcal{E}_T$ - ожидаемый годовой экономический эффект, руб.;

$\mathcal{E}_{yt}$ - ожидаемая условно-годовая экономия, руб.;

$K$ - капитальные вложения (равны затратам на создание ИС), руб.;

$E_H$  – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений.

Нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений определяется по формуле:

$$E_n = \frac{1}{T_n}, \quad (22)$$

где  $T_n$  – нормативный срок окупаемости капитальных вложений, лет.

Подставив вычисленные выше значения в формулу, получим:

$$\mathcal{E}_r = 121290 - 183505 \cdot 0,33 = 60733,35 \text{ руб.}$$

Расчетный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений рассчитывается по формуле 23:

$$E_p = \frac{\mathcal{E}_{уг}}{K}, \quad (23)$$

где  $E_p$  - Расчетный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений;

$\mathcal{E}_{уг}$  - ожидаемая условно-годовая экономия, руб.;

$K$  - капитальные вложения на создание системы, руб.

Подставив вычисленные выше значения в формулу, получим:

$$E_p = \frac{121290}{183505} = 0,66$$

Расчетный срок окупаемости капитальных вложений составляет:

$$T_p = \frac{1}{E_p}, \quad (24)$$

где  $E_p$  - коэффициент экономической эффективности капитальных вложений.

Подставив вычисленные выше значения в формулу, получим:

$$T_p = \frac{1}{0,66} = 1,51 \text{ лет}$$

Срок окупаемости без дисконтирования 1 год 5.1 месяца.

Чистый дисконтированный доход определяется как сумма текущих эффектов за весь расчетный период, уменьшенная до начального шага, или как превышение интегральных результатов над интегральными затратами.

Если в течение расчетного периода не происходит инфляционного изменения цен или расчет производится в базовых ценах, то значение ЧДД для постоянной ставки дисконтирования рассчитывается по формуле:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T (P_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1 + E)^t} - K, \quad (25)$$

где  $P_t$  - ожидаемые результаты от внедрения предложенной ИС, руб.;

$Z_t$  - ожидаемые затраты (капитальные и текущие) на создание и эксплуатацию ИС, руб.;

$\Delta_t = (P_t - Z_t)$  - эффект, достигаемый на  $t$ -м шаге расчета;

$K$ - капитальные вложения;

$t$  - номер шага расчета ( $t = 1, 2$ );

$T$  - горизонт расчета;

$E$ - постоянная норма дисконта, 12%.

$\Delta_t = (P_t - Z_t) = \Delta_{yt} = 121290$  руб. В том случае, если текущие затраты ( $Z_t$ ) на весь срок использования разработки равны 0.

$t = 1, 2$  год., т.к. предполагается, что результат от внедрения предложенной ИС будет с текущего года внедрения ИС.

Если ЧДД инвестиционного проекта не отрицателен, то проект является эффективным (при данной норме дисконта).

Тогда суммарный чистый дисконтированный доход за весь горизонт расчета равен:

$$\begin{aligned} \text{ЧДД} &= \Delta_1 \cdot \frac{1}{(1 + E)} + \Delta_2 \cdot \frac{1}{(1 + E)^2}, & (26) \\ \text{ЧДД} &= \frac{121290}{(1 + 0,12)} + \frac{121290}{(1 + 0,12)^2} - 183505 = 21481,28 \end{aligned}$$

Положительное значение чистого дисконтированного дохода,  $\text{ЧДД} > 0$ , свидетельствует о том, что инвестирование целесообразно и данная ИС может приносить прибыль в установленном объеме.

Индекс рентабельности (ИД) представляет собой отношение суммы уменьшенных эффектов к сумме капитальных вложений и определяется по формуле:

$$\text{ИД} = \frac{1}{K} \sum_{t=1}^T (P_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (27)$$

где  $K$  — величина капиталовложений или стоимость инвестиций.

$$\text{ИД} = \frac{204986,28}{183505} = 1,11$$

Инвестиции считаются эффективными, если индекс доходности выше единицы,  $\text{ИД} > 1$ , следовательно, инвестиции в данную ИС, эффективны.

Внутренняя норма доходности (ВНД):

$$\text{при } E_1 \rightarrow \text{ЧДД}_1 > 0$$

$$E_2 \rightarrow \text{ЧДД}_2 < 0$$

$$\text{ВНД} = E_1 + \frac{\text{ЧДД}_1}{\text{ЧДД}_1 - \text{ЧДД}_2} \cdot (E_2 - E_1), \quad (28)$$

$$\text{при } E_1 \rightarrow \text{ЧДД}_1 > 0$$

$$E_2 \rightarrow \text{ЧДД}_2 > 0$$

$$\text{ВНД} = E_1 + \frac{\text{ЧДД}_1}{\text{ЧДД}_1 + \text{ЧДД}_2} \cdot (E_2 - E_1) \quad (29)$$

$$E_1 = 0,11$$

$$\text{ЧДД}_1 = \frac{121290}{(1 + 0,11)} + \frac{121290}{(1 + 0,11)^2} - 183505 = 24206,95 \text{ руб.}$$

$$E_1 = 0,13$$

$$\text{ЧДД}_2 = \frac{121290}{(1 + 0,13)} + \frac{121290}{(1 + 0,13)^2} - 183505 = 18819,14 \text{ руб.}$$

$$E_1 \rightarrow \text{ЧДД}_1 > 0$$

$$E_2 \rightarrow \text{ЧДД}_2 > 0$$

$$\text{ВНД} = 0,10 + \frac{24206,95}{24206,95 + 18819,14} \cdot (0,13 - 0,10) = 0,11.$$

Таким образом, норма дисконта должна быть в пределах 10% – 13%.

Показатели экономической целесообразности разработки и внедрения программы для микроконтроллера сведены в таблицу 8.

Таблица 8 – Показатели экономической целесообразности разработки и внедрения программы для микроконтроллера

Наименование показателя	Значения
Затраты на разработку и внедрение ПП, руб.	183505
Ожидаемая экономия от внедрения ПП, руб.	121290
Чистый дисконтированный доход, руб.	21481,28
Индекс доходности	1,11
Внутренняя норма доходности	0,11
Дисконтированный срок окупаемости, лет	1,51
Срок морального старения, года	2

Произведенные расчеты свидетельствуют, что внедрение, разработанная в ВКР программа для микроконтроллера, сокращает временные затраты на обработку результатов тестирования, что приведет к уменьшению годовых текущих затрат на 121290 рубля.

Опираясь на оценку экономической эффективности можно сделать вывод о том, что разработка и внедрение предлагаемой программы для микроконтроллера является экономически обоснованной и целесообразной.

## **4 ОХРАНА ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ**

### **4.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов при пайке деталей, узлов и наладке электронных устройств**

Человек подвергается опасности на работе и находясь в пространстве, называемой производственной средой.

В производственной среде существуют вредные и опасные факторы, которые оказывают негативное влияние на жизнь человека.

Вредный фактор производства - это фактор воздействия на работника, который может привести к его заболеванию (например: неблагоприятный микроклимат, повышенный шум, вибрация, плохое освещение, неблагоприятный состав воздуха).

Опасный производственный фактор – это фактор, влияющий на работника, который может привести к его травме (например, высота, пожар, электрический ток, движущиеся предметы, взрыв).

Виды вредных и опасных факторов:

- физические;
- химические;
- биологические;
- психофизиологические.

Физические факторы - это движущиеся машины и механизмы, повышенная вибрация и шум, ионизирующее и электромагнитное излучение, повышенное статическое электричество, недостаточное освещение, повышенное напряжение в цепи и т.д.

Вредными для здоровья физическими факторами являются повышение или понижение температуры воздуха на рабочем месте; повышенная влажность и скорость движения воздуха, повышенный шум, вибрация, ультразвуковые волны и различные излучения – тепловое, ионизационное и инфракрасное. К вредным физическим факторам также относятся запыленность и загазованность воздуха на рабочей зоне, недостаточное

освещение, повышенная яркость света и пульсация светового потока.

Химические факторы - это вещества и соединения, которые оказывают токсическое, раздражающее, канцерогенное и мутагенное воздействие на организм человека и нарушают различные физические условия его репродуктивной функции.

Биологические факторы - патогенные микроорганизмы и их отходы, а также растения и животные, воздействие которых на работников приводит к травмам или заболеваниям.

Психофизиологические факторы - это факторы, влияющие на рабочий процесс. Они включают в себя физические (статические и динамические перегрузки) и нервно-психические перегрузки (чрезмерное психическое напряжение, чрезмерное напряжение слухового и зрительного анализаторов, монотонная работа, эмоциональные перегрузки).

#### **4.2 Расчёт технических средств обеспечения безопасности труда на рабочем месте инженера–электроника**

Для обеспечения стандартизированных параметров воздушной среды на рабочем месте инженеров-электронщиков необходимо применять местные и общепринятые системы вытяжной вентиляции при низкотемпературной пайке. Первый предназначен для удаления вредных веществ, образующихся непосредственно в процессе пайки, а второй обеспечивает удаление вредных веществ, которые не замечаются местным отсасыванием.

Местное всасывание является наиболее эффективным и экономичным при ручной пайке, при этом воздух, загрязненный вредными веществами, удаляется аспирацией. Всасывание через трубопровод подключается к вытяжке, установленной отдельно или по централизованно.

Расчет необходимого воздухообмена в производственных помещениях проводится в зависимости от количества работающих, наличия в воздухе рабочей зоны вредных веществ (газов, паров или пыли), влаговыделения, избытков тепла.

Воздухообмен, м<sup>3</sup>/ч, необходимый для поддержания в помещении допустимой концентрации вредных газов или паров, рассчитывают по формуле

$$L = \frac{G}{(g_{\text{выт}} - g_{\text{прит}})} \quad (1)$$

где  $G$  - количество вредных веществ, выделяющихся в помещении за единицу времени, мг/ч;

$g_{\text{выт}}$  - концентрация вредных веществ в удаляемом воздухе, мг/м<sup>3</sup>;

$g_{\text{прит}}$  - концентрация вредных веществ в поступающем в помещение воздухе, мг/м<sup>3</sup>.

ПДК в воздухе рабочей зоны по олову 10 мг/м<sup>3</sup>.

Содержание паров олова в воздухе рабочей зоны составляет 1500 мг/ч. Фактическая концентрация вредного вещества в единице объема воздуха производственного помещения, мг/м<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$g_{\text{конц}} = \frac{G}{V \times K_{\text{зап}}} \quad (2)$$

где  $G$  - количество вредных веществ, выделяющихся в помещении за единицу времени, мг/ч;

$V$  - объем помещения, м<sup>3</sup>;

$K_{\text{зап}}$  - коэффициент запаса, учитывающий неравномерность распределения вредного вещества по объему помещения,  $K=1,5$ .

Фактическая концентрация, определяемая по формуле (2), составит

$$g_{\text{конц}} = \frac{1500}{(5 \times 6 \times 3,45) \times 1,5} = 9,7 \text{ мг/м}^3$$

Тогда по формуле (1) необходимый воздухообмен будет равен

$$L = \frac{1500}{0,7 \times 10} = 214 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Часовой объем нагнетаемого или отсасываемого воздуха вентиляторами из помещения, м<sup>3</sup>/ч

$$L = 3600 F_v x, \quad (3)$$

где  $F_v$  - площадь сечения вентилятора, м<sup>2</sup>;

$x$  - скорость движения воздуха в канале воздуховода, м/с.

Устройства вентиляции в зависимости от их назначения рассчитываются по необходимому воздухообмену с учетом рекомендуемых скоростей воздуха. Для олова расчетная скорость  $x = 0,7-1$  м/с. Рассчитаем площадь поперечного сечения воздуховода вентилятора, используя формулу (3)

$$F_{\text{крат}} = \frac{214}{3600 \times 0,95} = 0,06 \text{ м}^2 \quad (3)$$

Кратность воздухообмена определяется по следующей формуле (4)

$$K = \frac{L}{V} \quad (4)$$

где  $K$  - необходимый воздухообмен, м<sup>3</sup>/ч;

$V$  - объем помещения, м<sup>3</sup>.

Тогда по формуле (4) необходимая кратность воздухообмена составит

$$K = \frac{214}{5 \times 6 \times 3,45} = 2$$

Таким образом, для улучшения условий работы необходимо организовать приточно-вытяжную вентиляцию с потребным воздухообменом 214 м<sup>3</sup>/ч и кратностью 2. Для обеспечения рассчитанного воздухообмена в промышленных помещениях воздуховод вентилятора должен иметь площадь поперечного сечения не менее 0,06 м<sup>2</sup>.

### **4.3 Утилизация компьютерной и оргтехники**

В современном мире каждая крупная организация имеет на своём счету множество техники. Это компьютеры, служебные мобильные телефоны, копировальные аппараты, и многое другое. Электронные устройства облегчают рабочий процесс и являются его неотъемлемой частью. Однако постоянное развитие технологий приводит к тому, что техника морально устаревает гораздо раньше своего срока службы.

Старая техника является хранилищем вредных компонентов, таких как мышьяк, ртуть или свинец, имеющие высокий класс опасности, которые вредят здоровью и экологии.

Утилизация оргтехники и компьютеров – это обязательное условие, которое прописано в российском законодательстве, под которое попадают не только организации, но и физические лица.

Утилизация электронного оборудования, компьютерной техники и утилизация оргтехники регламентируются следующими документами:

- приказ министерства финансов РФ от 29.08.2001 № 68 н «об утверждении инструкции о порядке учета и хранения драгоценных металлов, драгоценных камней и продукции из них также отчетности при их производстве, использовании и обращении»,

- постановление правительства РФ № 731 от 28.09.2000 «об утверждении правил учета и хранения драгоценных металлов, драгоценных камней, продукции из них, а также ведения соответственно отчетности»,

- федеральный закон n 89 -ФЗ от 24.06.1998 (редакции от 30.12.2008) "об отходах производства и потребления",

- федеральный закон № 214 -ФЗ от 24.07.2007 «о драгоценных металлах и драгоценных камнях» (п. 2/ ст. 20),

- уголовный кодекс РФ, статья192 «нарушение правил сдачи государству драгоценных металлов и драгоценных камней»,

- уголовный кодекс РФ, статья191 «незаконный оборот драгоценных металлов, природных драгоценных камней или жемчуга»,

- кодекс РФ об административных правонарушениях, статья 19 п.14 «нарушение правил получения, извлечения, использования, производства, обращения, учета, хранения драгоценных металлов, драгоценных камней или изделий их содержащих»

Необходимость в профессиональной утилизации оргтехники возникает в связи с тем, что внутри микросхем, плат, содержатся детали, с определенной долей драгоценных металлов.

В связи с этим существует ряд техники обязательные к утилизации:

- электронные приборы: компьютеры, ноутбуки, мониторы,

планшеты и так далее,

- коммуникационные приборы: телефоны, факсы,
- печатные машины: принтеры, копировальные машины, ризографы,
- МФУ (многофункциональные устройства): техника, которая исполняет функции принтера, сканера, факса, копимашин,
- инструменты для презентаций: любые проекторы,
- вычислительная техника: счетные машины, кассовые аппараты.

Все составляющие этих устройств (платы, лом и т.д.) тоже нуждаются в утилизации.

Утилизация вычислительной и оргтехники производится в несколько этапов, они нужны для правильной переработки всей техники, согласно требованиям законодательств.

Первый этап производится силами организации с привлечением сертифицированных экспертов. Последующие этапы имеет право выполнять одна из специализированных фирм, зарегистрированных в Пробирной палате Российской Федерации.

Получение акта списания:

- экспертная оценка;
- определение остаточной стоимости списываемой техники;
- заключение о невозможности ее дальнейшего использования;
- оформление выбытия основных средств.

Демонтаж оборудования с отделением содержащих драгоценные металлы частей:

- обязателен акт об изъятии комплектующих, на основании которого техника списывается с карточек учета,
- на его основании, на каждую деталь заводится своя карточка учета (форма М-17), в которой указывается наименование лома (название узла), его общая масса и доля в ней драгметаллов каждого наименования.

Аффинаж – очистка драгоценных металлов от примесей и отделение их друг от друга. На аффинаж поступают черновые металлы в слитках, концентраты гравитационного передела, осадки цианистого процесса, шламы электролитического рафинирования меди и никеля, шлифовое золото после амальгамации, а также отходы производства и потребления.

При аффинаже сплавов, содержащих менее 30 % или более 70 % золота, перерабатывают отдельно. В большинстве случаев, золотосеребряные сплавы, поступающие на аффинаж, содержат также платину и МПГ.

Оприходование полученных ценностей.

Передача драгметаллов в фонд государства.

Выброшенная электроника представляет опасность для здоровья людей и животных, для состояния окружающей среды. Опасные вещества электронного лома загрязняют почву и реки, попадают в растения.

Вред здоровью причиняет прямой контакт со свинцом, кадмием, хромом, бромированными огнестойкими добавками, полихлорированными дифенилы, вдыхание ядовитых паров, а также накопление химических веществ в воде и продуктах питания.

Под воздействием высоких температур в атмосферу выделяются опасные вещества – фенолы, бензолы, медь, кадмий, свинец и мышьяк. Зола от сгорания отслужившей техники не менее токсична.

#### **4.4 Выводы по разделу**

Существует большое количество вредных и опасных факторов, поэтому необходимо исключить их воздействие на инженера-электроника с помощью технических средств.

Одним из опасных факторов является недостаточная вентилируемость помещения, что в будущем может вызвать ухудшение состояние или привести к быстрому утомлению и снижению работоспособности. В связи с этим проведено исследование на рабочем месте инженера-электроника и из

этого следует, что его характеристика зрительной работы относится к высокой точности.

Утилизация компьютеров и их комплектующих, в простой мусорный бак категорически запрещена, по причине вреда экологии, а также окружающей природе. Пластик, пластмассовые комплектующие, черные и цветные металлы могут быть вторично переработаны, не исключая драгоценные металлы. Поэтому на сегодняшний день утилизация электронного оборудования осуществляется по закону, который был установлен государственными органами для предотвращения загрязнения окружающей среды и регулировки утилизации оргтехники и компьютеров.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведения выпускной квалификационной работы были выполнены все поставленные задачи:

- изучен принцип построения автоматизированных устройств кормления домашних животных с микроконтроллерным управлением;

- проведён анализ рынка разработка проекта автоматизированного устройства для кормления домашних животных с микроконтроллерным управлением. На основании рассмотренных устройств были выдвинуты требования для разработки автоматизированного устройства кормления домашних животных;

- спроектировано устройство для кормления домашних животных с микроконтроллерным управлением;

- изучены требования охраны труда и промышленной экологии;

- рассчитаны экономические показатели проекта.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизация процессов [Электронный ресурс] , 2007-2022. – URL:[https://www.kpms.ru/Automatization/Process\\_automation.htm](https://www.kpms.ru/Automatization/Process_automation.htm) (дата обращения 15.02.2022).
2. Микроконтроллер [Электронный ресурс] , 2022. – URL: <https://future2day.ru/mikrokontroller/> (дата обращения 16.02.2022).
3. ТОП-8 автоматических кормушек для кошек и собак [Электронный ресурс] , 2022. – URL: <https://lapkins.ru/p/rejting-avtomaticheskikh-kormushek-dlya-koshek-i-sobak/> (дата обращения 16.02.2022).
4. Чем полезна автоматизация? [Электронный ресурс] , 2022. – URL: <https://www.alltechbuzz.net/ru/> (дата обращения 17.02.2022).
5. Приборы и средства автоматизации. [Электронный ресурс] , 2022. – URL: <https://poisk-ru.ru/s36124t7.html> (дата обращения 20.02.2022).
6. Шигимага В.А., Файзуллин Р.А., Косулина Н.Г., Сухин В.В., Коршунов К.С. АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И КОРРЕКЦИИ РАЦИОНОВ КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ // The Scientific Heritage. 2021. №78-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomaticheskie-sis> (дата обращения: 10.03.2022).
7. Контроль кормления со встроенными анализаторами кормов. URL: <https://www.onlinescales.ru/catalog/selskoehozyaystvo> (дата обращения 02.11.21)
8. Сафиуллин Р.К. Основы автоматики и автоматизация процессов: учеб. пособ. / Р.К. Сафиуллин. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2013 – 187 с.
9. Белов М. П. Технические средства автоматизации и управления: Учеб. пособие. - СПб.: СЗТУ, 2006 - 184 с.
10. А.А. Лавров Технические средства автоматизации и управления: Учеб. пособие. - СПб.: СПбПУ, 2015 - 59 с.

11. Блум Дж. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства. 2-е изд.: пер. с англ. — СПб.: БХВ-Петербург, 2020. — 529 с.: ил.
12. Петин В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino. — СПб.: БХВ-Петербург, 2014 — 400 с.: ил. — (Электроника)
13. Шигимага В. А. Импульсная кондуктометрия в изменяемом электрическом поле: перспективы развития измерений. Измерительная техника. 2014. №10. С. 65-69.
14. Козлов А.А. Особенности применения цифровых технологий при производстве продукции животноводства // Цифровая экономика: проблемы и перспективы развития: сб. науч. ст. межрегион. науч.-практич.конф. Курск, 2019. С. 202– 210
15. Морозов Н.М. Экономическая эффективность и цифровизация животноводства // Техника и оборудование для села. 2019. № 4. С. 2 –7
16. Зыков А.В., Юнин В.А., Захаров А.М. Использование робототехнических средств в АПК // Международный научно-исследовательский журнал. 2019. № 3 (81). С. 8–11.
17. Идентификация опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте инженера-электронщика [электронный ресурс] URL: [https://studbooks.net/1510896/bzhd/identifikatsiya\\_opasnyh\\_vrednyh\\_proizvodstvennyh\\_faktorov\\_rabochem\\_meste\\_inzhenera\\_elektronschika](https://studbooks.net/1510896/bzhd/identifikatsiya_opasnyh_vrednyh_proizvodstvennyh_faktorov_rabochem_meste_inzhenera_elektronschika) - (дата обращения 23.04.2022г).
18. Список микроконтроллеров ATmega. [электронный ресурс]. URL: <https://chipinfo.pro/mcu/avr/atmegalist.shtml> – (дата обращения 09.03.2022 г.)?
19. Баев Б.П. Микропроцессорные системы бытовой техники Учебник для вузов. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Горячая линия-Телеком, 2005. — 480 с.
20. Артеменко С.В., Тихоненко Д.В. Утилизация компьютерной техники. 2020. №8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/utilizatsiya-kompyuternoy-tehniki> (дата обращения: 25.04.2022)

## ПРИЛОЖЕНИЕ А – Код программы

```
#include <DS3231.h>
#include <Servo.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Keypad.h>

const byte ROWS = 4; // 4 строки
const byte COLS = 4; // 4 столбца

// задаем карту расположения клавиш клавиатуры
char keys[ROWS][COLS] = {
  {'1','2','3','A'},
  {'4','5','6','B'},
  {'7','8','9','C'},
  {'*','0','#','D'}
};

// Connect keypad ROW0, ROW1, ROW2 and ROW3 to these Arduino pins.
byte rowPins[ROWS] = { 2, 3, 4, 5 };

// Connect keypad COL0, COL1 and COL2 to these Arduino pins.
byte colPins[COLS] = { 6, 7, 8, 9 };

// создаем объект клавиатуры
Keypad kpd = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS );

DS3231 rtc(A4, A5);
Servo servo_test; // даем имя используемому сервомотору
LiquidCrystal lcd(A0, A1, A2, 11, 12, 13); // контакты, к которым подключен
ЖК дисплей

//int angle = 0;

// int potentio = A0; // initialize the A0analog pin for potentiometer
int t1, t2, t3, t4, t5, t6;
```

```

boolean feed = true; // условие для срабатывания кормушки
char key;
int r[6];

void setup()
{
  servo_test.attach(10); // к этому контакту подключен сервомотор
  rtc.begin();
  lcd.begin(16,2);
  servo_test.write(55);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(A0, OUTPUT);
  pinMode(A1, OUTPUT);
  pinMode(A2, OUTPUT);

}

void loop()
{
  lcd.setCursor(0,0);
  int buttonPress;
  buttonPress = digitalRead(A3);
  if (buttonPress==1)
    setFeedingTime();

  //Serial.println(buttonPress);
  lcd.print("Time: ");
  String t = "";
  t = rtc.getTimeStr();
  t1 = t.charAt(0)-48;

```

```
t2 = t.charAt(1)-48;
```

```
t3 = t.charAt(3)-48;
```

```
t4 = t.charAt(4)-48;
```

```
t5 = t.charAt(6)-48;
```

```
t6 = t.charAt(7)-48;
```

```
lcd.print(rtc.getTimeStr());
```

```
lcd.setCursor(0,1);
```

```
lcd.print("Date: ");
```

```
lcd.print(rtc.getDateStr());
```

```
if (t1==r[0] && t2==r[1] && t3==r[2] && t4==r[3]&& t5<1 && t6<3 &&  
feed==true)
```

```
{
```

```
servo_test.write(100);
```

```
//повернуть сервомотор на угол 100 градусов
```

```
delay(400);
```

```
servo_test.write(55);
```

```
feed=false;
```

```
}
```

```
}
```

```
void setFeedingTime()
```

```
{
```

```
feed = true;
```

```
int i=0;
```

```
lcd.clear();
```

```
lcd.setCursor(0,0);
```

```
lcd.print("Set feeding Time");
```

```
lcd.clear();
```

```
lcd.print("HH:MM");
```

```
lcd.setCursor(0,1);
```

```
while(1){
  key = kpd.getKey();
  char j;

  if(key!=NO_KEY){

    lcd.setCursor(j,1);

    lcd.print(key);

    r[i] = key-48;
    i++;
    j++;
    if (j==2)
    {
      lcd.print(":"); j++;
    }
    delay(500);
  }
  if (key == 'D')
  {key=0; break; }
  }
}
```