

Министерство науки и высшего образования и 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 проекта устройства с микроконтроллерным управлением  
«Умная поилка»»

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

Шестакова Екатерина Сергеевна

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Руководитель: \_\_\_\_\_ (С.А. Зыкин)

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 ШЕСТАКОВОЙ Екатерине Сергеевне курса 4  
группы КСК9-18-1спо  
специальность 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы

Тема задания «Разработка проекта устройства с микроконтроллерным управлением «Умная поилка»»

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 «Устройства с микроконтроллерным управлением». Обзор существующих на рынке поилок. Формирование требований к проектируемой системе.

*в) Конструкторский раздел.* Обоснование и выбор инструментального обеспечения проекта. Разработка структурной и функциональной схем проекта. Выбор элементной базы. Разработка печатной платы. Разработка алгоритма и управляющей программы поилки. Разработка аппаратной части.

*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 устройства с микроконтроллерным управлением

1.2 Обзор электрических схем поилок

1.3 Формирование требований к проектируемой системе

### 2 Конструкторский раздел

2.1 Выбор инструментального обеспечения проектирования

2.2 Разработка структурной и функциональной схем устройства

2.3 Выбор элементной базы

2.4 Разработка печатной платы

- 2.1 Разработка алгоритмов работы управляющей программы устройств. Разработка программного обеспечения устройства
- 1 Организационно-экономический раздел
  - 3.1 Расчет себестоимости проекта
  - 3.2 Расчет экономической эффективности проекта
- 2 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 ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЯ

Дата выдачи \_\_\_\_\_

Срок окончания \_\_\_\_\_

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_ /Л.Г.Вилькова/

«\_\_» \_\_\_\_\_ 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 КСК9-18-1сн0  
специальности 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы  
Шестаковой Екатерины Сергеевны  
(фамилия, имя, отчество)

Содержание	Сроки	Отметка 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	16.06-23.06		
Введение 3 Теоретическая часть	08.03 – 20.04											
4 Охрана труда и БЖД	20.04 – 30.04											
5 Промышленная экология	01.05 – 17.05											
6 Инженерно-технической часть	18.05- 25.05											
7 Организационно-экономическая часть	26.05- 30.05											
Оформление дипломного проекта: Заключение Список используемой литературы Приложения	31.05 – 06.06											
Выполнение чертежей, оформление демонстрационных материалов к ВКР	01.06- 03.06											
Представление проекта на проверку и отзыв руководителя Нормоконтроль	03.06 – 05.06											
Подготовка доклада и демонстрационных материалов к предзащите	04.06 – 06.06											
Предоставление работы на проверку председателю ПЦК	04.06 – 05.06											
Предзащита ВКР Иметь к преддипломной защите: - рецензия нормоконтроля; - отзыв руководителя; - подпись руководителя по	06.06 – 07.06											

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 /  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

## РЕФЕРАТ

Шестакова Е.С. разработка проекта устройства с микроконтроллерным управлением умная поилка выпускная квалификационная работа: стр.61, табл. 9, иллюстраций.19.

Объект исследования – умные поилки.

Цель работы – выполнение разработки умной поилки для животных.

В процессе выполнения работы были изучены основы автоматизации при использовании микроконтроллера и разработана умная поилка под микроконтроллерным управлением.

Основные конструктивные и экономические показатели: большой объём резервуара для жидкости, длительный срок автономной работы, экономия на автономном уходе за животными.

Устройство может использоваться для автономного ухода за малыми и средними домашними животными.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	9
1 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАЗДЕЛ.....	11
1.1 Понятие «Устройства с микроконтроллерным управлением».....	11
1.2 Обзор существующих на рынке поилок .....	17
1.3 Формирование требований к проектируемой системе.....	20
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ .....	22
2.1 Обоснование и выбор инструментального обеспечения проекта.....	22
2.2 Выбор элементной базы .....	26
2.3 Разработка структурной и функциональной схем проекта.....	29
2.4 Разработка печатной платы.....	31
2.5 Разработка алгоритма и управляющей программы поилки.....	36
2.6 Разработка аппаратной части.....	40
3 ОХРАНА ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ .....	46
3.1 Мероприятия по снижению воздействия выявленных вредных и опасных производственных факторов.....	46
3.2 Мероприятия по оптимизации освещенности на рабочем месте.....	48
3.3 Утилизация использованного оборудования при разработке автоматической поилки для животных .....	51
3.4 Вывод по разделу .....	52
4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	54
4.1 Расчет затрат на разработку программы для микроконтроллера.....	54
4.2 Расчет затрат на внедрение программы для микроконтроллера.....	57
4.3 Расчет эксплуатационных текущих затрат по программе для микроконтроллера .....	59
4.4 Расчет экономической целесообразности разработки и внедрения информационных технологий.....	61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	67
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	68
ПРИЛОЖЕНИЕ А Программный код .....	71
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Техническое задание .....	78

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время люди стараются сэкономить как можно больше времени, которое можно было бы потратить на отдых или развлечения. Основной возможностью для этого является сокращение времени, затрачиваемого на простые и привычные действия, путём внедрения автоматизированных систем, способных выполнять простые действия по дому или работе.

Всё больше проектов автоматизации появляется на рынке, из них можно отметить устройства роботов-пылесосов, умных холодильников и умных устройств дома, которые являются проектом автоматизации процессов дома в целом. 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 поения домашних животных.

Поилка для домашних животных также является элементом автоматизации современного человека, способная сэкономить время, затрачиваемое человеком на процесс ухода за домашними животными.

Пользователями умной поилки являются люди, имеющие домашних животных, и имеющие желание автоматизировать процесс ухода за животными.

Объектом исследования является организация ухода за домашними животными.

Предметом исследования выступают автоматизированные системы питания домашних животных.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка проекта устройства под микроконтроллерным управлением «умная поилка».

Для достижения цели выдвигаются следующие задачи:

- изучить основные сведения об автоматизации, и требования к умной поилке,

- разработать схемы и платы устройства, написание программного кода и разработка корпуса устройства,
- изучить технику безопасности и охрану труда на производстве,
- рассчитать экономическую составляющую проекта.

# 1 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1 Понятие «Устройства с микроконтроллерным управлением»

В этом разделе будут рассмотрены принципы и правила построения автоматизированных систем, их особенности и возможности.

Автоматизация – процесс, направленный на освобождение человека от выполнения периодически выполняемых и повторяющихся операций, возлагая их выполнение на автоматизированную систему.

Полная автоматизация – это автоматизация, при которой весь процесс выполняется при помощи автоматизированной системы, при работе такой системы участие человека в выполнении процесса не требуется.

Частичная автоматизация, чаще используется для освобождения человека от мелких рутинных действий, с условием, что в выполнении основного процесса человек всё равно будет участвовать. Такая автоматизация не даёт полного освобождения от выполнения процесса, но даёт упрощение в его выполнении.

Сутью автоматизации можно назвать возможность измерения параметров объекта, сравнение результатов, или другими словами их обработка, и изменение этих параметров, через исполнительные устройства. При большой мощности и скорости вычислительной техники такой простой подход может дать очень хорошие результаты автоматизации.

Любая автоматизация не возможна без устройств управления, в качестве которых используются микроконтроллеры. В работу этих устройств входит: принятие данных с датчиков, управление различной нагрузкой, передача данных на другие управляющие или вычислительные устройства.

Микроконтроллер представляет собой микросхему, в которую включен процессор, память и другая периферия. Это даёт возможность использовать микроконтроллеры автономно, всё что ему необходимо для работы это питание, которого зачастую достаточно от двух пальчиковых батареек.

Микроконтроллеры предназначены для сбора и обработки информации, на основе чего производится контроль состояния объекта управления. Их главной целью является управление какие-либо процессами, но не вычисление большого количества информации.

Современные микроконтроллеры могут работать с двумя видами электронных сигналов: аналоговым и цифровым. По причине того, что сам микроконтроллер - это исключительно цифровое устройство, чаще используется работа именно с цифровыми выходами, но в некоторых микросхемах можно встретить такие устройства как АЦП (аналого-цифровой преобразователь) и ЦАП (цифро-аналоговый преобразователь). Они позволяют обрабатывать и выдавать аналоговые величины, но надо понимать, что эти устройства установлены не во всех микроконтроллерах.

Важной частью при работе с микроконтроллером является правильное и грамотное написание программного кода. Без программы, загруженной в память микроконтроллера, он становится полностью бесполезным в автоматизации.

При загрузке кода на языке C++ или Assembler производится компиляция кода. Компиляция это - процесс перевода программного кода в машинный код. Уже в виде машинного кода команды загружаются в Flash-память, откуда их принимает процессор.

Машинный код это – набор кодов в десятичном шестнадцатеричном или двоичном виде, которые в последствии загружаются в память микроконтроллера в двоичном виде, и каждый из таких кодов представляет из себя индивидуальную последовательность логических нулей и единиц, а также, говорят процессору о определённой команде что ему необходимо выполнить.

Ниже на рисунке 1, приведена структурная схема микроконтроллера Atmega 8, это 8-битный микроконтроллер семейства AVR, выпускаемый компанией Microchip и разработанный в 1996 году.

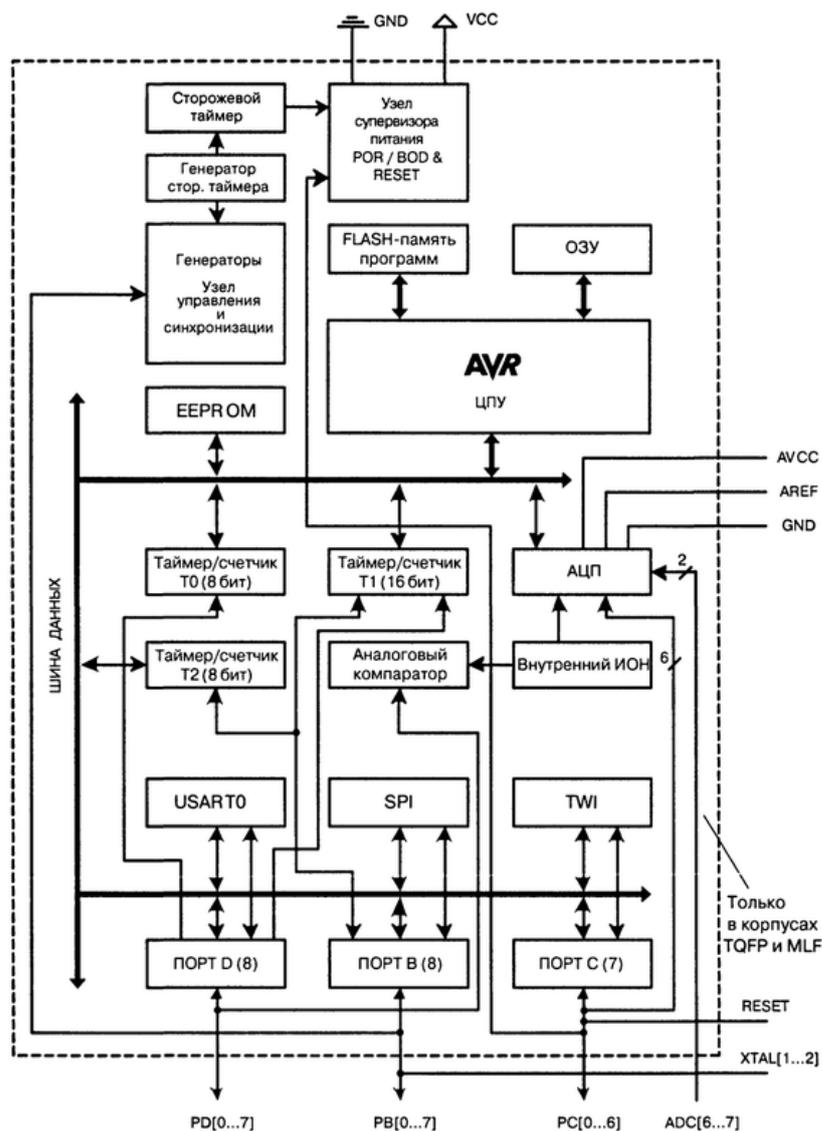


Рисунок 1 - Структурная схема микроконтроллера Atmega 8

На рисунке можно видеть, как много у микроконтроллеров периферийных устройств, это и позволяет им иметь такой большой функционал.

Все вычисления и обработка данных происходят внутри ЦПУ, и эти вычисления можно регулировать загруженным в микроконтроллер программным кодом, но что бы микроконтроллер имел ценность и мог работать, обмениваясь данными с другими устройствами в система ему необходимы порты ввода-вывода.

Порты-ввода вывода это - контакты на микросхеме микроконтроллера, способные принимать и выдавать цифровые сигналы (логический ноль и логическая единица).

Почти каждый контакт портов ввода-вывода микроконтроллера имеют дополнительные функции. Например, некоторые контакты могут выдавать ШИМ сигнал, некоторые принимать аналоговые сигналы, а некоторые могут работать в режиме какого-либо из поддерживаемых интерфейсов (SPI, TWI, USART).

При работе микроконтроллера в проектах по автоматизации, его работа заключается в приеме данных по выше рассмотренным портам ввода-вывода, их анализу и выполнению необходимых действий в ЦПУ (центральное процессорное устройство). Вся работа будет зависеть от программы, загруженной в память микроконтроллера. Эта система является минимальной для автоматизированной системы.

Рассмотрим так же варианты построения автоматизированной системы.

Ниже на рисунке 2 показана одна из структур построения автоматизированной системы без обратной связи [5].



Рисунок 2 - Автоматизированная система без обратной связи

Здесь ИУ – исполнительное устройство, им может являться моторчик или какая-либо световая нагрузка. Это устройство начинает работу по сигналу микроконтроллера, который в свою очередь работает только зависимо от программного кода, который в него загружен.

Объект управления это - какая-либо среда состояние которой управляется и изменяется автоматизированной системой.

Тут микроконтроллер и исполнительное устройство образуют связку управления, они способны изменять состояние объекта управления и считаются автоматизированной системой.

Такая структура работает по математической модели объекта управления и никак не может предугадать реальное состояние объекта управления. Поэтому при написании управляющей программы необходимо очень хорошо изучить объект управления.

Чаще всего такая система используется при участии человека-оператора для ввода данных в систему, но в отдельных случаях система может нормально функционировать и без участия человека.

Для создания полностью автоматизированной системы необходимо выполнять задачи человека-оператора без его участия. С этой задачей полностью справляются датчики.

Датчики это - устройства способные в полной или необходимой степени собирать информацию об объектах управления, переводить их в удобную форму для микроконтроллера и передавать их ему по различным интерфейсам или в виде цифровых или аналоговых сигналов.

На рисунке 3 можно видеть автоматизированную систему с добавлением датчика и обратной связи.



Рисунок 3 - Схема системы автоматизации с участием обратной связи

Теперь с участием датчика или несколькими датчиками микроконтроллер способен получать информацию о состоянии объекта управления.

Логика следующая, микроконтроллер получает данные о состоянии объекта управления, и если его состояние не соответствует норме, то микроконтроллер выполняет необходимые действия, через исполняемое устройство, в противном случае микроконтроллер продолжает опрашивать датчик, и не как не изменяет состояние объекта управления.

Такая система полностью автоматизированная и автономна, и для её работы необходимо лишь питание для схемы.

В умных поилках важной частью является перекачка жидкость из резервуара с водой в отсек для жидкости, где домашние животные смогут попить. Для этого используются помпы, их устройство бывает разным, но важно учитывать, что они управляются с аналоговыми сигналами.

Как было сказано выше в микроконтроллерах могут быть установлены разные периферийные устройства (счётчики, АЦП, интерфейс UART, интерфейс I2C). Но такое периферийное устройство как ЦАП используется в микроконтроллерах довольно редко, и его можно найти лишь в дорогих микроконтроллерах.

В случаях, когда необходимо управлять устройствами с помощью аналоговых сигналов на микроконтроллере без ЦАП, используется ШИМ.

ШИМ – широтно-импульсная модуляция, это метод создания аналогового сигнала, с помощью циклических сигналов микроконтроллера с разной шириной сигнала. При использовании ШИМ получаемый аналоговый сигнал зависит от времени, которое подан сигнал высокого уровня и сигнал низкого уровня.

На самом деле этот метод и близко не даёт аналогового сигнала, но при управлении, такими устройствами как без-коллекторный мотор, яркость светодиода, сервопривод и так далее, он вполне способен заменять чистый аналоговый сигнал.

На рисунке 4 можно видеть графики, показывающие аналоговый и ШИМ сигнал.

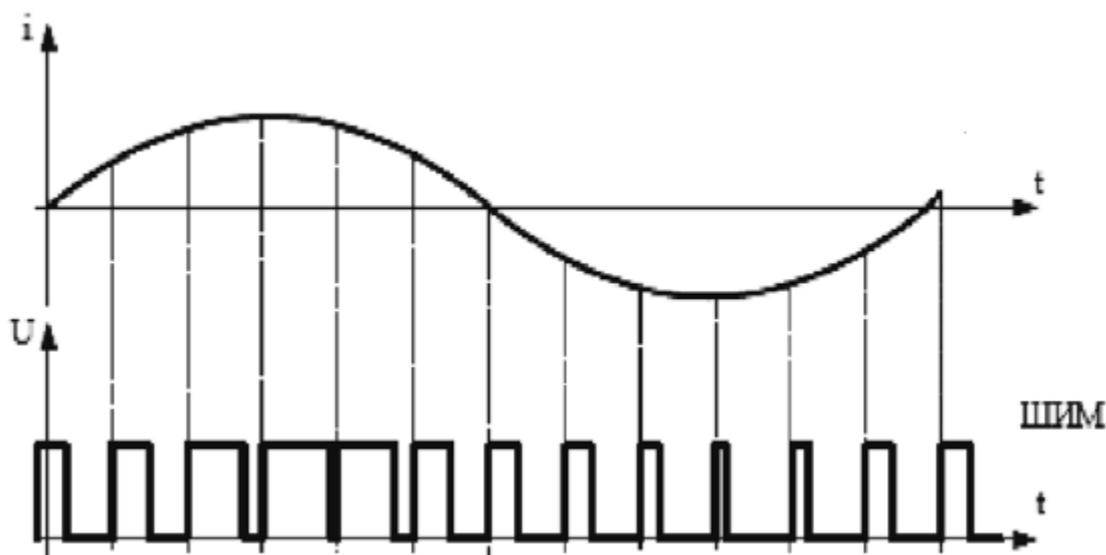


Рисунок 4—График аналогового и ШИМ сигнала

Как можно видеть из рисунка 4, чем больше по времени подаётся сигнал высокого уровня, тем выше аналоговый сигнал, который будет получать устройство, а чем меньше высокого сигнала подаётся цифровым выводом, тем сигнал меньше.

При работе с аналоговыми устройствами необходимо помнить о том, как устроен ШИМ и когда его можно использовать, так как он не всегда может использоваться, и иногда приходится внешний ЦАП.

## 1.2 Обзор существующих на рынке поилок

Для начала будет рассмотрена умная поилка Petoneer Fresco Mini Plus.

Автоматическая поилка от компании Petoneer устроена таким образом, что во время своей работы вода в ней постоянно циркулирует между резервуаром с жидкостью, резервуаром в которой животное может попить воду и фильтрами. Объём поилки составляет 1,9 литра.

График работы устройства можно настроить в специальном приложении, которое можно установить на Android или IOS. Так же в этом приложении можно дистанционно отслеживать уровень жидкости, который имеется в поилке. Подключение к умной поилке с помощью приложения на смартфоне происходит при помощи Wi-fi.

Корпус устройства сделан из белого пластика и имеет размеры 18 x 17,5 x 14,7 см. На корпусе так же расположены индикационные светодиоды, предназначенные для индикации в случае если необходимо поменять фильтр или долить воды.

В устройстве имеется 4 фильтра для полной очистки воды:

- полипропилен – первый уровень фильтрации, который очищает воду от шерсти и крупных фрагментов мусора,
- KDF – очищает воду от хлора,
- угольный слой – устраняет неприятный запах воды,
- ионообменная смола – очищает воду от различных солей.

Питается устройства от USB кабеля.

При всех перечисленных характеристиках устройство продаётся по цене 4990 рублей. При этом надо учитывать, что зарядное устройство в комплекты не идёт.

Также на рынке присутствуют и умные поилки, выполненные в форме фонтана, одним из таких является умный фонтан от компании Petree.

Это устройство, в котором вода подаётся в резервуар в форме бьющего фонтана, в такой форме вода подаётся всегда, когда устройство работает. Оно предназначено для кошек и собак мелкого и среднего размера.

Это устройство не имеет возможности подключения к нему по Wi-fi или другому беспроводному интерфейсу.

Конструкция устройства спроектирована таким образом, что при попадании мелкой грязи и мусора в зону фонтана, этот мусор пройдёт через фильтр, расположенный внутри корпуса, и не будет загрязнять область где животное будет пить. Корпус имеет форму круга с размерами 19 x 16 см и выполнен из пластика.

Главной особенностью поилки можно отнести полную водонепроницаемость, её можно полностью погружать под воду, это позволяет легко и удобно мыть корпус устройства.

Для индикации нехватки воды в резервуаре на корпусе расположен светодиод.

На устройстве установлено 3 фильтра, очищающие воду от мелких частиц, органических веществ, а также, способны смягчать воду и эффективно предотвращать некоторые заболевания животных. Кроме того, как уверяет производитель, устройство работает с низким уровнем шума.

Питается устройство так же от 5 вольт с специальным зарядным устройством которое идёт в комплекте.

Цена такого устройства составляет 3490 рублей. Вместе с тем в комплекте идёт фильтр и зарядка.

Следующей будет рассмотрена умная поилка от компании Xiaomi, Mijia Smart Pet Water Dispenser XWWF01MG.

Это умная поилка с четырёхступенчатой фильтрацией жидкости, которая способна задержать крупные и мелкие загрязнения жидкости, а также, удалить лишний мусор, ионы магния и кальция. Дополнительный фильтр из активного угля способен улучшить вкус воды.

Как заявляет производитель, при работе устройство не превышает громкость из 30 дБ.

Устройство поддерживает удалённое управление. Подключение к устройству происходит через приложение MI Home. В приложении имеется возможность настройки времени работы устройства, а также, возможно узнать о состоянии расходных материалов, таких как вода и фильтр.

На устройстве установлены индикационные светодиоды, что так же позволяют узнать информацию о состоянии устройства, они подскажет, когда устройство работает нормально, необходимо добавить воду, необходимо заменить фильтр, подключен телефон, и так далее.

Максимальный объём этой поилки составляет 2 литра, что по комментариям пользователей вполне хватает на неделю.

Корпус такой поилки так же похож на фонтан. Он сделан из пластика с размерами 191мм x 191мм x 177мм. Чаша, в которой расположен фонтан, наклонена на 7 градусов для удобства животных. Вес устройства 1300 грамм.

Номинальная мощность устройства 5,9 W, при питании от 5,9 вольт и потреблении 1 ампера. Питание устройства идёт от сети.

Цена такого устройства примерно составляет 3290 рублей. С ней в комплекте идёт кабель для питания устройства длиной 1,5 метра.

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

Разрабатываемое устройство умная поилка для животных имеет наибольшую актуальность среди людей, желающих автоматизировать привычный процесс ухода за животными и сэкономить время.

На корпусе имеется клавиатура 3 на 4, с помощью которой пользователь имеет возможность управления устройством, а также возможность ввода времени начала и окончания работы умной поилки.

К функционалу проектируемого устройства можно отнести:

- ввод обработка и хранение информации о времени включения и выключения устройства,
- измерение уровня жидкости в резервуаре и уведомление пользователя в случае необходимости пополнения уровня жидкости,
- включение и выключения подачи жидкости в чашу устройства введённое пользователем с клавиатуры.

Из функциональных подсистем можно выделить подсистему ввода вывода, отвечающую за ввод данных от пользователя и вывод данных от устройства пользователю, подсистема датчиков, которая отвечает за измерение уровня воды в резервуаре, а также подсистема управления, в которую входит микроконтроллер и модуль реального времени.

Максимальный объём вмещаемый в резервуар устройства составляет 2 литра.

Устройство рекомендуется эксплуатировать при температуре от +10 до +25 градусов, при температуре от +35 градусов эксплуатация устройства крайне не рекомендуется.

Хранение устройства возможно производить в помещении с температурой от +5 до +45 градусов, с относительной влажностью до 80%.

## 2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Обоснование и выбор инструментального обеспечения проекта

Для проектирования устройства необходимо выбрать необходимые программные инструменты, используемые при проектировании.

Первая программа, которая будет использоваться при проектировании устройства умной поилки, EasyEDA. Это программный пакет, предназначенный для создания и редактирования электронных схем. В этой программе можно полностью собрать электронную схему устройства, с проставлением всех необходимых обозначений и меток.

После проектирования схемы, имеется возможность перевода её перевода в режим конструирования печатной платы устройства. В этом режиме имеется возможность выбора размера платы, её типа, ширины дорожки и других необходимых параметров платы.

Результат можно посмотреть в виде 3д платы. Поддерживается экспорт платы в нескольких форматах, в разных видах, так, например, можно вывести только некоторые слои платы, в разных цветовых форматах, а некоторые слои можно и отзеркалить.

На рисунке 5 можно видеть пример интерфейса программы EasyEDA.

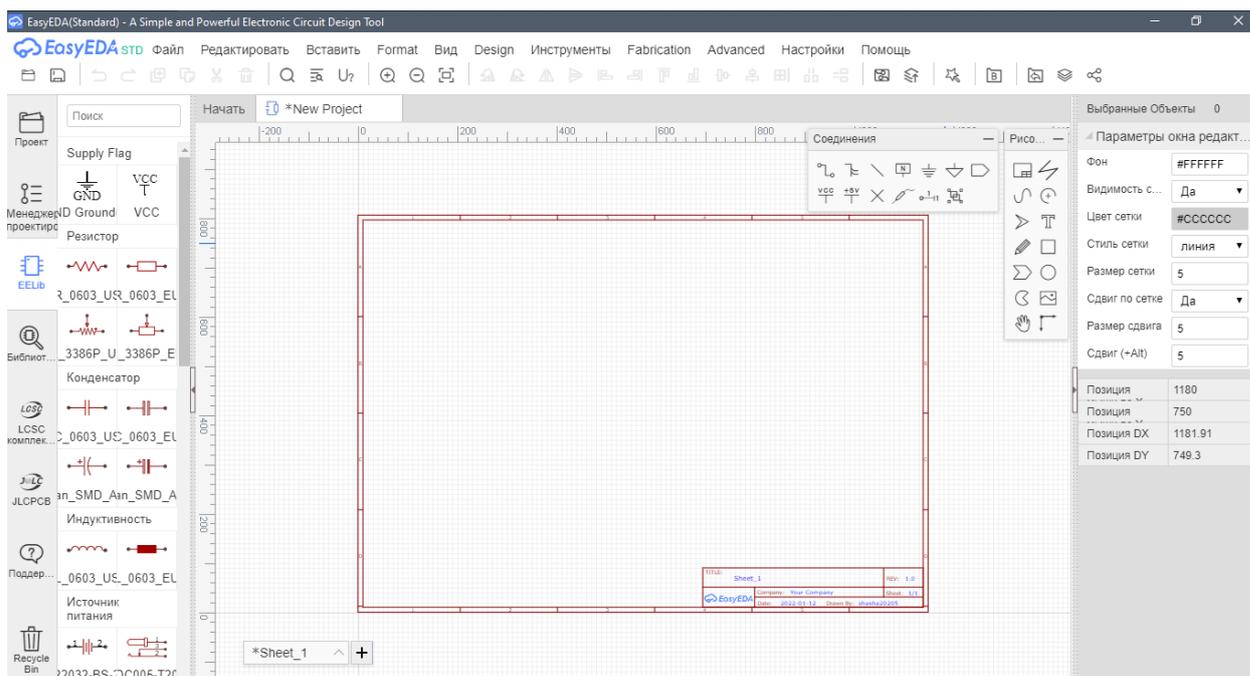


Рисунок 5 – Интерфейс программы EasyEDA

Ещё одна необходимая программа для проектирования цифрового устройства является MSVisio. Эта программа предназначена для создания и редактирования блок-схем, схем производственных процессов и других различных схем.

MSVisio имеет возможность расположения на холсте различных элементов схемы, как простых геометрических фигур, так и различных элементов показывающих процессы бизнеса или производства. Удобные подписи элементов и установление связей между ними.

Для проектирования цифрового устройства эта программа будет полезна для создания блок-схемы программного кода управляющего микроконтроллера, а также для создания функциональной схемы устройства.

Пример интерфейса MSVisio можно видеть на рисунке 6.

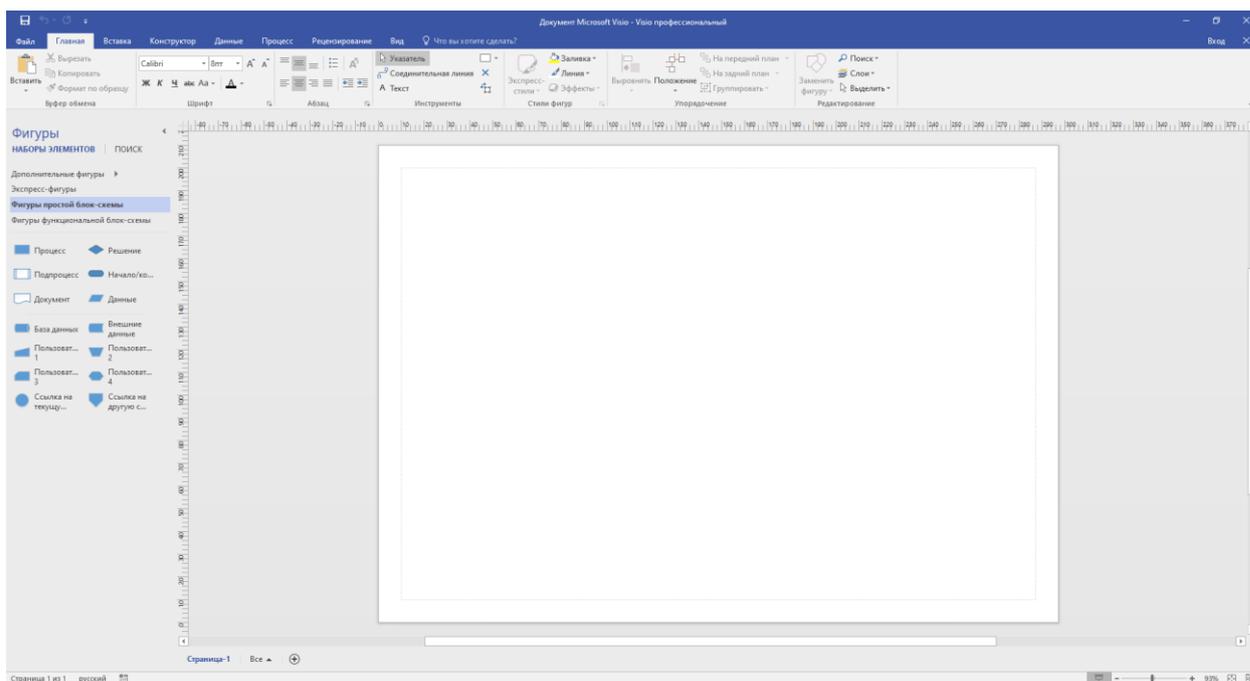


Рисунок 6 – Интерфейс программы MSVisio

Следующая используемая программа в проектировании устройства будет Atmel Studio.

Atmel Studio это - большой пакет программ предназначенный для написания управляющих программ для микроконтроллеров, также программа имеет множество вспомогательных инструментов для отладки написанных программ.

В программе можно писать программы на C++ или Assembler. По написанию кода программа компилирует написанный код в HEX файл, а также имеется возможность настроить программатор, с помощью которого можно будет программировать микроконтроллер прямо из Atmel Studio.

Кроме того, написанный код можно отладить средствами Atmel Studio. В этом режиме в окне программы появляются дополнительные окна, в которых можно видеть регистры микроконтроллера, которые меняют своё состояние по мере выполнения программы.

Пример интерфейса Atmel Studio на рисунке 7.

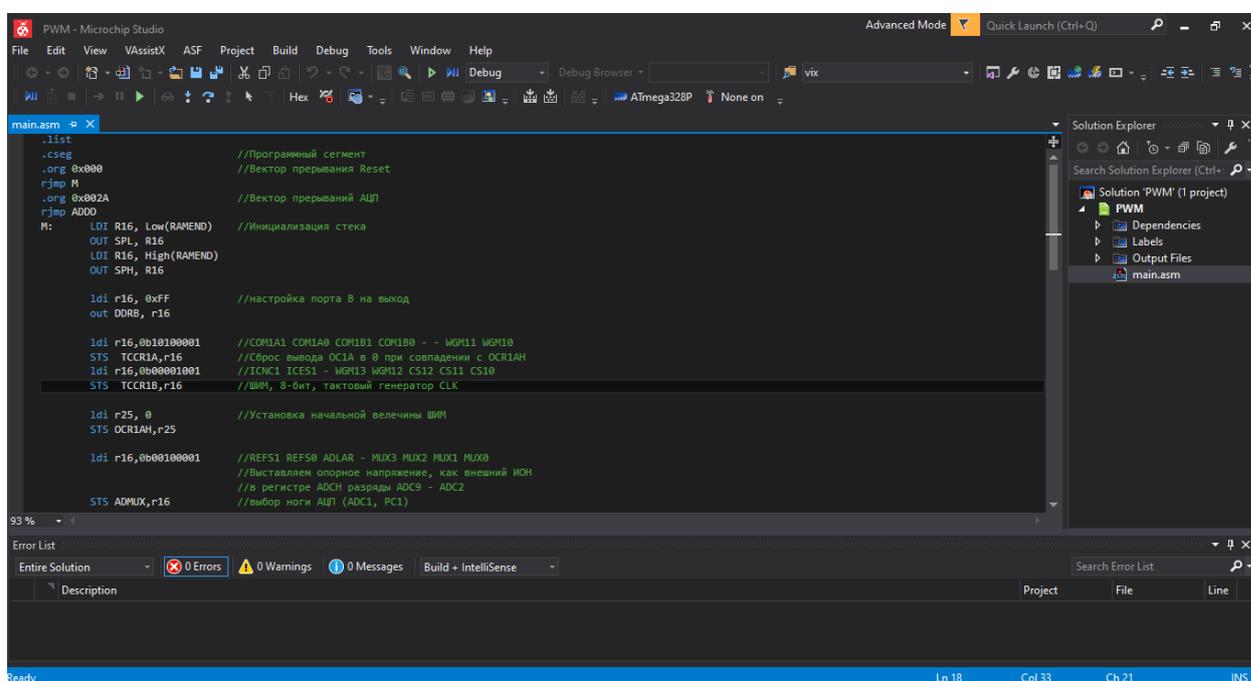


Рисунок 7 – Интерфейс программы AtmelStudio

Ещё одна необходимая программа Proteus 8. Это большой программный пакет, предназначенный для симуляции электронных схем, а также имеется возможность создания печатных плат по созданной схеме в симуляции.

В proteus 8 имеется возможность симуляции не только электронных схем, но и загрузки HEX файлов в выбранный микроконтроллер. Это даёт проверять работу построенной электронной схемы с работой микроконтроллеров и его программы.

Интерфейс Proteus 8 показан на рисунке 8.

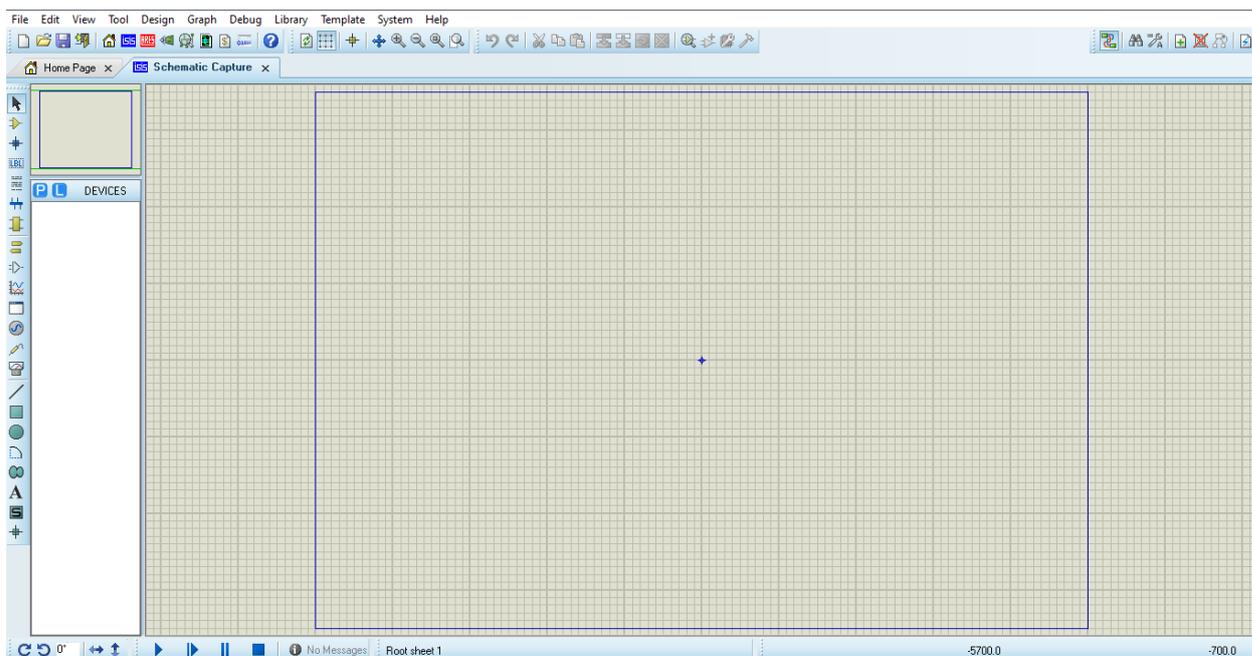


Рисунок 8 – Интерфейс программы Proteus 8

Как можно видеть, в Proteus есть большое рабочее поле для работы с схемами. Слева находится список компонентов, в библиотеке есть большое количество элементов схемы, с помощью которых можно симулировать и проверять любые схемы.

Последней программой из используемых будет программа Компас 3D. Это программа компании Аскон, предназначена для проектирования чертежей, 3D деталей и сборок этих деталей.

Программа имеет большие возможности и функционал, имеется большое количество возможностей черчения, установки размеров и программирования 3D моделей. В программе имеется параметризация, позволяющая при необходимости менять параметры большой детали или чертежа при изменении размеров одного составляющего элемента из чертежа или детали.

При разработке устройства эта программа будет использоваться для разработки корпуса устройства в виде 3D модели и переводе её в чертёж.

На рисунке 9 интерфейс программы Компас 3D.

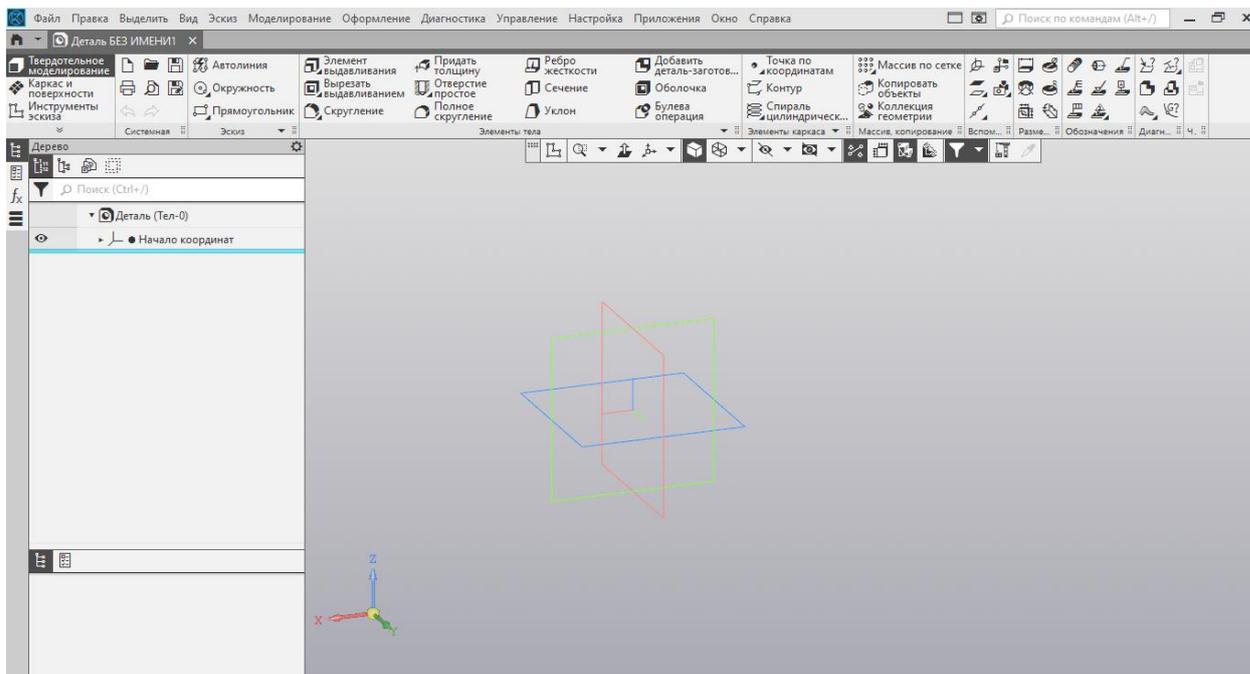


Рисунок 9 – Интерфейс программы Компас 3D

На рисунке включен режим создания 3D модели. В центре программы размещено рабочее поле и оси координат, сверху расположены основные функции, а слева дерево изменений детали.

## 2.2 Выбор элементной базы

Перед началом проектирования устройства необходимо выбрать элементы, которые будут стоять в устройстве. Для этого необходимо подобрать наиболее подходящие элементы, и по определённым критериям выбрать из них тот, который полностью подходит.

Для начала выберем управляющий микроконтроллер для устройства.

Среди тех микроконтроллеров, которые можно было бы использовать в проекте будут рассмотрены Atmega16, Atmega328 и Atmega2560. Из важных критериев для микроконтроллера можно отметить его цену, тактовую частоту, количество флэш и оперативной памяти, а также количество линий ввода-вывода. Количество линий ввода-вывода должно превышать количество 18 штук.

Сравнение микроконтроллеров представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение микроконтроллеров

	Atmega 16	Atmega 328	Atmega 2560
Цена, руб	150	230	700
Тактовая частота	16 мгц	16 мгц	16 мгц
Количество линий ввода- вывода	32	22	54
Флеш память	16 кб	32 кб	256 кб
Оперативная память	8 кб	2 кб	8 кб

По причине большей флеш-памяти и подходящей цены, был выбран микроконтроллер Atmega 328. Все параметры данного микроконтроллера полностью удовлетворяют требованиям для выбора микроконтроллера [7].

Следующим будет выбран модуль реального времени. Для него важны такие критерии, как точность шага, напряжение питания, а также потребляемый ток. Сравняться будут такие модули как ds3231, ds1302, ds1307.

В таблице 2 можно видеть сравнение модулей реального времени.

Таблица 2 – Сравнение модулей реального времени

	ds3231	ds1302	ds1307
Точность шага	2 ppm(2 минуты в год)	5 секунд в сутки	2,5 секунды в сутки
Напряжение питание	2,5 – 5,5 В	2 – 5.5 В	5 вольт
Потребляемый ток	3 мкА	300 нА	200 мкА

По причине наибольшей точности шага отсчёта время, выбран модуль DS3231. Кроме того, он имеет подходящее питания для проекта, и малое потребление тока.

Так же требуется выбрать датчик уровня жидкости. Из них рассматриваются ёмкостный датчик уровня жидкости ХКС-Y25-V, Liquid Level Sensor и watersensor. Они будут сравниваться по критерию цены, напряжения питания и точности.

Сравнение датчиков уровня жидкости можно увидеть в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнение датчиков уровня жидкости

	Ёмкостный датчик уровня жидкости ХКС-У25-V	Liquid Level Sensor	Watersensor
Цена	940	640	50
Напряжение питания	3,3 – 5 В	2 – 5 В	3,3 – 5 В
Точность	Чувствительность 22мм	Глубина погружения 48мм	Глубина погружения 100мм

По цене датчика уровня жидкости был выбран Watersensor, его цена намного меньше его конкурентов, и остальные параметры удовлетворяют требованиям.

Так же требуется выбрать дисплей, используемый в проекте. Рассмотрим LCD 1602, LCD 2004, 3.5 дюймовый TFT, 0.96 дюймовый OLED дисплей. Для них могут быть выделенными критериями могут быть цена, количество выводимых символов и размер экрана. В проекте на дисплее будут выводиться лишь вводимые даты и время, когда устройству необходимо работать, поэтому, нет необходимости большого дисплея с большим количеством выводимой информации.

Сравнение дисплеев представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнение дисплеев

	LCD 1602	LCD 2004	TFT 3,5	OLED0,96
Цена	150	350	700	150
Размер	72 x 26	76 x 40	85.5 x 55	26 x 22
Количество символов	Выводит 32 символа	Выводит 80 символов		

После составления таблицы был выбран дисплей LCD1602, по причине малой цены, а также допустимого размера. Например, дисплей OLED 0,96, который имеет ту же цену, имеет очень маленький размер. Так же в LCD1602 уже сразу выводятся символы в 2 строки, что более удобно при работе с дисплеем и полностью подходит под выполняемые задачи в проекте [16].

Для проекта, в качестве исполнительного устройства, была выбрана погружная помпа постоянного напряжения. Её напряжение питания составляет 5 вольт, а потребление тока примерно 150 мА. За минуту эта помпа накачивает около 1.4 литра, при максимальной нагрузке.

### **2.3 Разработка структурной и функциональной схем проекта**

Для начала разработки устройства необходимо подготовить функциональную схему устройства. Функциональная схема показывает функциональные блоки устройства, а также их взаимодействие между собой и их связи.

Для создания функциональной схему необходимо сначала разделить проектируемое устройство на функциональные блоки.

Главный блок представляет собой вычислительное устройство в виде выбранного микроконтроллера. Задача этого блока заключается в управлении всеми остальными блоками и элементами устройства.

Функциональный блок ввода-вывода данных. Этот блок предназначен для получения необходимых данных микроконтроллером от пользователя, представляющего собой человека, а также, в отображении данных для пользователя. В качестве устройства для ввода данных от пользователя будет использоваться матричная клавиатура, а отображаться данные в наглядной форме для пользователя будут на LCD дисплее. Блок ввода-вывода имеет двойную связь с микроконтроллером, так как он и получает данные от клавиатуры, и подаёт данные на вывод на дисплее.

Исполнительный блок, это блок, который выполняет поданные команды от микроконтроллера. Этот блок только получает команды от микроконтроллера, без обратной связи к нему. В проектируемом устройстве исполнительный блок представлен помпой для накачки воды в сосуд для животных.

Блок датчиков, этот блок предназначен для сбора данных с внешней среды. В устройстве в качестве такого датчика используется цифровой

датчик уровня воды. Этот функциональный блок имеет связь только в одну сторону, микроконтроллер получает данные от датчиков, обратная связь не имеет смысла быть.

Все выше перечисленные функциональные блоки имеют питание от внешнего источника питания, а также каждая по-своему, подключена к микроконтроллеру, при необходимости они могут быть подключены между собой. Как уже указывалось выше, некоторые функциональные блоки могут подключаться к микроконтроллеру только в одну сторону (микроконтроллер только получает данные от функционального блока, микроконтроллер только передаёт данные функциональному блоку), так и наоборот.

Пример функциональной схемы устройства показан на рисунке 10.

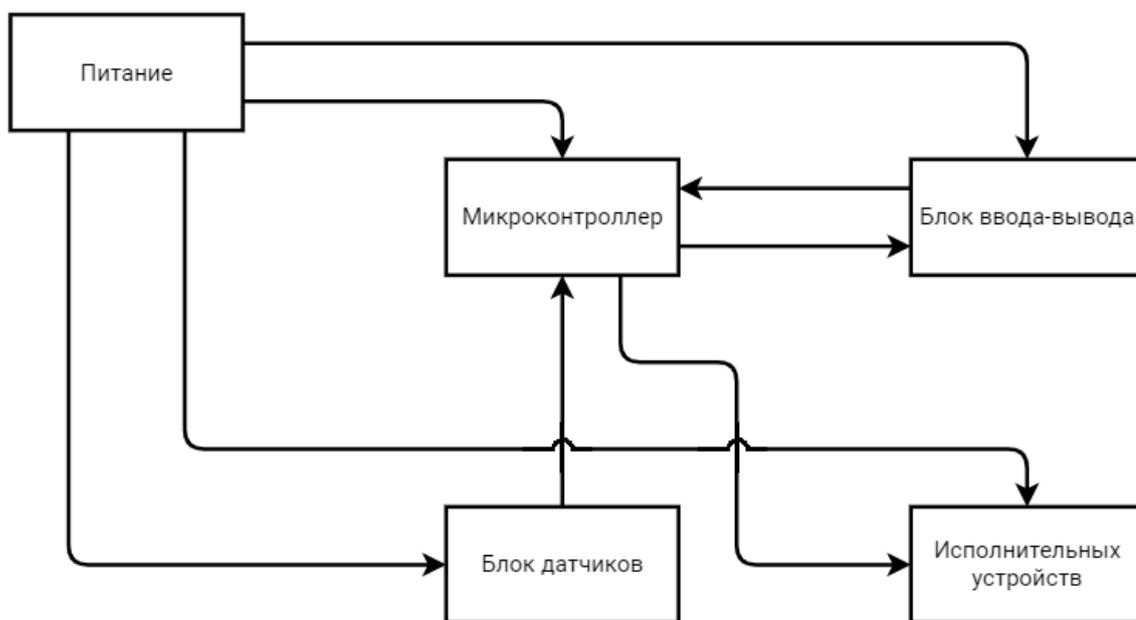


Рисунок 10 – Функциональная схема устройства

На рисунке 10 можно видеть связи отдельных блоков устройства между собой. При правильной работе управляющего микроконтроллера это система будет полностью функционировать и давать автоматизацию выбранного процесса.

Как можно видеть с полученной функциональной схемы, все блоки получают питание с блока питания, это один из видов связей между функциональными блоками – питание.

Так же ещё один из видов связей функциональных блоков в устройстве, это передача управляющих сигналов, как например управляющие сигналы для исполнительных устройств, и взаимодействие с устройствами ввода-вывода. Планируется использование интерфейса I2C, с целью подключения модуля реального времени на базе микросхемы DS3231, который входит в блок датчиков.

Кроме того, на схеме указано направление связи между функциональными блоками. Так можно видеть, что блок исполнительных устройств отправляет данные микроконтроллеру, но обратно не получает никаких данных. Блок ввода-вывода имеет полный дуплекс с микроконтроллером, по причине того, что и получает, и передаёт ему данные. Блок датчиков имеет полудуплекс, но в направлении от блока к микроконтроллеру.

#### **2.4 Разработка печатной платы**

Следующим шагом проектирования цифрового устройства является создание принципиальной схемы, которая впоследствии станет основанием для разработки печатной платы.

На принципиальной схеме располагаются элементы устройства и их подробная связь между собой, а точнее между каждым отдельным контактом элементов устройства.

На рисунке 11 представлена готовая принципиальная схема проектируемого устройства.

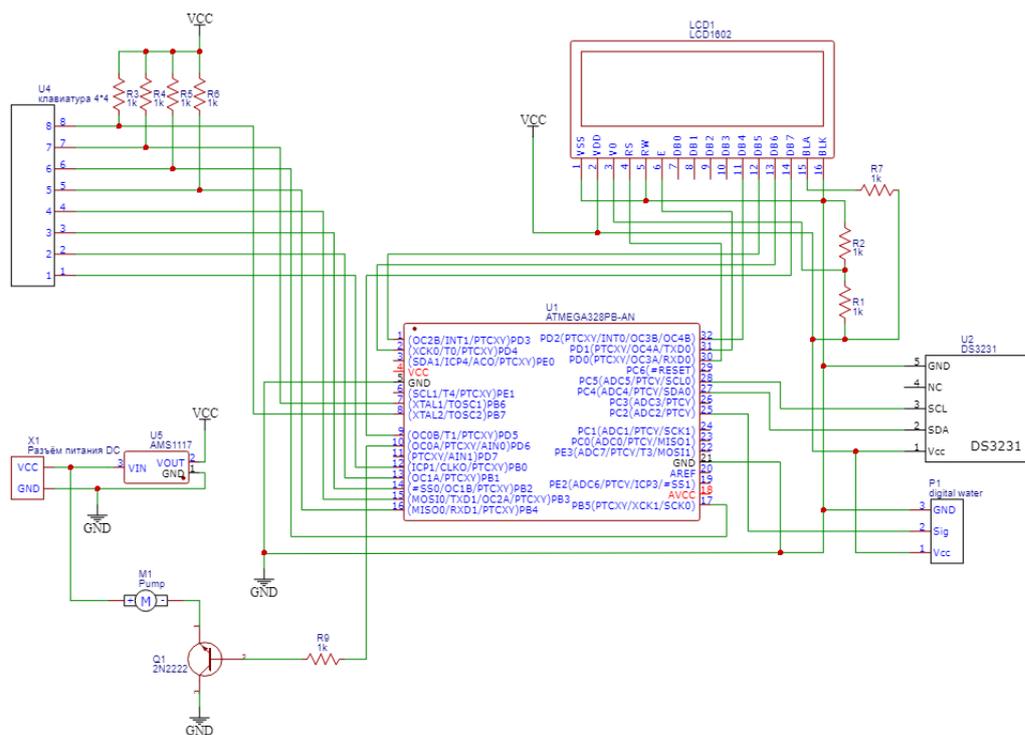


Рисунок 11 – Принципиальная схема устройства

На схеме показаны соединения проводниками каждого отдельного контакта элементов, как для управления и передачи сигналов данных, так и для питания устройств.

Для питания большей части схемы необходимо 5 вольт, для этого на входе у разъёма внешнего источника питания установлен стабилизатор на 5 вольт. От 12 вольт питается лишь помпа, которая подключена через транзистор, который будет использоваться в ключевом режиме.

В центре схемы расположен микроконтроллер Atmega328. Рядом с каждым его контактом написано имя порта ввода-вывода, а также номер контакта в этом порту. Кроме того, некоторые контакты микроконтроллера имеют свои особенности, которые так же указаны на схеме рядом с каждым контактом микроконтроллера.

Для подключения матричной клавиатуры необходимо выделить 8 контактов управляющего микроконтроллера. Для этого был выделен порт ввода-вывода В. Так контакты микроконтроллера PB0-PB3 были выделены для подачи сигналов на клавиатуру, а контакты PB4-PB7 были выделены на считывание данных с кнопок клавиатуры. Также на схеме можно видеть, что

контакты PB3-PB7 притянуты к плюсу питания через ограничивающий резистор, это необходимо по причине того, что при считывании логического уровня на контактах матричной клавиатуры, в случае если кнопка не нажата, на контактах будет не стабильное состояние, вызванное воздействием зарядов в окружающей среде, и работа устройства в таком случае будет не правильной.

Помпа для накачки жидкости подключена через транзистор, по причине того, что все устройства в схеме питаются от 5 вольт, а помпа требует 12 вольт, транзистор работает в ключевом режиме. База транзистора подключён к контакту PD6 на микроконтроллере. Используется схема подключения транзистора с общим эмиттером, поэтому эмиттер подключён к земле, а коллектор к питанию 12 вольт, с разъёма внешнего источника питания.

Порт ввода-вывода D, почти полностью был выделен на подключение LCD дисплея. Для его подключения использовалось большое количество проводников, но на микроконтроллере он занимает 6 контактов, с PD0-PD5.

Первые 2 вывода дисплея представляют собой питание микроконтроллера дисплея, которое составляет 5 вольт.

Третий контакт является аналоговым, и отвечает за контрастность дисплея. При необходимости его можно было бы подключить через переменный резистор, но по причине того, что изменять контрастность не планируется, были установлены 2 резистора с определёнными значениями, которые представляют собой уже настроенное состояние переменного резистора.

Следующие 3 контакта являются управляющими, и подключаются к контактам микроконтроллера. Но стоит уточнить, что контакт RW, отвечает за запись информации в микроконтроллер дисплея, или получение данных от микроконтроллера дисплея, и так как, в проекте не требуется считывать данные из микроконтроллера дисплея, этот контакт был замкнут с землёй питания, с целью сохранения контактов микроконтроллера.

Следующие 8 контактов дисплея предназначены для передачи отображаемой информации в кодировке ASCII, но так как в проекте дисплей работает в 4-х канальном режиме, к микроконтроллеру подключены лишь контакты D4-D7, на микроконтроллере Atmega328 это контакты PD2-PD5.

Оставшиеся 2 контакта представляют собой питание подсветки дисплея. На контакт анода подаётся 5 вольт, через ограничивающий резистор.

Через интерфейс I2C подключён модуль реального времени. Для его подключения использовались контакты SDA0SCL0, на микроконтроллере Atmega328 это контакты PC5 иPC4.

Последним из подключаемых устройств является разъём под подключение датчика уровня воды. Он представляет собой разъём из 3 контактов, среди которых 2 контакта уделено питанию датчика, и один информационному сигналу.

После разработки принципиальной схемы устройства необходимо разработать печатную плату.

Процесс проектирования печатной платы заключается в расположении всех элементов схемы на площади платы, и соединение их контактов проводниками на одной или двух сторонах платы. Контакты элементов соединяются в точности также как это сделано на уже созданной принципиальной схеме.

Для создания печатной платы принципиальная схема была автоматически переведена в режим проектирования печатной платы. В этом режиме каждый контакт элемента имеет связь с другими элементами.

При проектировании необходимо выполнить одно правила построения печатных плат, дорожки, отвечающие за питание на плате, должны быть более широкие чем дорожки, отвечающие за передачу сигналов. Это необходимо по той причине, что при большей ширине проводника уменьшается его сопротивление.

В результате создания платы, была получена двух сторонняя печатная плата. Ниже на рисунках 12 и 13 представлены варианты печатной платы с каждой стороны.

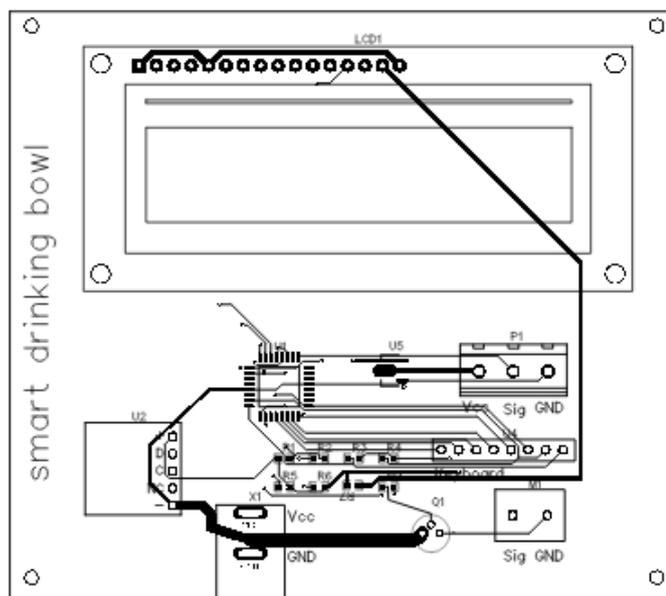


Рисунок 12 – Верхний слой печатной платы

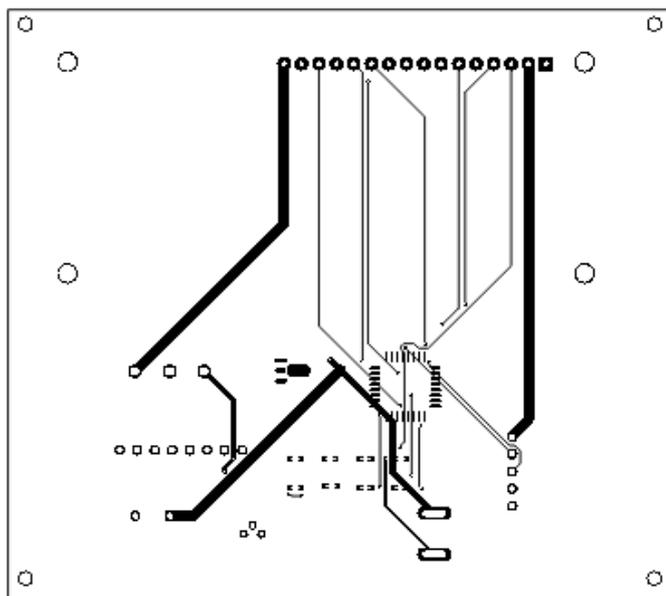


Рисунок 13 – Нижний слой печатной платы

На рисунках можно видеть только расположение контактов элементов схемы, и места где они будут крепиться, также на двух рисунках видны построенные дорожки проводников между каждым контактами элементов.

При создании печатной платы используются несколько видом слоёв, из таких можно выделить верхний и нижний слой проводников, а также

верхний и нижний слой шелкографии. Последний используется для нанесения на поверхность надписей рисунков или иероглифов, с целью большой информативности платы. В проектировании платы использовался верхний слой шелкографии для подписи некоторых контактов.

На верхнем слое можно видеть контур элементов устройства, так обозначаются посадочные места для элементов. Рядом с ними можно видеть подписи названия устройства, а в некоторых случаях и названия отдельных контактов элемента.

Подключение дисплея и модуля реального времени планируется прямо на плате, а остальные элементы, такие как клавиатура, помпа и датчик уровня воды планируется подключать шлейфом проводников, при самом расположении элементов в разных частях корпуса устройства. Для их подключения предусмотрены контакты, к которым припаиваются проводники от самих элементов устройства.

По углам платы предусмотрены крепёжные отверстия. С их помощью плата будет крепиться в корпусе, так же крепёжные отверстия уже есть на плате дисплея, который так же будет крепиться к корпусу через плату.

Некоторые проводящие дорожки выполнены с большей шириной, по причине того, что они отвечают за питание устройства.

## **2.5 Разработка алгоритма и управляющей программы поилки**

При написании программного кода для управляющего микроконтроллера необходимо написать базовые функции, и создать их правильное взаимодействие.

В программном коде необходимо:

- считывать данные с клавиатуры,
- посылать необходимые данные на дисплей для отображения,
- получать данные о времени с модуля реального времени,
- получать данные с датчика уровня жидкости,

– на основе полученных данных с клавиатуры и с блока датчиков, включать и выключать помпу для накачки воды.

Все эти функции должны правильно взаимодействовать между собой, при их правильной работе устройство будет полностью правильно функционировать.

При считывании данных с клавиатуры, микроконтроллер получает данные времени, в которое необходимо включить помпу. Значит при получении данных с клавиатуры, микроконтроллер должен их преобразовать в удобную для себя форму, и всегда сравнивать с временем, полученным с модуля реального времени, в случае, если они совпадут, микроконтроллер должен включить функцию включения помпы.

Так же при вводе данных на клавиатуре, они должны отображаться на дисплее, для проверки введённых пользователем данных.

Ниже на рисунке 14 можно видеть блок схему программного кода основного цикла программы. Как можно видеть, при вводе данных с клавиатуры вызывается функция `key`. Эта функция предназначена для сбора и обработки данных полученных с клавиатуры, а также вывода их на экран дисплея.

Функция `key` имеет свою отдельную блок схему, которая будет представлена ниже.

При анализе полученной блок схемы алгоритма программы, можно понять, что программа будет представлять из себя бесконечный цикл, в котором будут проверяться несколько условий, в зависимости от которых будут выполняться следующие действия.



Рисунок 14 – Блок-схема основного алгоритма программы

Главными здесь можно назвать условия, проверяющими совпадение времени с модуля реального времени с временем включения подачи воды.

Данные о времени включения подачи воды, проверяются на сходство, и при их сходстве микроконтроллер подаст сигнал на включение помпы, после чего включит таймер для выключения помпы.

Ещё одно из условий главного цикла программы, это считывание состояния запасов жидкости с помощью датчика уровня жидкости. При низком уровне жидкости на экран должно выводиться предупреждающее сообщение. В случае если жидкости осталось совсем мало, программа запрещает работу помпы.

Достоинство такого алгоритма, по сравнению с тем, в котором помпа включается и ждёт определённое время для отключения, заключается в том, что, при ожидании времени для отключения помпы возможно взаимодействие пользователя с клавиатурой устройства, при этом микроконтроллер будет ждать время, для отключения помпы, не обрабатывая нажатия клавиатуры. В получившемся же случае, при включении помпы, микроконтроллер будет продолжать работать с условиями главного цикла, имея при этом возможность как отключить помпу, при выполнении соответствующего условия, так и обработать нажатия клавиатуры, при выполнении условия с нажатием клавиши.

Ниже на рисунке 15 можно видеть блок-схему подпрограммы `key`, отвечающую за обработку нажатий на клавиатуре. При выполнении этой функции программа должна считывать нажатия на клавиатуре и заносить полученные данные в массив. При этом каждое нажатие сопровождается увеличением переменной, отвечающей за количество полученных символов, в случае если значение этой переменной станет равно количеству максимальных символов, то массив, заполненный в ходе цикла, записывается в энергонезависимую память, откуда будет считываться для сравнения с настоящим временем с модуля реального времени.

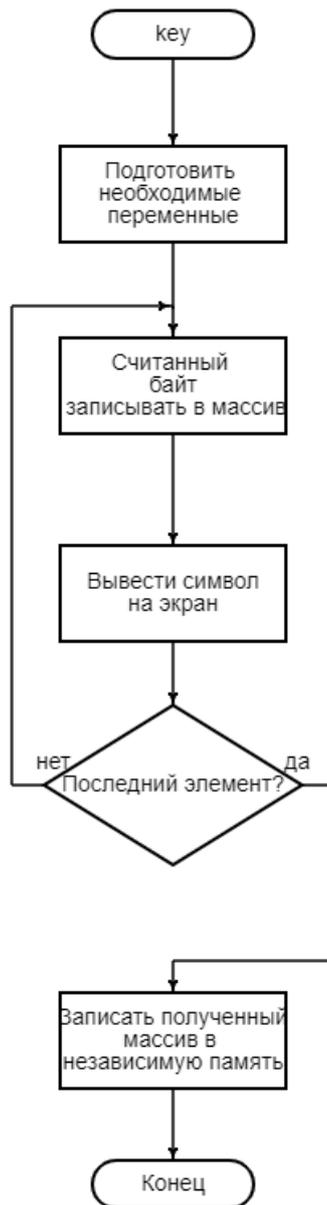


Рисунок 15 – Блок-схема подпрограммы key

Программный код представлен в приложении А.

## 2.6 Разработка аппаратной части

Корпус устройства будет сделан из пластика. Проектирование корпуса производится в программе Компас 3D.

Примерный размер корпуса предполагается 210 на 210 на 400 с формой цилиндра. В процессе разработки корпуса, корпус будет детально разобран и сделан с минимальным размером.

В нижней части корпуса рассчитывается расположить резервуар для хранения воды. Этот резервуар должен хранить максимально 2 литра воды.

Перед началом создания корпуса необходимо рассчитать необходимые размеры корпуса, для хранения необходимого объёма жидкости.

Два литра воды это  $2000 \text{ см}^3$ , если представить этот объём в удобной форме, это параллелепипед 200 на 100 на 100мм. Но форма корпуса умной поилки представляет из себя цилиндр, а не параллелепипед.

Для поиска объёма цилиндра используется формула 1.

$$V = S_{\text{осн}} * h, \quad (1)$$

где  $V$  – объём цилиндра;

$S_{\text{осн}}$  – площадь основания цилиндра, представляет собой площадь окружности;

$h$  – высота цилиндра.

Для поиска площади основания цилиндра используется формула 2.

$$S_{\text{осн}} = \pi * R^2, \quad (2)$$

где  $\pi$  – число Пи;

$R$  – радиус окружности основания.

Для корпуса устройства умной поилки для животных вполне подходит радиус корпуса 10см. При таком радиусе, необходима примерная высота резервуара 6,37 см. Эта высота подходит для корпуса устройства, поэтому корпус будет разработан с радиусом 10 см и высотой 6,5 см.

В резервуаре будет лишь 3 отверстия, связывающих его с другими отсеками устройства. Это отверстие для выкачки воды из резервуара, заполнения резервуара жидкостью, так же оно будет использоваться для стекания воды обратно в резервуар из чаши корпуса устройства, а также отверстие для установки датчика уровня воды.

В корпусе обязательно необходимо выделить место для LCD дисплея и клавиатуры. Для этого с одной стороны в цилиндрическом корпусе будет сделана пряма грань, сверху на которой будет сделано отверстие для дисплея, а ниже него крепёжные отверстия для установки клавиатуры.

Сама чаша, из которой животные и смогут пить воду, будет представлять из себя крышку корпуса, которая при необходимости может быть снята с корпуса. Чаша крепится к корпусу с помощью 4-х болтов, под которые предусмотрены отверстия.

Для наполнения резервуара устройства в чаше предусмотрены сквозные отверстия, которые так же смогут возвращать не выпитую воду животными обратно в резервуар. В целях фильтрации заполняемой жидкости в этих отверстиях будут установлены фильтрационные сетки.

Отверстия для сброса воды в резервуар будут сделаны в небольшом углублении чаши, сделанные с целью того, что б вода не выливалась из чаши, и накапливалась в чаше до тех пор, пока не спустится обратно в резервуар.

Подача жидкости будет осуществляться в виде фонтана. Вода с центра чаши будет фонтанировать, после чего вода, которую животные не выпьют, будет возвращаться в резервуар. По этой причине в центре корпуса необходимо расположить отверстие для передачи воды, а также помпу, которая эту воду будет передавать.

Для забора воды из резервуара и передачи её в чашу, будут использоваться трубочки, одна из которых будет опущена в резервуар, и соединена с помпой, а другая исходя из помпы будет идти в канал фонтана корпуса устройства.

Получившийся размер корпуса устройства составляет 210 на 210 на 180 мм, как уже говорилось в форме цилиндра. На рисунке 16 можно видеть пример 3D модели сборки корпуса в изометрии.

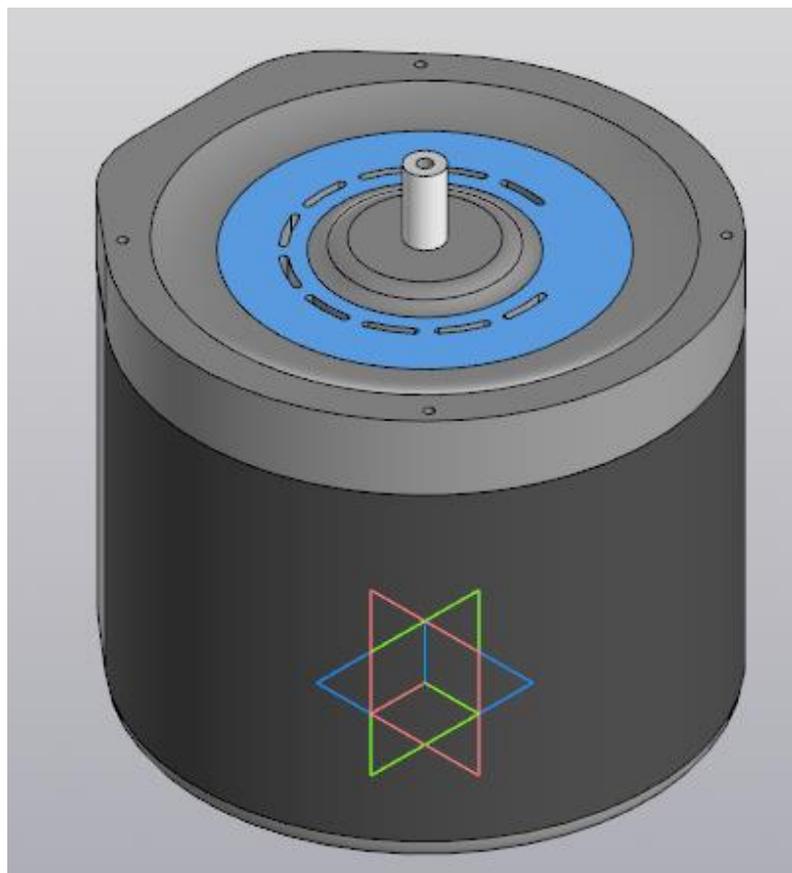


Рисунок 16 – Модель корпуса устройства

С рисунка можно видеть крепёжные отверстия на чаше для болтов, с помощью их чаша будет крепиться к основному корпусу. Отверстия на чаше предназначены для спуска воды в резервуар, их размер сделан наиболее маленьким, с целью того, что бы крупный мусор не попадал в резервуар.

По данной модели корпуса были построены чертежи. Чертёж основного корпуса можно видеть на рисунке 17. Чертёж чащи можно видеть на рисунке 18.

На чертеже можно подробнее увидеть размеры корпуса и посмотреть расположение крепёжных отверстий как для чащи, которая является и крышкой корпуса, так и для других элементов, как например дисплей и клавиатура.

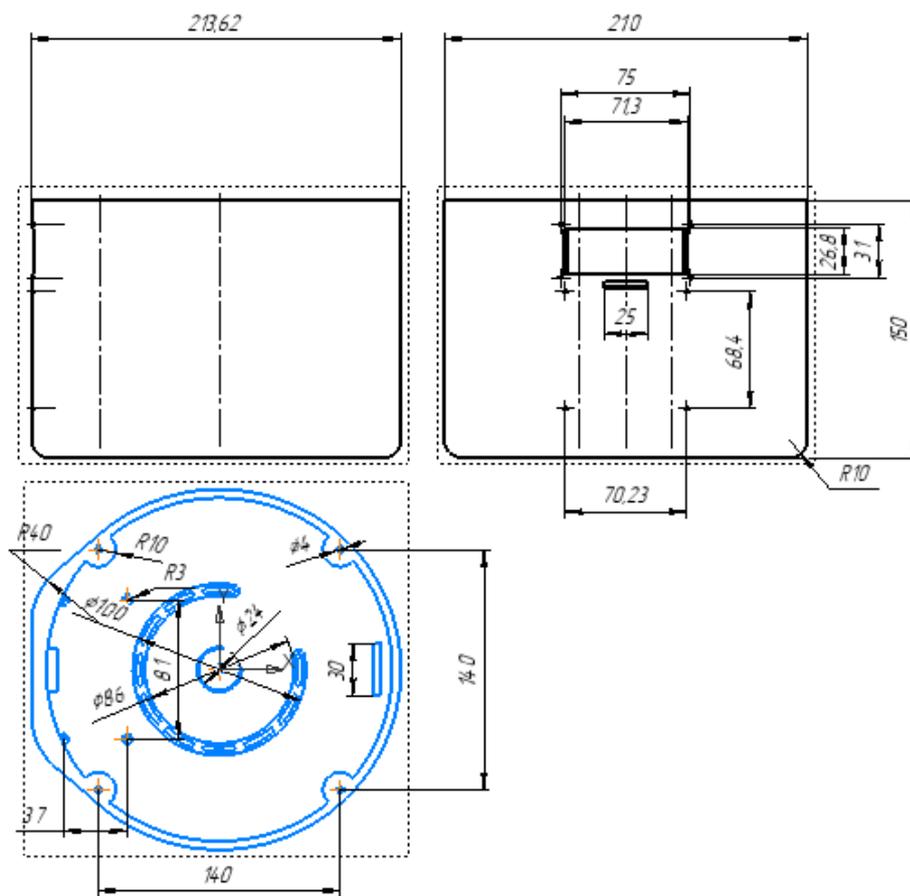


Рисунок 17 - Чертёж основного корпуса устройства

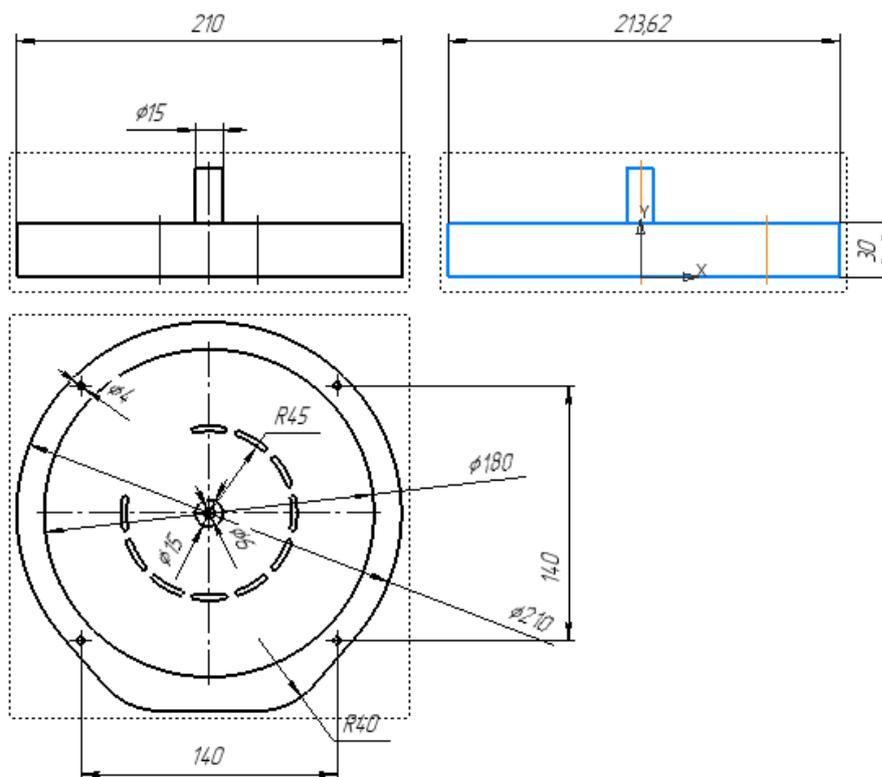


Рисунок 18 - Чертёж чащи корпуса устройства

Крепёжные отверстия на основном корпусе и на крышке корпуса совпадают по расположению и размеру. А также отверстия для спуска воды в резервуар так же точно совпадают по размерам и расположению.

Кроме того, в центре основного корпуса можно видеть дополнительный корпус в виде полусферы, она предназначена для крепежа в себе помпы, её размеры выбраны по размерам выбранной помпы.

Также рядом с отверстием для дисплея расположены крепления для монтажа разработанной печатной платы.

## **3 ОХРАНА ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ**

### **3.1 Мероприятия по снижению воздействия выявленных вредных и опасных производственных факторов**

В процессе работы работник подвергается большому количеству вредных и опасных факторов, которые пагубно влияют на здоровье работника. Полностью избавиться от вредных и опасных факторов невозможно, так как само понятие опасности носит потенциальный характер, что говорит о том, что вся деятельность человека, а тем более работника, является потенциально опасной, и невозможно полностью минимизировать риск возникновения опасности для здоровья и жизни человека.

Вредный фактор – это фактор при котором появляется угроза для здоровья работника. Вредный фактор может пагубно влиять на здоровье человека в ближайшее или спустя некоторое время, от времени воздействия вредного фактора. При недолгом воздействии вредного фактора на организм человека, последствия могут быть минимальными, но при значительном по времени воздействии вредного фактора на человека, последствия могут быть более серьезными, и приравняться, по тяжести, с последствиями от опасного фактора.

Опасный фактор – это фактор, при котором остаются более серьезные последствия для здоровья человека, нежели от вредного фактора, даже при незначительном по времени воздействии. Чаще после воздействия опасного фактора остаются раны или переломы. Опасный фактор может привести человека до состояния инвалидности.

При проведении работ по разработке умной поилки для животных, работник подвергается 3 видам вредных и опасных факторов, среди которых: физические, психофизиологические и химические.

Разные виды вредных и опасных факторов влекут за собой разные последствия, а также, воздействует на организм разными способами.

Физические вредные и опасные факторы – это факторы, воздействие которых на организм человека связано с физическим контактом, и влекут за собой переломы, раны, ушибы и тому подобное последствия. Наиболее частыми примерами физического вредного и опасного фактора можно привести ушибы об какую-либо поверхность. При определённых случаях последствия после физического вредного и опасного фактора могут привести к инвалидному состоянию здоровья человека. При работе с проектом умная поилка, рабочий подвергается таким вредным и опасным факторам, как риск ожога паяльником, плохое освещение на рабочем месте, риск замыкания через тело электрического тока, плохой климат в помещении где проводятся работы, долгая работа в сидячем положении.

Психофизиологический вредный и опасный фактор – это фактор, воздействующий на психофизиологическое здоровье работника, и приводящий к неэффективной работе, а также плохой концентрации и внимательности. Зачастую, психофизиологический вредный и опасный фактор возникает при долгой рутинной и монотонной работе, но также, его возникновение может быть связано с напряжённостью органов чувств и плохими условиями труда. При работе над проектом работник подвергается психофизиологическому вредному и опасному фактору, представляющему собой нагрузку на глаза при работе с мелкими элементами, во время пайки платы устройства, долгая монотонная работа при пайке устройства, нагруженная работа при плохих условиях труда.

Химический вредный и опасный фактор – это фактор, воздействие которого связано с выделением химических веществ, воздействующих на организм. Появление химического опасного фактора связано с работой с химическими веществами. При работе над проектом химический вредный и опасный фактор представляет собой пары от расплавленного олова, и будет воздействовать на организм работника при проведении работ с пайкой.

Для защиты от рассмотренных вредных и опасных факторов используются различные средства защиты, среди которых можно выделить коллективные и индивидуальные средства защиты.

Коллективные средства защиты – средства защиты, позволяющие защититься от вредного и опасного фактора группе людей.

Индивидуальные средства защиты – средства защиты, позволяющие снизить влияние вредного и опасного фактора относительно одного работника. Чаще используется для защиты от химического вредного и опасного фактора.

Для защиты от плохого освещения на рабочем месте, используется дополнительное освещение. С целью защиты от электрического тока, используются прорезиненные перчатки и обувь, которые являются индивидуальными средствами защиты. При долгой работе в одной позе, необходимо периодически проводить разминку и отдых от работы.

Для защиты от психофизиологических вредных и опасных факторов чаще используются короткий отдых от работы, так как психофизиологические вредные и опасные факторы чаще представляют собой монотонность и усталость от работы, необходимо проводить отдых, что позволит увеличить эффективность и концентрацию внимания.

Для защиты от химического вредного и опасного фактора, в виде паров от расплавленного олова, используются как коллективные, так и индивидуальные средства защиты. При проведении работ с пайкой радиодеталей, в помещении может быть установлена вытяжка, являющаяся коллективным средством защиты, а также при проведении соответствующих работ, можно использовать медицинскую маску, или в редких случаях респиратор, которые также защитят от химического вредного и опасного фактора.

### **3.2 Мероприятия по оптимизации освещенности на рабочем месте**

В процессе работы с проектом, возможен уже рассмотренный физический вредный и опасный фактор, представляющий собой плохое

освещение на рабочем месте. Данный производственный фактор способен повлиять на ухудшение зрения работника, порче устройства, при проведении работ с мелкими деталями платы, а также к травмам и ранам, если работы ведутся с паяльником.

Из проблем с освещением можно выделить следующие:

- недостаточное освещение,
- избыточное освещение,
- пульсирующее освещение, способное отвлекать в процессе работы.

При работе с радиоэлектронными элементами, необходимо среднее значение освещения, не допускается низкий или высокий уровень освещения.

Нормативный уровень освещения на рабочем месте, при проведении работ по пайке и сборке устройств считается 300-500 Лк, при этом необходимо, чтобы в области, окружающей рабочее место, значение освещения не падало ниже 200-300 Лк, для ровности освещения в помещении.

При работе за компьютером, в помещении также должно быть от 200 до 400 Лк, так как яркий монитор компьютера в тёмном помещении также способен ослеплять и портить зрение.

Пульсирующее освещение представляет собой различные эффекты стробоскопа, и не допускаются на рабочем месте.

Сами источники освещения можно поделить на естественные и искусственные.

К естественным источникам освещения относится солнечный свет. Его количество будет выше в том случае, если в помещении имеется большое количество окон, выходящих на солнечную сторону. Для снижения естественного освещения используются шторы или жалюзи. Если в помещении достаточный уровень естественного освещения, его можно регулировать шторами, и использование искусственного источника освещения является не нужным.

Искусственное освещение представляет собой лампы накаливания, люминесцентные и светодиодные лампы. Искусственное освещение используется в помещениях, где уровень естественного освещения не является достаточным. Установленные лампы не должны быть направлены в глаза работника.

На освещение также влияет и поверхности в помещении. Так, если в помещении стены потолок и другие поверхности имеют тёмные цвет, то свет, от источника освещения, будет плохо отражаться от поверхностей, и тем самым уровень освещения в помещении упадёт. При слишком светлых тонах поверхностей в помещении наблюдается обратный эффект, способный увеличить уровень освещения в помещении.

На рисунке 19 можно видеть план помещения, в котором проводятся работы по сборке умной поилки для животных, и в которых необходимо выполнить оптимизацию освещения.

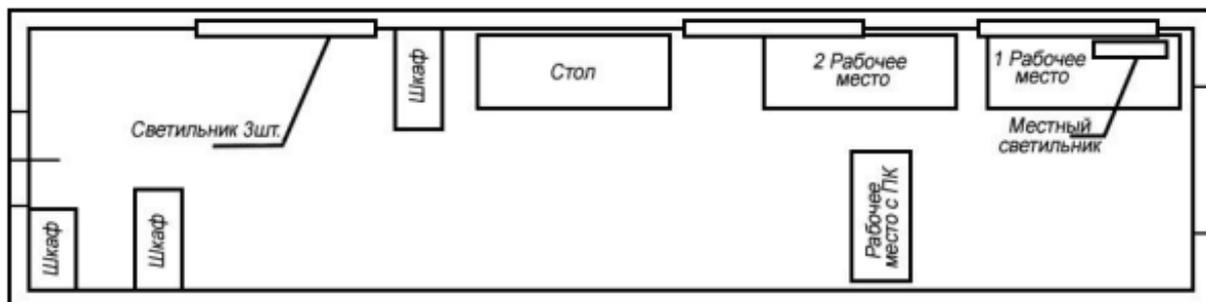


Рисунок 49 – План помещения в котором ведутся работы

Как можно видеть на рисунке 19, в помещении установлены 3 светильника, вдоль длины всего помещения, эти светильники используют люминесцентные лампы, а также настольный светильник, который используется для освещения первого рабочего места.

Размер рассматриваемого помещения составляет 9,25 на 2,3 метра, с высотой 2,95 метров. Коэффициент отражения от стен составляет 0,3, а коэффициент отражения от потолка равен 0,5.

Как показывает исследование, в рассматриваемом помещении, на первом рабочем месте, при использовании естественного освещения, освещение не поднимается выше 200 Лк, в случае со вторым рабочим

местом, уровень освещённости естественным освещением не поднимается выше 100Лк.

При использовании искусственного освещения в помещении, уровень освещённости держится на уровне 500 Лк на рабочих местах, а в целом, освещение в помещении составляет порядка 100 Лк.

Таблицу со всеми значениями освещённости можно видеть в таблице 5.

Таблица 5 – Уровень освещённости в разных точках помещения

	Естественное	Искусственное
Рабочее место 1	200	500
Рабочее место 2	100	500
Помещение	< 100	100

После анализа данных о рабочем месте, было выяснено, что на рабочих местах при использовании естественного освещения, недостаточно освещения, а в случае использования искусственного – избыточно. А также, освещение в противоположной стороне от источника освещения, падает до 100 Лк.

Исходя из этого, необходимо передвинуть источники искусственного освещения к центру помещения, для уменьшения освещения на рабочем месте, и увеличения освещения в общем в помещении, что создаст равномерное распределения света по помещению

Кроме того, в помещении слишком низкий коэффициент отражения света от поверхностей, что также снижает уровень освещения в помещении.

### **3.3 Утилизация использованного оборудования при разработке автоматической поилки для животных**

В процессе разработки умной поилки для животных, были получены следующие производственные отходы:

- пластмасса,
- текстолит для печатных плат,
- провода.

Для утилизации данных отходов, а также вычислительной техники, использованной при разработке устройства, необходимо воспользоваться услугами по переработке устройств вычислительной техники, в специализированные компании, имеющие на то лицензию. Самостоятельная утилизация вычислительной техники считается незаконной и может грозить штрафом.

Утилизацию вычислительной техники необходима по той причине, что старая вычислительная техника несёт опасность для окружающей экологии, так как содержит в своём составе токсичные отравляющие вещества. Кроме того, утилизация необходима, из-за имеющихся в вычислительной технике драгоценных металлов. Текстолит для печатных плат и провода, содержат медь.

При выполнении утилизации, сотрудники утилизирующих предприятий, путём химических воздействий на вычислительную технику, извлекают из компонентов техники вещества, представляющие угрозу для экологии, а также драгоценные металлы.

В дальнейшем, полученные драгоценные металлы и остальные составляющие вычислительной техники используются для сборки новых элементов для вычислительной техники.

К обязательным для утилизации элементам относятся:

- люминесцентные лампы,
- вычислительная техника,
- мониторы,
- платы различных устройств.

### **3.4 Вывод по разделу**

В разделе «охрана труда и промышленная экология» были рассмотренные следующие темы:

- мероприятия по снижению воздействия выявленных вредных и опасных производственных факторов,

- мероприятия по оптимизации освещенности на рабочем месте,
- утилизация использованного оборудования при разработке автоматической поилки для животных.

В разделе «Мероприятия по снижению воздействия выявленных вредных и опасных производственных факторов» были рассмотрены существующие вредные и опасные факторы, способы их воздействия на здоровье работника и возможные последствия. Рассмотрены вредные и опасные факторы, возможные при выполнении работ по разработке и сборке устройства умной поилки для животных.

В разделе «Мероприятия по оптимизации освещенности на рабочем месте» были рассмотрены возможные проблемы с освещением на рабочем месте, при сборке и разработке умной поилки для животных. Рассмотрены возможные виды освещения, и способы регулирования уровня освещения. Рассмотрено влияние тона поверхностей, окружающих рабочее место, на освещение в помещении.

В разделе «Утилизация использованного оборудования при разработке автоматической поилки для животных» расписаны оставшиеся производственные отходы, в результате сборки устройства умной поилки для животных. Рассмотрены правила проведения утилизации вычислительной техники, использовавшейся при разработке устройства, а также необходимые для утилизации устройства. Рассмотрены причины, по которым необходимо проводить утилизацию.

## 4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1 Расчет затрат на разработку программы для микроконтроллера

Затраты на разработку программы для микроконтроллера рассчитываются по следующей формуле 3.

$$Z_{РПР} = Z_{ФОТР} + Z_{ОВФ} + Z_{ЭВМ} + Z_{СПП} + Z_{ХОН} + P_H, \quad (3)$$

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  $Z_{ФОТР}$ ).

При разработке программы для микроконтроллера общее время разработки составило 1 месяца.

Фонд оплаты труда за время работы над программой для микроконтроллера 4.

$$Z_{ФОТР} = \sum_{j=1}^m O_{Pj} \cdot T_{РПРj} \cdot (1 + k_D)(1 + k_Y), \quad (4)$$

где  $O_{Pj}$  – оклад  $j$ -го разработчика. В разработке участвовал 1 человек, его оклад составляет 20000 руб.,

$T_{РПРj}$  – общее время работы над программой в месяцах,  $T_{РПР} = 0,5$ ,

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

$k_Y$  – районный коэффициент,  $k_Y = 0,15$ .

Таким образом,

$$Z_{ФОТР} = 20000 \cdot 0,5 \cdot (1 + 0,2) \cdot (1 + 0,15) = 13800 \text{ руб.}$$

Страховой взнос во внебюджетные фонды складываются из взносов на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Страховые взносы складываются из обязательного пенсионного страхования (ОПС), отчислений в фонд социального страхования и отчислений в фонд обязательного медицинского страхования.

Значения всех используемых ставок приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Значения ставок страховых взносов

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

Сумма начислений на заработную плату во внебюджетные фонды рассчитывается по формуле 5.

$$Z_{ОВФ} = 0,3 \cdot Z_{ФОТР}, \quad (5)$$

$$Z_{ОВФ} = 0,3 \cdot 13800 = 4140 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с использованием вычислительной и оргтехники, рассчитываются по формуле 6.

$$Z_{ЭВМ} = T_{МРПР} \cdot k_{Г} \cdot n \cdot C_{М-ч}, \quad (6)$$

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

$n$  – количество единиц техники, равно 1,

$C_{М-ч}$  – себестоимость машино–часа,  $C_{М-ч} = 9$  руб.,

$T_{МРПР}$  – машинное время работы над программой, равно 0,5 мес.

Перевод рабочего времени в часы осуществляется по формуле 7.

$$T_{час} = T_{мес} \cdot Ч_{РД} \cdot T_{см} \cdot K_{см}, \quad (7)$$

где  $T_{час}$  – рабочее время, ч,

$T_{мес}$  – рабочее время, мес, ( $T_{мес} = 0,5$ ),

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

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

$K_{см}$  – количество рабочих смен в день, ( $K_{см} = 1$ ).

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

$$T_{\text{час}} = 0,5 \cdot 22 \cdot 8 \cdot 1 = 88 \text{ часа,}$$

$$Z_{\text{ЭВМ}} = 88 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 9 = 752,4 \text{ руб.}$$

Затраты на специальные программные продукты, необходимые для разработки программы для микроконтроллера рассчитываются по формуле 8.

$$Z_{\text{СПП}} = \sum_{p=1}^n C_p, \quad (8)$$

где  $C_p$  – цена  $p$ -го специального программного продукта.

Перечень программных продуктов специального назначения приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Программные продукты специального назначения

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

Использованные программные продукты бесплатны, поэтому:

$$Z_{\text{СПП}} = 0 \text{ руб.}$$

Затраты на хозяйственно–организационные нужды вычисляются по формуле 9.

$$Z_{\text{ХОИ}} = \sum_{\tau=1}^n C_{\tau} \cdot K_{\tau}, \quad (9)$$

где  $C_{\tau}$  – цена  $\tau$ -го товара, руб.,

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

При разработке программы для микроконтроллера хозяйственно-организационных затрат не было, поэтому они приравниваются к нулю.

$$Z_{\text{ХОИ}} = 0$$

Накладные расходы определяются по формуле 10.

$$P_H = Z_{\text{ФОТР}} \cdot k_{\text{НР}}, \quad (10)$$

$$P_H = 13800 \cdot 0,3 = 4140 \text{ руб.}$$

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

$$Z_{\text{РПР}} = 13800 + 4140 + 752,4 + 0 + 0 + 4140 = 22832,4 \text{ руб.}$$

#### **4.2 Расчет затрат на внедрение программы для микроконтроллера**

Затраты на внедрение программы для микроконтроллера ( $Z_{\text{ВПР}}$ ) рассчитываются по формуле 11.

$$Z_{\text{ВПР}} = Z_M + Z_{\text{КТС}} \cdot (1 + k_{\text{ТУН}}) + Z_{\text{ПО}} + Z_{\text{ФОТВ}} + Z_{\text{ОФВ}} + Z_{\text{ЭВМ}} + P_{\text{КОМ}} + P_H, \quad (11)$$

где  $Z_M$  – 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.,

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

$P_{\text{КОМ}}$  – командировочные расходы, руб.,

$P_H$  – накладные расходы, руб.,

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

Затраты на приобретение материалов ( $Z_M$ ) приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Затраты на приобретение материалов

Наименование	Цена за единицу (руб.)	Кол-во (шт.)	Всего (руб.)
Atmega 328	230	1	230
Watersensor	50	1	50
DS3231	200	1	200
LCD 1602	220	1	220
Пищевая помпа	200	1	200
Транзистор 2N2222	25	1	25
AMS1117	5	1	5
Резистор 1кОм	8	5	40
Разъём питания	15	1	15
Текстолит 100x50	150	1	150
Пластик, 1кг	600	1	600
Итого:			1735

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

Затраты на приобретение программного обеспечения в данном случае равны затратам на разработку и составляют  $Z_{\text{ПО}} = 22832,4$  руб.

Внедрением занят один системный инженер с окладом 20000 руб. Время внедрения – 0,4 месяца. По формуле рассчитываем затраты на оплату труда и страховой взнос во внебюджетные фонды.

$$Z_{\text{ФОТВ}} = 20000 \cdot 0,5 \cdot (1 + 0,15) = 11500 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{ОВФ}} = 11500 \cdot 0,3 = 3450 \text{ руб.}$$

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

$$Z_{\text{ЭВМ}} = 0,5 \cdot 22 \cdot 8 \cdot 9 = 972 \text{ руб.}$$

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

Так как коэффициент накладных расходов по данным организации составляет  $k_{\text{НР}} = 0,3$ , то величина накладных расходов равна 3450 руб.

Суммарные затраты на внедрение составят:

$$Z_{\text{ВПр}} = 1735 + 0 + 22832,4 + 11500 + 3450 + 972 + 0 + 3450 = 43759,4 \text{ руб.}$$

### 4.3 Расчет эксплуатационных текущих затрат по программе для микроконтроллера

Годовые затраты на обработку результатов до внедрения разработанной программы для микроконтроллера рассчитываются по формуле 12.

$$C_1 = 3П_1 + ОТ_{ВН1} + З_{ЭВМ1} + М_{з1} + НР_1, \quad (12)$$

где  $3П_1$  – 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,

$М_{з1}$  – годовые материальные затраты на сопровождение программы для микроконтроллера составляют 22500 руб.,

$НР_1$  – накладные расходы.

Временные затраты работы сотрудника в месяцах рассчитываются по формуле 13.

$$T_{1мес} = \frac{T_{1час}}{Ч_{рд} \cdot Ч_{рч}}, \quad (13)$$

где  $T_{1мес}$ ,  $T_{1час}$  – время, затрачиваемое сотрудником на обработку результатов, в месяцах и часах соответственно ( $T_{1час} = 564$  часов),

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

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

$$T_{1мес} = \frac{220}{22 \cdot 8} = 1,2 \text{ мес},$$

Затраты на оплату труда сотрудника рассчитываются по формуле 14.

$$3П_1 = O_c \cdot T_{1мес} \cdot (1 + k_D) \cdot (1 + k_Y), \quad (14)$$

где  $O_c$  – оклад сотрудника (оклад составляет 25000 руб.),

$$3П_1 = 25000 \cdot 1,2 \cdot (1 + 0,2) \cdot (1 + 0,15) = 41400 \text{ руб.}$$

Страховой взнос до внедрения вычисляют по формуле 15.

$$ОТ_{ВН1} = 3П_1 \cdot 0,3, \quad (15)$$

$$ОТ_{ВН1} = 41400 \cdot 0,3 = 12420 \text{ руб.}$$

Рассчитываем затраты, связанные с эксплуатацией ЭВМ до внедрения по формуле 16.

$$З_{ЭВМ1} = T_{1\text{час}} \cdot C_{M-ч}, \quad (16)$$

$$З_{ЭВМ1} = 220 \cdot 9 = 1980 \text{ руб.}$$

Подставив соответствующие значения в формулу 10, получим:

$$C_1 = 41400 + 12420 + 1980 + 2500 = 58300 \text{ руб.}$$

Годовые затраты на эксплуатацию системы после внедрения программы для микроконтроллера рассчитываются аналогично по формуле 17.

$$C_2 = ЗП_2 + ОТ_{ВН2} + З_{ЭВМ2} + М_{з2} + НР_2, \quad (17)$$

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,

$М_{з2}$  – материальные затраты, годовые материальные затраты на сопровождение программы для микроконтроллера составляют 1500 руб.,

$НР_2$  – накладные расходы.

Временные затраты работы сотрудника в месяцах рассчитываются по формуле 18.

$$T_{2\text{мес}} = \frac{T_{2\text{час}}}{Ч_{рд} \cdot Ч_{рч}}, \quad (18)$$

где  $T_{2\text{мес}}$ ,  $T_{2\text{час}}$  – время, затрачиваемое сотрудником на обработку результатов, в месяцах и часах соответственно ( $T_{2\text{час}} = 90$  часов),

$Ч_{рд}$  – число рабочих дней в месяце,

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

$$T_{2\text{мес}} = \frac{90}{22 \cdot 8} = 0,5 \text{ мес.}$$

Формула для расчёта затрат на оплату труда сотрудника показана в формуле 19.

$$ЗП_2 = O_c \cdot T_{2\text{мес}} \cdot (1 + k_d) \cdot (1 + k_y), \quad (19)$$

где  $O_c$  – оклад сотрудника (оклад составляет 25000 руб.)

$$ЗП_2 = 25000 \cdot 0,5 \cdot (1 + 0,2) \cdot (1 + 0,15) = 17250 \text{ руб.}$$

Страховой взнос после внедрения вычисляются по формуле 20.

$$OT_{ВН2} = 3П_2 \cdot 0,3, \quad (20)$$

$$OT_{ВН2} = 17250 \cdot 0,3 = 5175 \text{ руб.}$$

Рассчитываем затраты, связанные с эксплуатацией ЭВМ после внедрения по формуле 21.

$$З_{ЭВМ2} = T_{2\text{час}} \cdot C_{М-ч}, \quad (21)$$

$$З_{ЭВМ2} = 90 \cdot 9 = 810 \text{ руб.}$$

Подставив соответствующие значения в формулу, получим:

$$C_2 = 17250 + 5175 + 810 + 1500 = 24735 \text{ руб.}$$

Таким образом, текущие затраты на содержание системы до внедрения разработанной программы для микроконтроллера составляют 58300 руб., после внедрения 24735 руб.

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

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

– годовые текущие затраты до внедрения автоматизированной системы,  $C_1 = 58300$  руб.,

– годовые текущие затраты после внедрения системы,  $C_2 = 24735$  руб.,

– горизонт расчета принимается исходя из срока использования разработки,  $T = T_n = 2$  годам,

– шаг расчета равен одному году,  $t = 1$  году,

– капитальные вложения равны затратам на создание системы,  $K = 43759,4$  руб.,

– норма дисконта равна норме дохода на капитал,  $E = 12\%$ .

Ожидаемая условно-годовая экономия от внедрения системы рассчитывается по формуле 22.

$$\mathcal{E}_{\text{уг}} = C_1 - C_2 + \sum \mathcal{E}_i, \quad (22)$$

где  $\text{Э}_{\text{уг}}$  – ожидаемая условно-годовая экономия, руб.,

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

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

$\Sigma \text{Э}_i$  – ожидаемый дополнительный эффект от различных факторов, руб.

Так как основным фактором, по которому производится расчет экономической эффективности от внедрения программы для микроконтроллера, является уменьшение времени на уход за домашними животными, дополнительный эффект не учитывается, то  $\Sigma \text{Э}_i = 0$ .

Подставив вычисленные выше значения в формулу, получим:

$$\text{Э}_{\text{уг}} = 58300 - 24735 = 33565 \text{ руб.},$$

где  $\text{Э}_{\text{уг}}$  – ожидаемая условно-годовая экономия, руб.

Величина ожидаемого годового экономического эффекта от внедрения ИС рассчитывается по формуле 23.

$$\text{Э}_{\text{г}} = \text{Э}_{\text{уг}} - K \cdot E_{\text{н}}, \quad (23)$$

где  $\text{Э}_{\text{г}}$  – ожидаемый годовой экономический эффект, руб.,

$\text{Э}_{\text{уг}}$  – ожидаемая условно-годовая экономия, руб.,

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

$E_{\text{н}}$  – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений.

Нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений определяется по формуле 24.

$$E_{\text{н}} = \frac{1}{T_{\text{н}}}, \quad (24)$$

где  $T_{\text{н}}$  – нормативный срок окупаемости капитальных вложений, лет.

Подставив вычисленные выше значения в формулу, получим:

$$\text{Э}_{\text{г}} = 33565 - 43759,4 \cdot 0,5 = 11685,3 \text{ руб.}$$

Расчетный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений определяется по формуле 25.

$$E_p = \frac{\text{Э}_{\text{уг}}}{K}, \quad (25)$$

где  $E_p$  – расчетный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений,

$\text{Э}_{\text{уг}}$  – ожидаемая условно–годовая экономия, руб.,

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

Подставив вычисленные выше значения в формулу, получим:

$$E_p = \frac{33565}{43759,4} = 0,8$$

Расчетный срок окупаемости капитальных вложений рассчитывается по формуле 26.

$$T_p = \frac{1}{E_p}, \quad (26)$$

где  $E_p$  – коэффициент экономической эффективности капитальных вложений.

Подставив вычисленные выше значения в формулу, получим:

$$T_p = \frac{1}{0,8} = 1,3 \text{ год.}$$

Срок окупаемости без дисконтирования 1,3 год.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) определяется как сумма текущих эффектов за весь расчетный период, приведенная к начальному шагу, 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 величина ЧДД для постоянной нормы дисконта вычисляется по формуле 27.

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

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%.

$\Delta t = (P_t - Z_t) = \Delta_{\text{уг}} = 77605$  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 положителен, то проект является эффективным (при данной норме дисконта).

Суммарный чистый дисконтированный доход за весь горизонт расчета определяется по формуле 28.

$$\begin{aligned} \text{ЧДД} &= \Delta_1 \cdot \frac{1}{(1 + E)} + \Delta_2 \cdot \frac{1}{(1 + E)^2}, & (28) \\ \text{ЧДД} &= \frac{33565}{(1 + 0,12)} + \frac{33565}{(1 + 0,12)^2} - 43759,4 = 12967 \text{ руб.} \end{aligned}$$

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

Индекс доходности (ИД) представляет собой отношение суммы приведенных эффектов к величине капитальных вложений и определяется по формуле 29.

$$\text{ИД} = \frac{1}{K} \sum_{t=1}^T (P_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (29)$$

где  $K$  – величина капиталовложений или стоимость инвестиций.

$$\text{ИД} = \frac{56726,5}{43759,4} = 1,3$$

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

Внутренняя норма доходности (ВНД):

при  $E_1 \rightarrow ЧДД_1 > 0$

$E_2 \rightarrow ЧДД_2 < 0$

$$ВНД = E_1 + \frac{ЧДД_1}{ЧДД_1 - ЧДД_2} \cdot (E_2 - E_1), \quad (30)$$

при  $E_1 \rightarrow ЧДД_1 > 0$

$E_2 \rightarrow ЧДД_2 > 0$

$$ВНД = E_1 + \frac{ЧДД_1}{ЧДД_1 + ЧДД_2} \cdot (E_2 - E_1) \quad (31)$$

$E_1 = 0,11$

$$ЧДД_1 = \frac{33565}{(1 + 0,11)} + \frac{33565}{(1 + 0,11)^2} - 43759,4 = 13721,4 \text{ руб.}$$

$E_1 = 0,13$

$$ЧДД_2 = \frac{33565}{(1 + 0,13)} + \frac{33565}{(1 + 0,13)^2} - 43759,4 = 12230,4 \text{ руб.}$$

$E_1 \rightarrow ЧДД_1 > 0$

$E_2 \rightarrow ЧДД_2 > 0$

$$ВНД = 0,11 + \frac{13721,4}{13721,4 + 12230,4} \cdot (0,13 - 0,11) = 0,12.$$

Таким образом, норма дисконта должна быть в пределах 11% – 13%.

Показатели экономической целесообразности разработки и внедрения программы для микроконтроллера сведены в таблицу 9.

Таблица 9 – Показатели экономической целесообразности разработки и внедрения программы для микроконтроллера

Наименование показателя	Значения
Затраты на разработку и внедрение ПП, руб.	43759,4
Ожидаемая экономия от внедрения ПП, руб.	33565
Чистый дисконтированный доход, руб.	12967
Индекс доходности	1,3
Внутренняя норма доходности	0,12
Дисконтированный срок окупаемости, лет	1,3
Срок морального старения, года	2

Произведенные расчеты свидетельствуют, что внедрение, разработанной в ВКР программы для микроконтроллера, позволит сократить временные затраты на уход за домашними животными, что приведет к сокращению годовых текущих затрат на 33565 рублей

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

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была достигнута поставленная цель, выполнена разработка умной поилки для животных.

Выполнены все поставленные задачи:

- изучены основные теоретические данные о автоматизации с использованием микроконтроллера, в результате чего были изучены понятия микроконтроллера, его назначения и способа работы, а также основные системы автоматизации в которых он может использоваться. проведен анализ рынка умных поилок. Для этого были выбраны 3 умных поилки от разных производителей и произведен анализ их функций;

- выполнена разработка устройства умной поилки, которая представляла собой разработку функциональной схемы устройства, принципиальной схемы и печатной платы, имеющей трассировку токопроводящих дорожек с двух сторон. Так же выполнена разработка алгоритма работы программы микроконтроллера и корпуса устройства;

- выполнен анализ требований охраны труда и промышленной экологии, в результате чего изучены вредные и опасные факторы на производстве, методы оптимизации освещения и утилизация отходов при разработке устройства;

- выполнен расчет экономической оценки проекта, в результате которого было выявлено, что проект приносит экономию за счёт экономии на автоматическом уходе за животными.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 2.702-2011 «Единая система конструкторской документации»
2. ГОСТ Р 54953-2012 «Продукция для непродуктивных животных зоотехническая. Термины и определения»
3. ГОСТ Р 56391-2015 «Услуги для непродуктивных животных. Содержание непродуктивных животных в городских условиях. Общие требования»
4. ГОСТ 34.601-90 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания»
5. Микроконтроллеры. [электронный ресурс]. URL: <http://myowndevise.ru/> (Дата обращения 19.01.2022г)
6. Умная поилка-фонтан с Wi-Fi для кошек и собак. [электронный ресурс]. URL : <https://www.mijia-shop.ru/> (Дата обращения 20.01.2022г.)
7. Умный фонтан Petree. [электронный ресурс]. URL: <https://uniqpet.ru/> (Дата обращения 20.01.2022г.)
8. ТОП-7 лучших автопоилок (фонтанов) для кошек и собак. [электронный ресурс]. URL: <https://oxko.ru/> (Дата обращения 20.01.2022г.)
9. Огарков С.Ю., Виноградова Н.В. Оформление курсовых и дипломных проектов по специальности 210200 “Автоматизация производственных процессов и производств”: Учебно-методическое пособие. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. — 54с.
10. Микроконтроллер: определение, задачи, разновидности, применение. [электронный ресурс]. URL: <https://future2day.ru/> (Дата обращения 21.01.2022г.)
11. Какой микроконтроллер выбрать. [электронный ресурс]. URL: <https://tech-geek.ru/> (Дата обращения 23.01.2022г.)

12. Использование широтно-импульсной модуляции (ШИМ) в микроконтроллерах AVR ATmega16 [электронный ресурс]. URL: <https://microkontroller.ru/> (Дата обращения 28.01.2022г.)
13. Даташит на русском Atmega8. [электронный ресурс]. URL: <https://www.ruselectronic.com/> (Дата обращения 28.01.2022г.)
14. Petoneer Fresco Mini Plus [электронный ресурс]. URL: <https://www.petoneer.com/> (Дата обращения 28.01.2022г.)
15. Atmega 16. [электронный ресурс]. URL: <http://www.gaw.ru/> (Дата обращения 23.01.2022г.)
16. Часы реального времени на RTC модулях Ардуино DS1302, DS1307, DS3231. [электронный ресурс]. URL: <https://arduinomaster.ru/> (Дата обращения 25.01.2022г.)
17. Как работает датчик уровня воды. [электронный ресурс]. URL: <https://radioprogram.ru/> (Дата обращения 25.01.2022г.)
18. 7 правил проектирования печатных плат. [электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/> (Дата обращения 26.01.2022г.)
19. AVR Урок 12. LCD индикатор 16×2. [электронный ресурс]. URL: <https://narodstream.ru/> (Дата обращения 01.02.2022г.)
20. Обзор часов реального времени DS3231 (RTC). [электронный ресурс]. URL: <https://robotchip.ru/obzor-chasov-realnogo-vremeni-ds3231/> (Дата обращения 26.01.2022г.)
21. Программирование современных микроконтроллеров. [электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/> (Дата обращения 28.01.2022г.)
22. Безопасность работ при эксплуатации и ремонте оборудования устройств электроснабжения: учеб. пособие / А. Г. Сошинов [и др.]. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2014. – 88 с.
23. Идентификация опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте инженера-электронщика [электронный ресурс] URL: <https://studbooks.net/1> (Дата обращения 15.04.2022г)
24. Как улучшить освещение рабочих мест [электронный ресурс] URL: <https://sakhgig.ru/> (Дата обращения 15.04.2022г)

25. Как утилизировать компьютерную технику? [электронный ресурс]  
URL: <https://gupecosistem.ru/> (Дата обращения 15.04.2022г)

26. EasyEDA - система моделирования электронных схем и проектирования печатных плат. [электронный ресурс] URL: <https://www.rlocman.ru/> (Дата обращения 15.01.2022г)

27. Программа «Компас 3D»: обзор, модули, функционал и возможности. [электронный ресурс] URL: <https://ascon.ru/> (Дата обращения 15.01.2022г)

28. Proteus Интегрированная среда для разработки электронных устройств, в т.ч. на микроконтроллерах [электронный ресурс] URL: <http://www.gaw.ru/> (Дата обращения 15.01.2022г)

## ПРИЛОЖЕНИЕ А – Программный код

```
#include <EEPROM.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <microDS3231.h>
MicroDS3231 rtc;

#define pomp 9

#define colF 6
#define colE 16

#define rowF 2
#define rowE 5

LiquidCrystal lcd(10, 11, 12, 13, 14, 15);

int count = 0;

int SHIM = 100;
int water = 200;

int ho = 0; // реальное время часы
int mi = 0; // реальное время минуты

//int hourOn = 0; // время включения часы
//int minOn = 0; // время включения минуты

//int hourOff = 0; // время выключения часы
//int minOff = 0; // время выключения минуты

byte hourOn = 25; // время включения часы
byte minOn = 61; // время включения минуты

byte hourOff = 25; // время выключения часы
byte minOff = 61; // время выключения минуты

void setup()
{
  hourOn = EEPROM.read(56);
  minOn = EEPROM.read(57);
  hourOff = EEPROM.read(58);
  minOff = EEPROM.read(59);
  delay(200);
  Serial.begin(9600);
}
```

```

Serial.print(hourOn);
Serial.print(":");
Serial.print(minOn);
Serial.print(" - ");
Serial.print(hourOff);
Serial.print(":");
Serial.println(minOff);

for (int i = 2; i <= 5; i++) {
  pinMode(i, OUTPUT);
  digitalWrite(i, 1);
}
for (int i = 6; i <= 9; i++) {
  pinMode(i, INPUT_PULLUP);
}
pinMode(pomp, OUTPUT);
digitalWrite(pomp, 0);
lcd.begin(16, 2);
pinMode(A3, INPUT);
lcd.setCursor(0,1);

ho = rtc.getHours();
mi = rtc.getMinutes();

  out_time_real(); // вывод реального времени
}

char c;
char arr[8];

unsigned long t = 0; // таймер за реально время
unsigned long count_sec = 0; //счётчик секунд

bool can = false; //флаг отвечающий за уровень жидкости
bool finish = false;
bool work = false;

int tim_mill = 0;

bool f = false; // флаг отвечающий за вывод сообщения ready error
bool out = true; //флаг отвечающий вывод вводимого времени

unsigned long out_tim = 0; // таймер отслеживающий последнее нажатие

void loop()

```

```

{

if (out && millis() - out_tim >= 5000) { // если последнее нажатие было не раньше 2 сек
  out = false;
}

if (millis() - t >= 1000) { // прошла секунда
  count_sec++; //увеличение счётчика секунд
  if (count_sec == 60) { //если счётчик дошел до 60(1 миунта)
    ho = rtc.getHours(); //то считать часы и минуты
    mi = rtc.getMinutes();//и сбросить счиётчик
    count_sec = 0;
  }

  t = millis(); // обновить таймер
  if (!out){out_time_real();}
} // если нельзя выводить вводимый текст то вывести ре. время

if (analogRead(A3) <= water) { // если мало воды то сбросить флаг работы
  can = false;
  analogWrite(pomp, 0); // выключить помпу
} else {
  can = true;
} // поддерживать флаг работы в 1
//-----
//&& can
//-----
int on = hourOn*1000+minOn;
int off = hourOff*1000+minOff;
int real = ho*1000+mi;
if (hourOn == ho && minOn == mi && millis() >= 1000 && can || work && can
|| on<=real && off>real && can){
//if (hourOn == ho && minOn == mi && millis() >= 1000 || work
//|| on<=real && off>real){
  work = true;
  analogWrite(pomp, SHIM); // и флаш разрешает работу
  if(finish == false){Serial.println("YES");count = 0;}
  finish = true;
  //count = 0;
} // то включить помпу

if (hourOff == ho && minOff == mi && millis() >= 1000 && finish) { // если время вык.
совпадает
  work = false;
  analogWrite(pomp, 0); // то выключить помпу
}
}

```

```

    if(finish == true){Serial.println("NO");}
    finish = false;
}

c = key();    // принять вводимый символ
if (c >= 48 && c <= 60) { // если пришло что-то из нужного диапазона
    switch (c) {
        case ':': c = '*'; break; // преобразование
        case ';': c = '0'; break;
        case '<': c = '#'; break;
    }
    //Serial.println(c);
    if (c >= 48 && c <= 57) { // если пришли цифры
        tim(c);    // занести в массив
        out = true;    // поставить флаг ввода
        out_tim = millis(); //обновить таймер ввода
        delay(300);
    } else if (count == 8 && c == '*') { // если нажат символ ввода
        data();    // обработать массив
        out = false;
    }    // сбросить флаг ввода
    if (c == '#') {    // если символ стереть
        out = true;    // обновить таймер ввода
        out_tim = millis(); // удалить символ
        back();
    }
}
}

if (millis() - tim_mill >= 1500 && f ) {
    out_time_real();
    f = false;
}
}

char key() {    // считывание вводимого символа
    digitalWrite(2, 1);
    digitalWrite(3, 1);
    digitalWrite(4, 1);
    digitalWrite(5, 1);
    for (int i = 2; i <= 5; i++) {
        digitalWrite(i, 0);
        for (int j = 6; j <= 8; j++) {
            if (digitalRead(j) == 0) {
                return char((i - 2) * 3 + (j - 6) + 49);
            }
        }
    }
}

```

```

    }
    digitalWrite(i, 1);
}
return 70;
}

void tim(char s) { // ВВОД СИМВОЛА В МАССИВ
  if (count == 8) {
    count = 0; // увеличение значения кол-ва эл.
  }
  arr[count] = s;
  count++;
  out_time(); // ВЫВОД ВВОДИМЫХ ЭЛ.
  //Serial.print("count ");
  //Serial.println(count);
  Serial.print("arr ");
  Serial.println(arr);
}

void out_time() { // ВЫВОД ВВОДИМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("On : ");
  lcd.print((count < 1) ? '*' : arr[0]);
  lcd.print((count < 2) ? '*' : arr[1]);
  lcd.print(':');
  lcd.print((count < 3) ? '*' : arr[2]);
  lcd.print((count < 4) ? '*' : arr[3]);
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Off: ");
  lcd.print((count < 5) ? '*' : arr[4]);
  lcd.print((count < 6) ? '*' : arr[5]);
  lcd.print(':');
  lcd.print((count < 7) ? '*' : arr[6]);
  lcd.print((count < 8) ? '*' : arr[7]);
}

void out_time_real() { // ВЫВОД РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(6, 0);
  lcd.print(ho);
  lcd.print(':');
  if(mi == 0){lcd.print('00');} else
  if(mi > 0 && mi < 10){lcd.print('0');lcd.print(mi);} else {lcd.print(mi);}
}

```

```

/*lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(hourOn);
lcd.print(':');
lcd.print(minOn);
lcd.setCursor(11, 1);
lcd.print(hourOff);
lcd.print(':');
lcd.print(minOff);*/
}

void data() { // формирование вводимых данных
int hourOnr = (arr[0] - 48) * 10 + (arr[1] - 48);
int minOnr = (arr[2] - 48) * 10 + (arr[3] - 48);

int hourOffr = (arr[4] - 48) * 10 + (arr[5] - 48);
int minOffr = (arr[6] - 48) * 10 + (arr[7] - 48);

if(work){work=false;}

count = 0;
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.clear();
if (hourOnr >= 0 && hourOnr <= 23 && minOnr >= 0 && minOnr <= 59 && hourOffr >= 0
&& hourOffr <= 23 && minOffr >= 0 && minOffr <= 59) {
  lcd.print("Ready");
}
else {
  lcd.print("Error");
  return;
}

hourOn = hourOnr;
minOn = minOnr;

hourOff = hourOffr;
minOff = minOffr;

tim_mill = millis();
f = true;

Serial.print(hourOn);
Serial.print(":");
Serial.print(minOn);
Serial.print(" - ");

```

```
Serial.print(hourOff);  
Serial.print(":");  
Serial.println(minOff);  
  
EEPROM.write(56, hourOn);  
EEPROM.write(57, minOn);  
EEPROM.write(58, hourOff);  
EEPROM.write(59, minOff);
```

```
can = true;  
}
```

```
void back() {  
  if (count >= 1) {  
    count -= 1;  
  }  
  out_time();  
  delay(500);  
}
```

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Техническое задание**

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

**Факультет профессионального образования**  
**Специальность 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы**

УТВЕРЖДАЮ  
Председатель ПЦК ЕНД  
\_\_\_\_\_ М.Н. Апталаев  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

### **ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

**на разработку проекта устройства с микроконтроллерным  
управлением «Умная поилка»**

ИСПОЛНИТЕЛЬ  
Студент группы КСК9-18-1спо  
Шестакова Екатерина Сергеевна  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022г.

## 1 Общие сведения

### 1.1 Наименование системы

#### 1.1.1 Полное наименование

Полное наименование: Разработка устройства на микроконтроллерном управлении «Умная поилка».

#### 1.1.2 Краткое наименование

Краткое наименование: Умная поилка.

### 1.2 Основания для проведения работ

Работа выполняется на основании задания по выпускной квалификационной работе.

### 1.3 Наименование организаций – Заказчика и Разработчика

#### 1.3.1 Заказчик

Заказчик: ЛФ ПНИПУ

#### 1.3.2 Разработчик

Разработчик: Студент ЛФ ПНИПУ Шестакова Екатерина

### 1.4 Плановые сроки начала и окончания работы

Работы по разработке умной поилки будут начаты 15.03.2022г и будут проходить до 5.06.2022г.

### 1.5 Источники и порядок финансирования

Разработка финансируется разработчиком.

### 1.6 Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ

Результаты работ по разработке умной поилки предъявляются Заказчику по завершению разработки, перед проведением последних испытаний устройства.

## 2 Назначение и цель создания системы

### 2.1 Назначение системы

Умная поилка под управлением микроконтроллера разрабатывается для использования в качестве автоматизированной системы для ухода за домашними животными. Устройство может выполнять функции по автоматическому запуску подачи воды, в зависимости от времени. Для

работы устройства необходимо настроить время включения и периодически заливать воду в резервуар.

## 2.2 Цели создания системы

Умная поилка разрабатывается с целью выполнения задания выпускной квалификационной работы.

## 3 Характеристика объектов автоматизации

Умная поилка будет эксплуатироваться в помещении с размером 3х3 метра. Температура в помещении лежит в диапазоне от 20 до 26 градусов Цельсия.

## 4 Требования к системе

### 4.1 Требования к системе в целом

#### 4.1.1 Требования к структуре и функционированию системы

Умная поилка функционирует на 5 основных функциональных блоках, среди которых имеются:

- функциональный блок питания,
- функциональный блок контроллера,
- функциональный блок датчиков,
- функциональный блок исполнительных устройств,
- функциональный блок ввода-вывода.

Функциональный блок питания выполняет работы по питанию всего устройства. Питаться устройства требуется от 12 вольт от сети питания. Использование аккумуляторов не предусматривается.

Функциональный блок контроллера выполняет работы по управлению всем устройством. В его задачи входит опрос устройств ввода и подача данных на устройства вывода. Блок контроллера выполняет считывание и проверку времени, а также, запуск устройства подачи воды.

Функциональный блок датчиков представляет собой датчики уровня воды и датчики реального времени, предназначенные для отслеживания остатков жидкости и времени соответственно.

Функциональный блок исполнительный устройств представляет собой устройство запускающее подачу воды в чашу поилки.

Функциональный блок ввода-вывода предназначен для записи в память контроллера время, в которое необходимо запустит подачу воды, а также вывода пользователю вводимых данных.

4.1.2 Требования к численности и квалификации персонала системы и режиму его работы

Не предъявляются.

4.1.3 Показатели назначения

4.1.3.1 Параметры, характеризующие степень соответствия системы назначению

Система должна обеспечивать подачу воды в чашу со скоростью 0,5 литра в минуту.

4.1.3.2 Требования к приспособляемости системы к изменениям

В случае если воды в резервуаре закончилась, должно вывестись соответствующее сообщение на экран устройства, а дальнейшая работа устройства должна быть прекращена.

4.1.3.3 Требования к сохранению работоспособности системы в различных вероятных условиях

В зависимости от некоторых ошибок, возникших в работе устройства, будут выполняться действия, приведённые в таблице 1.

Таблица 5 - Вероятные аварийные ситуации

Вероятное условие	Действие
Введены некорректные данные пользователем.	Игнорирование введённых данных с выводом соответствующей ошибки.
Некорректные данные полученные с датчика уровня жидкости.	Остановка работы устройства до нормализации работы датчика уровня воды с выводом ошибки.

4.1.4 Требования к надёжности

4.1.4.1 Состав показателей надёжности для системы в целом

Надёжность в разрабатываемом устройстве достигается за счёт:

Качественной пайке платы устройства,

Качественной сборки элементов, подающих воду в чашу поилки.

При разработке устройства, плата должна быть реализована на текстолите, с токопроводящими дорожками, с припаянными элементами. Пайка должна проводиться оловом и канифолью. При пайке элементы и паяльник должны быть очищены от нагара, во избежание грязи и некачественной пайки.

Трубки, подающие воду в чашу должны быть герметично соединены с помпой, так, чтобы, не было допущено протекания жидкости в корпусе устройства.

4.1.4.2 Перечень аварийных ситуаций, по которым регламентируются требования к надёжности

В ходе эксплуатации умной поилки могут возникнуть следующие аварийные ситуации:

- протечка воды в корпусе устройства,
- замыкание в электрической составляющей устройства.

1.4.3.3 Требования к надёжности технических средств и программного обеспечения

Для надёжной работы устройства, к аппаратной части устройства предъявляются следующие требования:

- необходимая пропускная способность устройств подачи жидкости, 0,5 литра в минуту.

4.1.4.4 Требования к методам оценки и контроля показателей надёжности на разных стадиях создания системы в соответствии с действующими нормативно-техническими документами.

Проверка надёжности аппаратных элементов устройства проводится путём опытной проверки работоспособности элементов.

4.1.4 Требования к эргономике и технической эстетике

Корпус устройства должен быть выполнен из пластика, с гладкими и кругловатыми краями. Жидкость подаётся в виде фонтана вверх, около отверстия, из которого подаётся жидкость, находится чаша, из которой вода

попадает обратно в резервуар. Корпус должен выглядеть в соответствии современной стилистики.

4.1.6 Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов системы

Эксплуатация умной поилки должна поддерживаться в диапазоне температур от 15 до 29 градусов Цельсия, с относительной влажностью воздуха от 60 до 80%.

Обслуживание умной поилки представляет собой периодическое пополнение запасов воды.

4.1.7 Требования к защите информации от несанкционированного доступа

Не предъявляются.

4.1.8 Требования к сохранению информации при авариях

При возникновении аварии, устройство должно записать в энергонезависимую память данные о времени, когда устройство должно быть включено.

4.1.9 Требования к защите от влияния внешних воздействий

От воздействия помех в сети питания, необходим сглаживающий входной фильтр по питанию устройства.

4.1.10 Требования по стандартизации и унификации

В процессе разработки необходимо пользоваться ГОСТами, приведёнными ниже, в которых необходимо соблюдать все стандарты. Для питания устройства необходимо использовать стандартный разъём питания 12 вольт на 5,5 мм.

4.2 Требования к функциям, выполняемым системой

Устройство имеет следующие функциональные блоки:

- функциональный блок питания,
- функциональный блок контроллера,
- функциональный блок датчиков,
- функциональный блок исполнительных устройств,

– функциональный блок ввода-вывода.

В таблице 2 представлены выполняемые задачи и функции блоком питания.

Таблица 6 - Функции и задачи функционального блока питания

Функции	Задачи
Обеспечение питания всего устройства	Фильтрация входного напряжения 12 вольт.
	Понижения входного напряжения до 5 вольт.

В таблице 3 представлены выполняемые задачи и функции блоком контроллера.

Таблица 7 - Функции и задачи функционального блока контроллера

Функции	Задачи
Считывание данных от пользователя.	Считывание данных пользователя с занесением их в память.
	Вывод данных на экран.
	Проверка введённых данных на соответствие и вывод результата.
Запуск прокачки воды в определённое время	Проверка время и сравнения с введённым пользователем временем.
	Запуск прокачки воды.

В таблице 4 представлены выполняемые задачи и функции блока датчиков.

Таблица 8 - Функции и задачи функционального блока датчиков

Функции	Задачи
Считывание данных о количестве воды	Считывание количества воды в резервуаре.
	Передача данных в блок контроллера.
Получение данных времени	Отсчитывание времени с точностью до минут.
	Передача данных в блок контроллера.

В таблице 5 представлены выполняемые задачи и функции блока исполнительных устройств.

Таблица 9 - Функции и задачи функционального блок исполнительных устройств

Функции	Задачи
Прокачка жидкости в чашу.	Запуск помпы на прокачку жидкости по

	сигналу от контроллера.
--	-------------------------

В таблице 6 представлены выполняемые задачи и функции блока ввода-вывода.

Таблица 10 - Функции и задачи функционального блока ввода-вывода

Функции	Задачи
Получение данных от пользователя с клавиатуры.	Приём данных с клавиатуры о времени запуска подачи воды.
	Проверка введённых данных на правильность ввода.
	Вывод соответствующего сообщения о вводе данных.
Вывод сообщений пользователю.	Вывод на экран введённых данных в удобном для чтения формате.
	Отображения разделом вводимого сейчас символа.
	Отображение сообщений об ошибках или успешности введённых данных.

#### 4.3 Требования к видам обеспечения

##### 4.3.1 Требования к математическому обеспечению

Не предъявляются.

##### 4.3.2 Требования к информационному обеспечению

Необходимо обеспечить приём данных о включении устройства от пользователя, и хранение этих данных в удобной форме для дальнейшей работы.

##### 4.3.3 Требования к лингвистическому обеспечению

Программа для микроконтроллеров должна быть написана на языке программирования C++. Выводимые данные на экран могут выводиться на русском или английском языках.

##### 4.3.4 Требования к программному обеспечению

Для работы устройство необходимо написать программный код на микроконтроллер, который будет выполнять управление всем устройством.

##### 4.3.5 Требования к техническому обеспечению

Для работы приложения необходимо выбрать микроконтроллер, имеющий достаточное количество линий ввода-вывода, а также максимальную тактовую частоту с необходимым размером памяти.

Для блока ввода-вывода необходимо использовать матричную клавиатуру 3 на 4 кнопки. В качестве экрана необходимо использовать экран с оптимальным размером. В качестве датчика реального времени используется датчик, имеющий наименьшие расхождения в шаге.

#### 4.3.6 Требования к метрологическому обеспечению

Устройство должно пропускать 0,5 литра за минуту.

#### 4.3.7 Требования к организационному обеспечению

#### 4.3.8 Требования к методическому обеспечению

По завершению разработки Разработчик должен предоставить Заказчику диаграммы и все схемы разработанные при разработке устройства (функциональная, принципиальная схемы, схемы печатной платы, чертежи корпуса устройства, блок-схемы алгоритма) а также программный код для микроконтроллера.

#### 4.3.9 Требования к патентной чистоте

Устройство должно быть чисто в патентном смысле и иметь свободное распространение.

### 5 Состав и содержание работ по созданию системы

Разработка умной поилки должна выполняться в три этапа:

- разработка – 1 месяц,
- сборка устройства – 1 месяц,
- тестирование и отладка – 0,5 месяца.

### 6 Порядок контроля и приемки системы

В процессе разработки выполняются два испытания, первое из которых представляет собой испытание элементной базы. В результате этих испытаний проверяется работоспособность компонентов устройства, и на основании этого выбираются наиболее подходящие элементы для проекта.

Последнее испытание проверяет работоспособность полученного устройства. Данное испытание длится около часа, и в течении этого времени проверяются все требуемые функции.

7 Требования к составу и содержанию работ по подготовке устройства к вводу в эксплуатацию

Для ввода устройства в эксплуатацию необходимо завершить все испытания, с положительными результатами, а также закончить сборку устройства, с полной сборкой тех элементов устройства, которые были не собраны во время испытаний, тем самым полностью перевести устройство из тестируемого к эксплуатируемому.

8 Требования к документированию

Не предъявляются.

9 Источники разработки

Техническое задание разработано на основании задания на выпускную квалификационную работу. В процессе разработки устройства необходимо пользоваться:

ГОСТ 2.702-2011 «Единая система конструкторской документации»

ГОСТ Р 54953-2012 «Продукция для непродуктивных животных зоотехническая. Термины и определения»

ГОСТ Р 56391-2015 «Услуги для непродуктивных животных. Содержание непродуктивных животных в городских условиях. Общие требования»

ГОСТ 34.601-90 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания»