

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

Факультет профессионального образования

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

на тему «Разработка проекта развивающей игры-тренажёра с  
микроконтроллерным управлением»

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

Зыкиной Ольги Сергеевны \_\_\_\_\_

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**

студентки Зыкиной Ольги Сергеевны курса 4  
группы КСК9-18-1спо  
специальность 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы

Тема задания «Разработка проекта развивающей игры-тренажера на базе микроконтроллера семейства AVR»

Структура выпускной квалификационной работы такова:

*а) Введение.* Аргументировать актуальность выбранной темы, ее теоретическое значение и практическую значимость, сформулировать цель и конкретные задачи исследований. Конкретизировать объект и предмет исследований.

*б) Исследовательский раздел.* Понятие развивающего устройства. Влияние игр на развитие ребёнка. Анализ рынка развивающих устройств. Анализ требований к разрабатываемому устройству.

*в) Конструкторский раздел.* Выбор инструментальной базы устройства. Выбор элементарной базы устройства. Разработка функциональной схемы устройства. Разработка принципиальной схемы устройства. Разработка печатной платы устройства. Разработка программного кода микроконтроллера. Разработка корпуса устройства.

*г) Охрана труда и промышленная экология.* Анализ вредных и опасных факторов на рабочем месте инженера-электронщика. 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-экономического оценки разработанного устройства.

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

*ж) Список использованных источников.*

*з) Приложения.*

Дата выдачи \_\_\_\_\_

Срок окончания \_\_\_\_\_

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_/С.А. Зыкин/

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

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

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

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.



<ul style="list-style-type: none"> <li>- подпись руководителя по охране труда</li> <li>- подпись руководителя по промышленной экологии</li> <li>- презентация</li> <li>- доклад</li> </ul>																				
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.

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ .....	6
1 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАЗДЕЛ.....	8
1.1 Понятие развивающего устройства.....	8
1.2 Влияние игр на развитие ребёнка.....	10
1.3 Анализ рынка развивающих устройств .....	13
1.4 Анализ требований .....	17
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ .....	20
2.1 Выбор инструментальной базы устройства .....	20
2.2 Выбор элементарной базы устройства .....	23
2.3 Разработка функциональной схемы устройства .....	26
2.4 Разработка принципиальной схемы устройства .....	28
2.5 Разработка печатной платы устройства.....	32
2.6 Разработка программного кода микроконтроллера .....	34
2.7 Разработка корпуса устройства .....	39
3 ОХРАНА ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ .....	43
3.1 Мероприятия по снижению воздействия выявленных вредных и опасных факторов по отношению с Инженером – электроником.....	43
3.2 Обеспечение безопасности труда на рабочем месте "Инженера - электроника" .....	47
3.3 Способы утилизации микроконтроллеров .....	48
3.4 Вывод по разделу .....	50
4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	52
4.1 Расчет затрат на разработку программы для микроконтроллера.....	52
4.2 Расчет затрат на внедрение программы для микроконтроллера.....	55
4.3 Расчет эксплуатационных текущих затрат по программе для микроконтроллера .....	57
4.4 Расчет экономической целесообразности разработки и внедрения информационных технологий.....	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	65
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	66
Приложение А – Техническое задание.....	69
Приложение Б - программный код .....	77

## ВВЕДЕНИЕ

Детство – ключевой в развитии ребёнка период. Пора поисков, исследований, вопросов, экспериментов. Познавательные процессы и физическая активность детей дошкольного возраста становятся приоритетной задачей для родителей и образовательных учреждений.

В процессе игровых действий ребёнок развивается и формируется как личность, а правильно организованная предметно-пространственная среда поможет в усвоении этих навыков наиболее эффективно.

Всестороннее представление об окружающем предметном мире складывается благодаря тактильно-двигательному восприятию, так как оно лежит в основе чувственного познания. Взаимодействие с предметами у детей раннего возраста построено на использовании мелкой и крупной моторики, которая в свою очередь стимулирует когнитивные процессы у малышей.

В настоящее время вопрос о раннем развитии детей не теряет своей актуальности. В данный момент выпущено много разнообразных игр на просторе онлайн, но практического материала для работы с детьми недостаточно. Начиная работу с детьми раннего возраста, столкнулась с проблемами малышей: слабое развитие кисти и пальцев, плохое запоминание цвета, размера, формы и т. д. С помощью тренажёров у детей развивается мышление, восприятие, память, внимание, мелкая моторика руки, формируется представление о форме, цвете, количестве.

Игрушки, сделанные своими руками, они интересны, многофункциональны, позволяют творить и фантазировать. Разработка проекта развивающей игры-тренажера — это игровая среда ребёнка в стремительно меняющемся мире – это всё более значимый фактор интеллектуального, нравственного и духовного развития юного человека.

Объект исследования – развивающая игра-тренажер.

Предмет исследования – проектирование развивающей игры-тренажера.

Цель выпускной квалификационной работы – Разработка развивающей игры-тренажера с микроконтроллерным управлением.

Задачи выпускной квалификационной работы:

- Провести анализ и разработать технические требования к проектируемой системе;
- Разработать аппаратно-программную часть развивающей игры-тренажёра на базе микроконтроллера семейства AVR;
- Рассмотреть требования по охране труда;
- Выполнить технико-экономическое обоснование проекта.

# 1 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1 Понятие развивающего устройства

Развивающее устройство – это устройство, предназначенное для развития у ребёнка различных умений, путём вовлечения его в игры, в которых ребёнок получает развивающие занятия в интересной для него форме[1].

Развивающие устройства предназначены для разных возрастов детей. Так игры, которые будут наиболее полезны и интересны для детей возраста 2-3 лет, не обретут такого же успеха для детей 6-7 лет.

Ранее в качестве развивающих устройств выступали различные игрушки, представляющие собой кубики, проволоки и тому подобные.

В настоящее время, по причине роста вычислительных устройств, развивающие игрушки также стали изменяться, и приобретать более многофункциональный вид. Современные развивающие устройства способны представлять собой какую-либо клавиатуру с установленным на ней динамиком, и эта система уже способна воспроизводить звук, давая возможность ребёнку взаимодействовать с системой через нажатия кнопок.

Но даже после таких изменений в развивающем процессе у детей главным всё также остаётся игровой процесс, в котором важное место имеют условности и раскрытие фантазий ребёнка.

Если на устройстве расположено 10 кнопок, то эти кнопки не имеют никакого интереса у ребёнка. Для того чтоб завлечь ребёнка в игру, необходимо придумать некоторые условности, что бы в результате нажатий на эти кнопки раскрывалась фантазия детей. При взаимодействии с устройством выполняются какие-то действия, как например, загораются, или меняют цвет светодиоды, воспроизводится звук, что вполне можно использовать для создания игры, способной завлечь ребёнка с помощью сюжета игры, развивая его качества.

Как уже упоминалось, в развивающих игрушках основной частью является, взаимодействие как ребёнка с устройством, так и устройства с ребёнком. Среди всевозможных методов взаимодействия можно выделить:

сенсорные – это метод взаимодействия ребёнка с устройством, путём нажатия различных кнопок. При этом методе взаимодействия ребёнок развивает мелкую моторику рук.

двигательные – это метод взаимодействия ребёнка с устройством, при котором ребёнку необходимо выполнять некоторые движения различных устройств.

звуковые, в результате которых, взаимодействие звуком может быть выполнено как от ребёнка к устройству, так и от устройства к ребёнку. Это очень удобный метод взаимодействия, при котором ребёнок может учиться как правильно произносить буквы и слова, так и учиться распознавать речь.

зрительное – это взаимодействие устройства с ребёнком, в результате которого на экран выводится текст или какое-то изображение. Такое взаимодействие может научить ребёнка буквам цифрам и тому подобному.

Также имеются различные способы взаимодействия с ребёнком с помощью вибраций или каких-либо других движений, что позволит создать игровой процесс более интересным и погрузить ребёнка в игру. Так же это развивает чувствительность и реакцию ребёнка[1].

Развивающие устройства разделяются не только по способу взаимодействия с ними, но и по развитию разных качеств ребёнка. Для младенца необходимо развитие восприятия, которое происходит по большей части от наблюдения за окружающим миром. Также у детей в младенчестве развивается и сенсорно моторная координация, которая представляет собой познание внешнего мира не только глазами, но и взаимодействие с ним с помощью рук.

На втором и третьем году жизни ребёнка, ему необходимо развитие в моторике, что достигается путём игр с маленькими деталями, внимании, речи и мышления.

Для последних трёх необходимы игры, представляющие собой наиболее интеллектуальную форму, ответы на вопросы или запоминание того что

находится на столе. Для тренировки речи в игре должна содержаться часть, где необходимо произносить звуки.

Так же в возрасте от двух до трёх лет ребёнку необходимо начинать развиваться в движении, для этого есть большое количество игрушек, от мячей до обручей.

В возрасте 3-7 лет развитие этих качеств продолжается, но на более высоком уровне, так, что ребёнок должен привыкать к большей нагрузке.

К развивающим устройствам нельзя отнести различные игрушки в виде кукол и машинок, а также, устройства с использованием цифровых технологий, не направленных на развитие ребёнка[5].

## **1.2 Влияние игр на развитие ребёнка**

Детская игра – это основная деятельность ребёнка, в результате которого ребёнок познаёт окружающий мир и приобретает новый опыт.

Для ребёнка дошкольного возраста игра является одним из самых важных и главных способов развития и познания мира. Только в играх ребёнок может в интересной и удобной для него форме изучать окружающий мир, взаимодействуя с ним, развиваться физически, играя в подвижные игры, развивать мышление и речь, играя в различные игры на современных развивающих устройствах. Игры также являются и хорошим способом для подготовки ребёнка к более взрослой жизни.

Нельзя недооценивать значение игр в жизни дошкольного ребёнка, так как при развитии ребёнка путём его прямого обучения чему-нибудь, ребёнку трудно и не интересно, в результате чего у ребёнка может появиться отторжение к изучению чего-то нового. В ходе игры же, ребёнок в интересной и лёгкой форме сам познаёт окружающий мир. Также существуют игры, в которых ребёнок также интересной легко может изучать буквы, цифры, учиться читать и считать [4].

Как утверждают многие психологи, игра для ребёнка является ещё и легким способом его подготовки к взрослой жизни, ведь в игре ребёнок может

представлять себя взрослым, выполнять те же задания и дела что делают взрослые, только в игровой и интересной форме [10].

В начальной школе некоторые учебные занятия также проводят в виде игр, в ходе которых в интересной форме преподаются уроки. Такие игры носят название дедуктивные.

Так детские игры можно разделить на основные виды:

- Подвижные игры;
- Сюжетно ролевые игры;
- Дедуктивные;
- Видео игры.

Подвижные игры представляют собой игры на свежем воздухе, в результате которых ребёнок развивает координацию, здоровье и физическое состояние, вобщем. Такие игры наиболее желательны детям, в возрасте от 2 лет, но лишь в присутствии взрослых.

Сюжетно ролевые игры представляют собой игры в которых имеет место роль для каждого из игроков. В результате этих игр ребёнок развивает своё мышление и воображение. Такие игры так же наиболее желательны, а возраст при этом не имеет важности.

Дедуктивные игры – это игры, с помощью которых выполняется учебный процесс. Они предназначены для выполнения обучения в более интересной и лёгкой форме. Такие игры полезны для детей в возрасте от 4 лет. При этом чаще развиваются умственные качества ребёнка.

Видео игры представляют собой игры, игры в которые подразумевает необходимость компьютера, телефона или приставки. Такие игры желательны для детей в возрасте от 6-7 лет. Количество таких игр не должно превышать 1 часа в день, так как это может пагубно влиять на зрение детей. Не смотря, на то, что они вредны для здоровья, они способствуют развитию реакции ребёнка, его мышления и фантазию, а также других его качеств, которые зависят от вида самой игры[4].

После перечисления вышеперечисленных видов игр, были рассмотрены не все развивающиеся качества у ребёнка.

Развитие и коррекция эмоциональной сферы представляет собой формирование у ребёнка эмоций, которые он проявляет при случившейся определённой ситуации. Это позволяет также и определить какие-то особенности ребёнка, например, его страхи или симпатии.

Развитие мотивационной сферы ребёнка представляет собой развитие мотивации у ребёнка мотивации к какой-то деятельности или профессии.

Развитие речи и коммуникационных навыков – это наиболее важное развивающееся качество у ребёнка, направленное на развитие речи ребёнка, а также его способности и умения находить общий язык с другими людьми и детьми. В настоящее время имеется большое количество игр и организация, направленных на развитие коммуникационных качеств не только у детей дошкольного возраста, но и у школьников большого возраста.

Развитие образного мышления и воображения – это развитие у ребёнка качеств которые позволяют ребёнку давать вещам свой смысл и ассоциации. Развитие воображения и образного мышления – важнейший аспект влияния игры, ведь ребёнку приходится принимать нестандартные решения, чтобы реализовать сюжет своей игры.

Развитие познавательной сферы. Представляет собой процесс, в результате которого ребёнок познаёт этот мир и каждый его элемент. Ребёнок трогает каждую попавшуюся вещь, анализирует то, как она выглядит, какая на ощупь, опасна ли она и что он от неё чувствует.

Физическое развитие – развитие опорно-двигательной системы ребёнка, а также его мышц. Данное развитие получается в результате игр ребёнка в подвижные игры, напрягающие его физически.

Важным аспектом детских игр является их спонтанность. Ребёнку будет более интересно играть в игру, в которую он захотел играть сам, или сам на ходу придумал правила своей, новой игры. Это будет для ребёнка более

интересной игрой, а также так, он проявляет свою фантазию, что также является полезным для ребёнка[3].

### **1.3 Анализ рынка развивающих устройств**

Первым для рассмотрения рынка развивающих устройств был выбран умный глобус, который предназначен для детей с возрастом свыше 5 лет.

Умный глобус от компании OregonScientific представляет собой глобус с нанесёнными на него странами и континентами, стоящий на блоке управления, в котором находится вся электроника. При нерабочем состоянии глобус представляет собой обычный глобус, на котором можно видеть все моря, страны, материки и их подписанные названия на русском языке. Но также глобус имеет подсветку, которая позволит отобразить на поверхности звёздное небо и созвездия.

Так же в глобусе имеется встроенный в устройство динамик, который с голосовым помощником SmartGlobe SG102RW – Myth позволит взаимодействовать устройству с ребёнком, рассказывая различную информацию о странах, континентах, фактах о земле и истории планеты.

Специально для этого устройства компания разработала мобильное приложение дополненной виртуальной реальности, которое позволит выводить на экран 3D объекты, представляющие собой животные и достопримечательности, имеющиеся в стране или континенте, на который была направлена камера смартфона.

Для питания устройства используется 3 батарейки, но также для питания устройства может быть использован USB-кабель. Аккумуляторы в устройстве не установлены, так что, единственным способом автономной работы устройства является использование батареек.

Для управления устройством используются кнопки находящиеся на блоке управления. Эти кнопки используются для включения устройства, переключения режима работы (рассказ о истории страны, её культуры, обитающих в ней животных и так далее), а также имеется возможность включения и выключения звука, с управлением громкости.

Сам корпус имеет диаметр 23 сантиметра, и выполнен из пластика.

Умный глобус предназначен для обучения ребёнком географии мира, культуры в разных странах, обитающих в ней животных и тому подобное. Устройство может поддерживать обучение детей в интересной форме, при использовании приложения на мобильном устройстве. В остальных случаях устройство не поддерживает различных игр для детей.

Цена за такое устройство составляет 6000рублей[6].

Следующим будет рассмотрено устройство умного развивающего столика от компании BabyGo. Данное устройство представляет собой столик на котором расположено большое количество элементов, с которыми ребёнок может поиграть.

Устройство предназначено для детей в возрасте от 2 до 4 лет, и используется для развития воображения детей, а также мелкой моторики и координации.

На столике расположено 5 клавиш пианино, которые позволяют играть ребёнку развивая его творчество и воображение. Так же на корпусе можно видеть большое количество рычажков и кнопок, что позволит развить у ребенка мелкую моторику и координация.

Также на корпусе устройства расположен русский алфавит, на котором находится игрушечный паровозик, который при передвижении воспроизводит ту букву, на которую он поставлен.

Устройство имеет установленный динамик, который даст возможность взаимодействовать устройству с ребёнком. В результате нажатия клавиш пианино или продвижения паровозика они будет воспроизводить соответствующие звуки. Так же на корпусе имеются кнопки с изображением животных, и при нажатии на них будет воспроизведён звук, соответствующий звуку производимому животным.

Корпус устройства выполнен из пластика с размерами 120 x 440 x 560 см. Для использования столика могут быть использованы дополнительные ножки. Без них играть на нём можно на полу или другом столе.

Для питания устройства используются 3 батарейки формата АА

На рисунке 1 можно видеть изображения рассматриваемого устройства[7].



Рисунок 1 - Умный развивающийся столик BabyGo

Цена за такой столик составляет примерно 5 799 рублей, при этом он предназначен развития мелкой моторики, мышления, воображения и движений[7].

Следующим для рассмотрения был выбран обучающий планшет от компании «Умка» для детей в возрасте от 2 лет. Стоимость этого планшета составляет примерно 1000 рублей.

Этот планшет предназначен для детей в возрасте от 2 до 4 лет, и имеет возможность изучения с ребёнком алфавита, с воспроизведением букв, изучение цифр, геометрических фигур и цветов.

Устройство представляет собой планшет, на котором есть большое количество кнопок, динамик и светодиодная лампа, с помощью этих элементов осуществляется обучающий процесс ребёнка.

В программе устройства имеется большое количество игр, позволяющие в лёгкой и интересной форме обучать ребёнка буквам, цифрам, цветам и геометрическим фигурам. Имеется 6 режимов: «Учим буквы и цифры», «Учим звуки и формы», «Учим слова и счёт», «Учим слоги», «Загадки и игра», «Экзамен».

Такое устройство способно как дать ребёнку новые знания, так и развить его фантазию, речь, память, мелкую моторику и восприятие звуков.

На рисунке 2 можно видеть изображение этого устройства[8].



Рисунок 2 - Обучающий планшет

Корпус выполнен из пластика с добавлением металла. Размеры корпуса составляют 250 x 190 x 30 мм.

Для питания необходимо 3 батарейки формата АА[8].

Последним для рассмотрения был выбран интерактивный компьютер Jiada, способный обучить ребёнка буквам, цифрам, развить его логику, мышление, памяти и концентрации.

Также в возможности этого устройства входит обучения ребёнка через различные игры.

В общем устройство поддерживает 120 функций, представляющих собой как обучение, так и игры для ребёнка.

На рисунке 3 можно видеть пример рассматриваемого устройства[9].



Рисунок 3 - Развивающий компьютер

Корпус выполнен из пластика и имеет массу 860 граммов.

Цена на такое устройство составляет примерно 2500 рублей[9].

#### **1.4 Анализ требований**

В результате анализа рынка были выдвинуты требования к разрабатываемому устройству.

В рассматриваемых устройствах было выявлено как недостаток, малое количество игр, а также малое количество всё возможных вещей, развивающий мелкую моторику рук ребёнка, это различные переключатели и кнопки.

Устройство будет представлять собой планшет, с расположенными на нём 16 кнопками, 4 светодиодами и динамиком, расположенным под корпусом.

Устройство разрабатывается для развития мелкой моторики и памяти ребёнка возраста от 5-6 лет.

Устройство будет поддерживать около 10 игр, в которых ребёнку придётся путём взаимодействия с кнопками, светодиодами и звуком, воспроизводимым устройством, отгадывать цвет или запоминать последовательность.

Питание устройства будет производиться от аккумуляторов, что даст устройству некоторую автономность, и возможность работы без необходимости подключения к сети питания. Это также является плюсом для безопасности ребёнка.

Из функциональных блоков разрабатываемого устройства можно выделить следующие:

- блок управления – блок, позволяющий управлять всем устройством и элементами, которые в нём находятся;
- блок ввода данных – это блок, который отвечает за обработку данных 16 кнопок, а также сами кнопки;
- блок вывода данных – это блок, отвечающий за вывод данных от устройства к ребёнку, в который входят сами светодиоды и динамик.

Из функций, которые поддерживает устройство, можно выделить следующие:

- проведение развивающих игр с ребёнком для изучения цвета, цифр и арифметики;
- проведение игр для развития памяти и мелкой моторики ребёнка.

При эксплуатации необходимо, чтобы в помещении, где эксплуатируется устройство, было от 0 до 25 градусов Цельсия, при относительной влажности воздуха от 40 до 80 процентов.

При хранении устройства необходимо обеспечить температуру от -5 до 35 градусов Цельсия, при относительной влажности воздуха от 30 до 90 процентов.

Как при эксплуатации, так и при хранении, запрещено допускать пребывание устройства в воде или иной другой жидкости.

## 2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Выбор инструментальной базы устройства

В данной главе будет разработано само устройство, его схема, печатная плата и программный код.

Для начала необходимо выполнить выбор инструментальной базы, которая будет представлять собой программы, используемые при проектировании устройства.

Для начала будет рассмотрена программа для создания и редактирования принципиальной схемы устройства, в качестве которой рассматривается EasyEDA, sPlan, DipTrace.

EasyEDA – это бесплатное программное обеспечение, поддерживаемое как в Online версии, так и в виде прикладной программы для компьютеров на базе Windows или Linux. К функционалу программы относится возможность создания принципиальных схем, с элементами которые есть в приложении, а также с элементами, которые добавили другие пользователи. Поддерживается возможность создания печатной платы, на основании созданной принципиальной схемы, что также имеет интерес при разработке устройства. Полученную печатную плату можно посмотреть в форме 3D а также вывести изображение разводки печатной платы в нескольких возможных формах.

sPlan – это платная программа, позволяющая выполнять работы по разработке принципиальной схемы устройства. Приложение было разработано в 2000-х годах. В приложении нет возможности создания печатной платы устройства, что является её большим минусом. В бесплатной версии программы урезано большое количество функций, что также является минусом.

DipTrace – это приложение позволяющее как разрабатывать принципиальные схемы устройства, так и разрабатывать печатные платы. Большинство функций из этой программы схожи с функционалом программы EasyEDA, за исключением таких вещей как возможность добавления своих элементов, а также работы в Online версии приложения в браузере.

В результате обзора вышерассмотренных программ было выбрано приложение EasyEDA, по причине большого и подходящего функционала, а также уже полученных навыков работы в этом приложении [11].

Следующим будет выбрано приложение для написания программного кода. Среди этих приложений будут рассмотрены MicroChip, microPascal и visualStudio.

MicroChip представляет собой официальную среду разработки для микроконтроллеров семейства AVR. В функционал программы входит также возможность отладки программного кода, путём вывода на экран состояния всех регистров и счётчиков микроконтроллера. В программе уже встроен программатор, который позволяет прошить микроконтроллер с помощью наиболее распространённых программаторов. Приложение поддерживает написание кода на языках программирования C, C++ или Assembler.

microPascal – приложение позволяющее писать программный код на языке программирования Pascal. Точно также как и вышерассмотренная программа, microPascal имеет возможность отладки программного кода. Приложение имеет свой компилятор и программатор для прошивки микроконтроллеров различных семейств, такие например, как PIC, AVR, STM и другие.

visualStudio – это наиболее продвинутое приложение, позволяющее писать программный код на большом количестве языков программирования. Приложение не предназначено для написания программного кода для микроконтроллеров, но может это делать при написании кода на C++, но не имеет возможности отладки и загрузки кода в память микроконтроллера.

По причине подходящих функций и уже знакомого пользовательского интерфейса была выбрана программа MicroChip. microPascal не подошёл так, как не изучен язык для программирования в этой программе.

По этой причине при выборе элементной базы стоит помнить о том, что приложение поддерживает лишь семейство микроконтроллеров AVR [12].

Далее будет выбрана программа для симуляции построенной схемы, что будет наиболее полезно для проверки работоспособности разрабатываемой схемы. Из программ, предназначенных для симуляции, будут рассмотрены программы Fritzing, Proteus, TinaCloud.

Fritzing – программа предназначенная для сборки и симулирования электрических схем, в составе которых могут быть как обычные элементы схемы (резистор, транзистор, конденсатор), так и микроконтроллерные устройства, с возможностью загрузки в память микроконтроллера управляющей программы.

Proteus – это программа представляет собой большой комплект, позволяющий моделировать схемы с большим количеством элементов, которые уже находятся в базе программы. Программа так же позволяет записать в память микроконтроллера программу, которая впоследствии будет выполняться в собранной схеме.

TinaCloud – это программа позволяющая выполнять моделирование и симуляцию собранной электронной схемы. Все операции выполняются на удалённом сервере, что говорит о том, что программа подойдёт даже слабым компьютерам. В основном данное приложение направленно на моделирование схем без микроконтроллеров. Схемы с использованием микроконтроллеров работают несколько не стабильнее и медленнее.

В результате сравнения программ, была выбрана программа Fritzing, по причине подходящего функционала, который не имеет лишних для работы функций.

Последним инструментом для разработки устройства является программа, позволяющая выполнить построение моделей корпуса устройства.

Для этих целей будут рассмотрены программы Компас 3D, AutoCad, 3D-Tool Free Viewer.

Компас 3D является программой разработанной российской компанией Аскон. Приложение позволяет разрабатывать 3д модели, а также переводить

их в чертежи. Имеется огромное множество возможностей данного приложения. Созданные модели можно печатать на 3D принтере.

AutoCad – Является наиболее популярной программой в области создания 3D моделей. В функционал приложения входит создание, редактирование, и печать 3D моделей. Кроме того, программа также поддерживает возможность работы и с двумерными чертежами этих моделей.

3D-Tool Free Viewer – приложение, предназначенное для создания и редактирования 3D моделей. Не поддерживает работу с двумерными примитивами, что не даёт возможности создания чертежей модели.

После рассмотрения вышеупомянутых программ было выбрано использовать в разработке корпуса программу Компас 3D. По причине того, что уже приобретён опыт работы в данной программе [22].

## **2.2 Выбор элементарной базы устройства**

Для более качественной работы устройства и экономии на его сборке необходимо выполнить выбор элементарной базы устройства, обосновав каждый выбранный элемент.

Для начала будет выполнен выбор микроконтроллера. Его основными задачами будет является выполнение обработки нажатых кнопок, и управление воспроизведением звука и зажиганием светодиодов.

Выдвигаемые требования к микроконтроллеру включают в себя:

- количество ног ввода-вывода, их количество должно быть больше 14 штук;
- объём памяти для хранения кода программ должен быть более чем 4 Кб;
- необходимо наличие 16 битного счётчика, использовавшегося в качестве таймера в устройстве;
- для питания микроконтроллера должно использоваться напряжение от 3 до 5 вольт;
- необходима поддержка UART;

– необходима тактовая частота микроконтроллера равная примерно 8МГц. Можно выбрать микроконтроллер с большей тактовой частотой, но это не является необходимым.

При выборе микроконтроллера также важным будет цена, которая должна быть минимальной из сравниваемых микроконтроллеров.

Для сравнения были выбраны микроконтроллеры Atmega 168, Atmega 128, Atmega8, Attiny 88, PIC16F1829.

Из выбранных микроконтроллеров все модели имеют диапазон питания, в который входит 5 вольт, поэтому, в сравнительной таблице не указан критерий питания.

В таблице 1 можно видеть сравнительные характеристики рассматриваемых микроконтроллеров [13].

Таблица 1 - Сравнение микроконтроллеров

	Atmega 168	Atmega 128	Atmega8	Attiny 88	PIC16F1829
Память программ, Кб	16	128	8	8	14
Количество ног I/O	23	53	23	23	20
16 битный таймер	1	2	1	1	1
Количество UART	1	2	1	0	1
Цена	350	300	150	150	200
Тактовая частота, МГц	20	16	16	20	32

После проведения анализа сравнения микроконтроллеров, представленного в таблице 1, был выбран микроконтроллер Atmega8, по причине подходящих характеристик и удовлетворительной стоимости микроконтроллера.

Так же, при выборе микроконтроллера, были рассмотрены микроконтроллеры и с более мощными характеристиками, но их стоимость была в разы выше выбранного, а также, их мощность не является

необходимой. Выбранный микроконтроллер полностью подходит по выдвинутым требованиям.

Следующим будет выполнен выбор устройства, воспроизводимого звук, под управлением микроконтроллера. К такому устройству выдвигаются следующие требования:

- необходим интерфейс для подключения UART;
- поддержка подключения SD карты с записанными на них звуками;
- питание от 3 до 5 вольт.

При поиске существующих модулей, позволяющих выполнять воспроизведение звуков, были найдены модели Mini MP3 проигрывателя и модуль подключения SD карты к микроконтроллеру.

Mini MP3 проигрыватель представляет собой плату, с возможностью подключения её к микроконтроллеру по интерфейсу UART. Так же на плате имеются контакты, как для подключения динамика, который и будет воспроизводить звуки, так и различных периферийных кнопок, использование которых не предусмотрено в проекте. Цена на такой модуль составляет порядка 130 рублей. Требуемое питание для модуля от 3 до 5 вольт, что полностью подходит под выдвинутые требования [16].

Модуль для подключения SD карты использует для подключения интерфейс SPI, который требует большего количества контактов микроконтроллера, а также динамик, воспроизводящий звук, подключается к самому микроконтроллеру, через транзистор, что также потребует использования дополнительных контактов микроконтроллера, что не входило в планы при выборе микроконтроллера. Цена на модуль для подключения SD карты составляет около 110 рублей, а питание, требуемое для работы устройства, составляет 5 вольт.

После анализа характеристик рассмотренных модулей, которые были описаны выше, был выбран модуль mini mp3 проигрыватель, по причине того, что для его подключения используется интерфейс UART, что экономит контакты микроконтроллера, по сравнению с использованием SPI, который

используется при подключении SD модуля. Питание обоих рассмотренных моделей подходит по выдвинутым требованиям.

Выбранный модуль имеет большую цену, по сравнению с модулем подключения SD карты, но их разница не сильно велика [16].

Для зажигания светодиодов разного цвета, было решено использовать не несколько светодиодов разного цвета, а два RGB светодиода, имеющего 3 входных контакта, каждый из которых отвечает за свой цвет. Цвет светодиода будет складываться из суммы входных сигналов, из красного, зелёного и синего цвета. Цена такого светодиода составляет примерно 10 рублей.

### **2.3 Разработка функциональной схемы устройства**

Функциональная схема устройства необходима для общего понимания работы устройства. На функциональной схеме устройства отображаются функциональные блоки, и связи между ними, которые могут иметь направление сигнала.

В разрабатываемом устройстве выделяются следующие функциональные блоки:

- блок управления – блок выполняющий управление устройством, что подразумевает собой считывание нажатий кнопок, управление цветом светодиодов и управление воспроизведением звуков на динамиках;
- блок ввода данных – это блок предназначен для ввода данных от пользователя (ребёнка). Этот блок представляет собой кнопки;
- блок вывода данных - это блок, предназначенный для вывода данных от устройства к пользователю (ребёнку) путём зажигания светодиодов разного цвета и воспроизведения звуков с динамиков;
- блок питания – это блок, которые обеспечивает питание всего устройства.

Под разными направлениями связи между блоками понимается направления передачи данных, или сигнала между двумя устройствами. Так, например, при считывании данных с кнопки, сигнал будет приниматься

микроконтроллером с кнопки, и обратно микроконтроллер не будет передавать данные, в этом случае связь является однонаправленной.

На рисунке 4 показана полученная в результате разработки функциональная схема устройства.

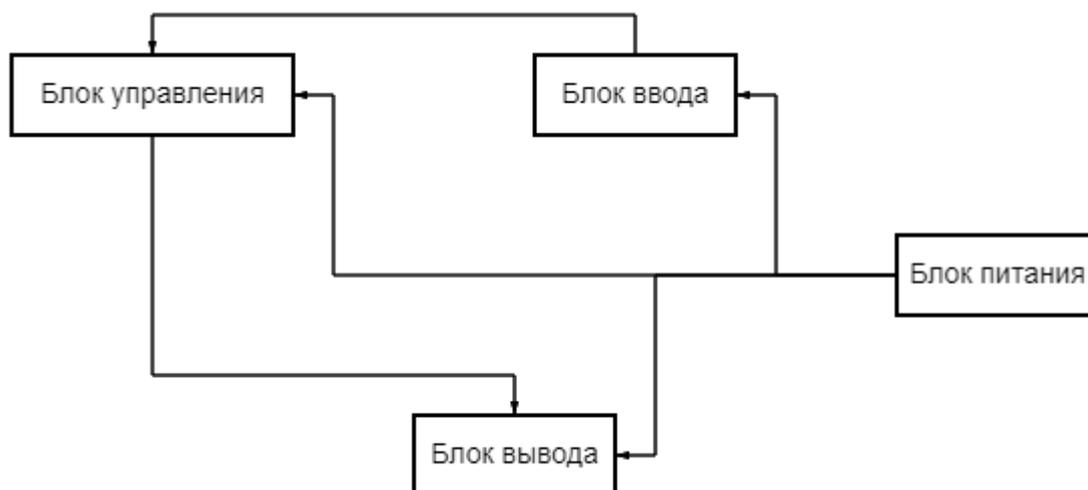


Рисунок 4 - функциональная схема устройства

Как можно видеть на рисунке 4, на функциональной схеме расположено 4 блока, связанных между собой, что даёт этим функциональным блокам в совокупности создавать готовое устройство.

На схеме расположено 2 основных вида связи устройств, к которым относится связь для передачи сигналов и информации, а также связь для передачи питания между элементами устройства.

Из блока питания, исходит один вид связи, предназначенный для питания элементов устройства. На схеме связь питания каждого блока показана как входная связь от блока питания, подключаемая справа от функционального блока.

Информационная связь осуществляется между блоком управления и блоками ввода и вывода данных. Так связь направлена к управляющему блоку от блока ввода, и от управляющего блока к блоку вывода данных.

Блок управления является звеном между блоками ввода и вывода данных, который выполняет приём данных, их обработку и вывод данных пользователю.

## 2.4 Разработка принципиальной схемы устройства

Принципиальная схема устройства представляет собой схему со всеми необходимыми элементами электрической схемы устройства. Основным отличием принципиальной схемы от функциональной является то, что на ней появляются новые элементы, предназначенные для обеспечения более налаженной и безопасной работы устройства, к таким относятся такие элементы как резисторы или конденсаторы, которые никак не оговаривались при разработке функциональной схемы.

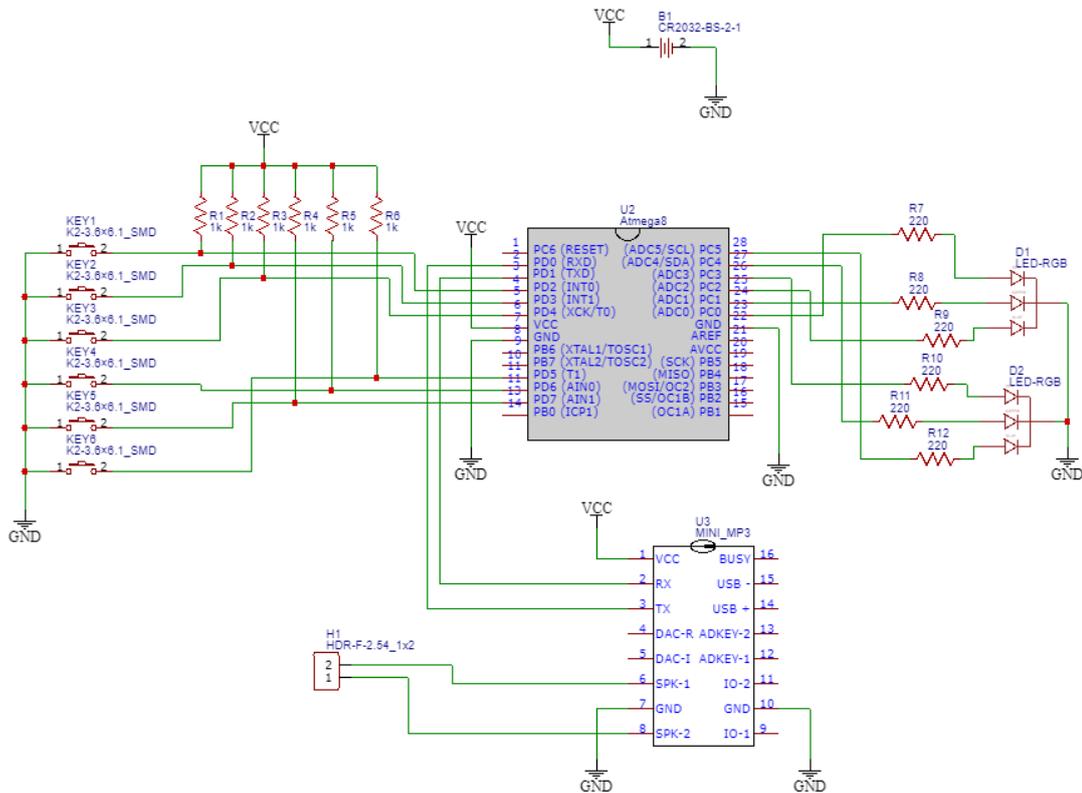


Рисунок 5 - Принципиальная схема устройства

На рисунке 5 можно видеть принципиальную схему разрабатываемого устройства, на которой можно видеть микроконтроллер, несколько кнопок, светодиоды и модуль для воспроизведения звука.

На схеме отдельно изображена схема питания, в которой имеется батарея, которая имеет 3 батарейки формата ААА с напряжением на каждой батарейке 1,5 вольт, что в итоге даст 4,5 вольт, что вполне пригодно для питания микроконтроллера и платы воспроизведения звука. Также на этой схеме подключены ярлыки питания, которые затем будут использоваться в схеме, для обозначения контактов земли и плюса питания, что позволит сделать схему более удобной и легко читаемой. Данная подсхема является функциональным блоком питания, описанным при разработке функциональной схемы Подсхема питания устройства показана на рисунке 6.

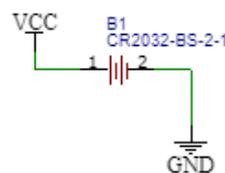


Рисунок 6 - Подсхема питания устройства

На основной схеме изображён микроконтроллер АТмега8. На схеме показано подключение питание микроконтроллера, а также подключение периферийных устройств.

На рисунке 7 представлена подсхема подключения кнопок, которая является функциональным блоком ввода данных.

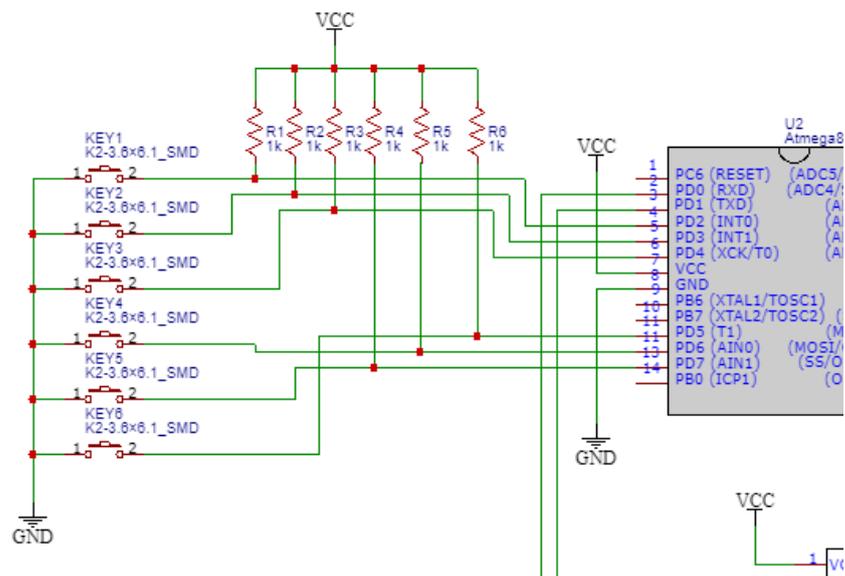


Рисунок 7 - Подсхема подключения кнопок

Как можно видеть на рисунке 7, на схеме расположено 6 кнопок, которые на схема названы KEY1 – KEY6. Подключение кнопок осуществляется с подтяжкой к плюсу питания, для чего необходимо подключение подтягивающих резисторов, на 1 кОм, к плюсу питания системы. Эти резисторы также показаны на рисунке 7, и обозначены как R1-R6. При этом на контакт микроконтроллера постоянно подаётся логическая единица, так как контакт замкнут с плюсом питания через резистор.

При нажатии кнопки, она замыкает свои контакты, и на контакт микроконтроллера подаётся логический ноль, так как между контактом и землёй нет сопротивления, не считая сопротивление проводника, что является меньше сопротивления резисторов R1-R6.

Кнопки подключены к контактам порта D, начиная с 2 бита, так как нулевой и первые биты являются контактами интерфейса UART, который используется для подключения устройства воспроизведения звука.

На рисунке 8 представлена подсхема подключения RGB светодиодов.

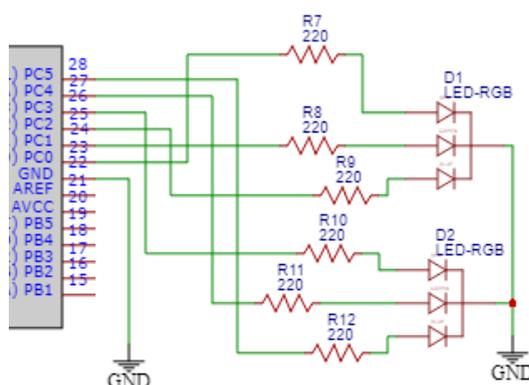


Рисунок 8 - Подсхема подключения светодиодов

RGB светодиоды представляют собой 3 светодиода красного, зелёного и синего цвета в одном корпусе. Такие светодиоды различаются на 2 вида, в которые входят RGB светодиоды с общим анодом или общим катодом. В проекте будут использоваться светодиоды с общим катодом, что означает, что общий контакт между тремя светодиодами в корпусе, будет контакт земли, а

управление светодиодами будет осуществляться путём подачи питания на анод светодиодов.

RGB светодиоды подключены к порту C. Светодиод D1 к контактам PC0 – PC2, где PC0 отвечает за красный цвет, PC1 отвечает за зелёный цвет, а PC2 отвечает за синий цвет. Светодиод D2 подключён аналогично, но к контактам PC3 - PC5.

На рисунке 9 можно видеть под схему воспроизведения звука, которая также является функциональный блоком вывода данных.

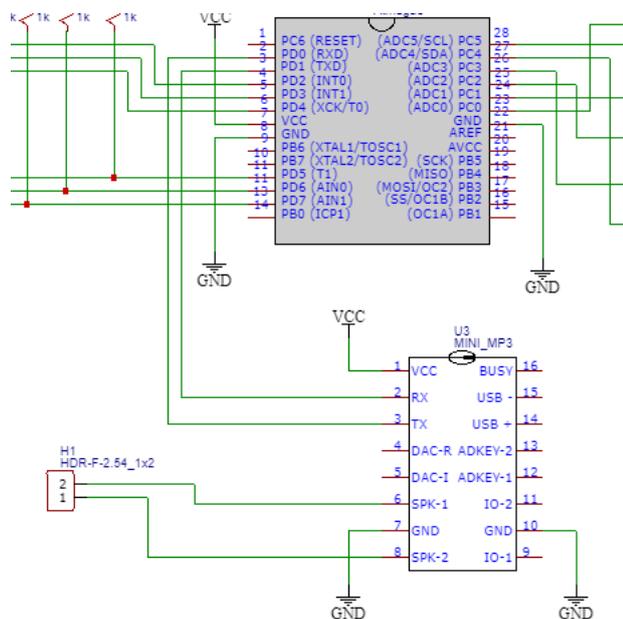


Рисунок 9 - Подсхема воспроизведения звука

Как можно видеть на рисунке 9, модуль mini mp3 подключается к питанию через ярлыки VCC и GND. Подключение к микроконтроллеру осуществляется через интерфейс UART, в котором используются контакты TX и RX.

Контакты TX и RX обозначают направление передачи данных, и по этой причине, при подключении необходимо подключать RX модуля воспроизведения звука к TX микроконтроллера, и аналогично TX модуля воспроизведения звука к RX микроконтроллера.

К контактам SPK -1 и SPK – 2 подключена колодка из 2 контактов, к которым в последствии будет подключаться динамик, который и будет воспроизводить звук с карты памяти.

## 2.5 Разработка печатной платы устройства

На этапе разработки печатной платы необходимо расположить на печатной плате все элементы схемы, с учётом их размеров, и соединить их контакты между собой, основываясь на принципиальной схеме, токопроводящими дорожками.

При разработке необходимо учитывать размеры токопроводящих дорожек, так, для дорожек отвечающих за питание элементов платы, необходимо сделать дорожки более большой ширины.

Печатная плата будет выполнена с нанесением токопроводящих дорожек на двух сторонах платы, что позволит более просто выполнить разводку дорожек.

На рисунке 10 показана схема печатной платы верхнего слоя, на которой можно видеть, как элементы схемы, так и дорожки, связывавшие их.

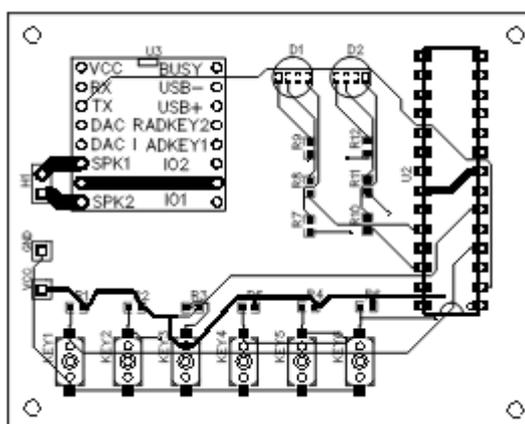


Рисунок 10 - Верхний слой печатной платы

Все элементы схемы были расположены на верхней стороне платы. Нижний же слой платы использовался для разводки дорожек платы в сложных местах.

Как можно видеть на рисунке 10, справа расположен микроконтроллер ATmega8, в DIP корпусе с 28 контактами. Слева расположен модуль mini mp3,

рядом с которым находятся колодки для подключения динамика. Внизу платы находятся контакты для подключения кнопок, рядом с которыми расположены подтягивающие резисторы. Между микроконтроллером и модулем воспроизведения звука находятся RGB светодиоды.

Для питания были установлены 2 контакта на плате, предназначенные для подключения питания от батареек, которые будут находится в специальном для этого боксе, а на плату будут подключаться лишь провода от них.

Контакты питания и для подключения динамика, является двухсторонними, что говорит о том, что их можно подключить как с верхней стороны, так и с нижней.

На рисунке 11 представлена схема нижнего слоя печатной платы, которая отзеркалена, для лучшего понимания структуры платы.

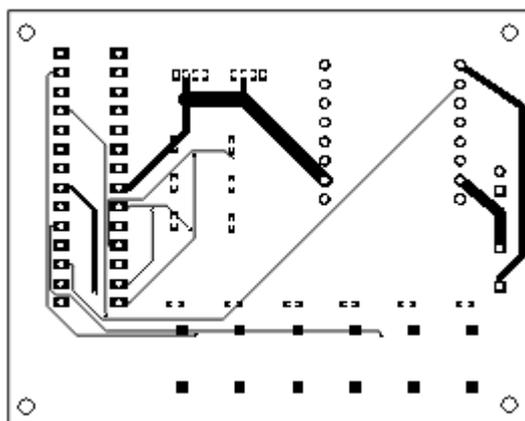


Рисунок 11 - Нижний слой печатной платы

Как можно видеть на рисунках 10 и 11, некоторые токопроводящие дорожки выполнены с большей шириной сечения. Это сделано с целью улучшенного питания системы.

При узком сечении проводника или токопроводящей дорожке, увеличивается сопротивление, что ведёт к потерям тока и лишнему нагреву устройства.

Для установки платы в корпусе, были предусмотрены крепления для платы, которые находятся по углам.

## 2.6 Разработка программного кода микроконтроллера

Перед написанием программного кода необходимо выполнить разработку алгоритма работы устройства, для этого будет построена блок-схема алгоритма устройства.

Результат разработки блок-схемы показан на рисунке 12.

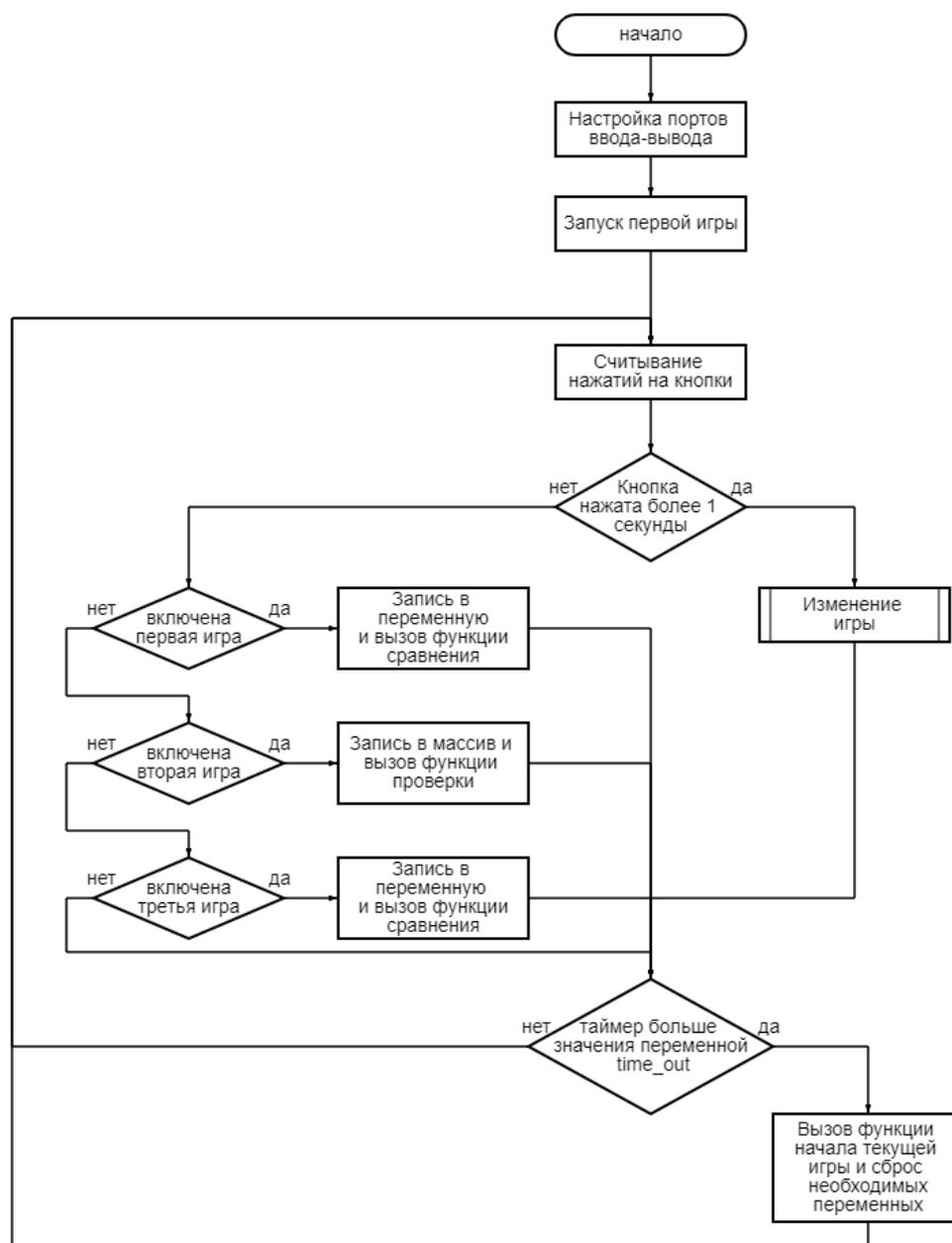


Рисунок 12 - Блок-схема алгоритма

Как можно видеть на рисунке 12, алгоритм программы состоит из считывания номера нажатой кнопки, и дальнейшей обработки нажатия, которая происходит в зависимости от включенной игры.

Из блок-схемы можно понять, что для переключения между играми, необходимо зажать любую кнопку более чем на 10 секунд. При переключении между играми будет реализовано воспроизведение соответствующего звука.

При запуске программы устройства, микроконтроллер выполнит первоначальную настройку, в которую будет входить создание переменных, настройка портов ввода-вывода и запуск начала первой игры.

Для реализации игр, необходимо 2 функции, одна из которых будет запускать игру созданием и заполнением необходимых переменных, на основании которых будут воспроизводиться звуки и загораться светодиоды. После этого ребёнок сможет взаимодействовать с устройством, через нажатия кнопок. Считав номера нажатых кнопок, будет вызвана функция, обрабатывающая результаты игры, для чего будут необходимы значения, полученные в первой функции. Данный алгоритм относится ко всем играм.

В главном бесконечном цикле также будет находиться и код, отвечающий за отсчёт времени с последнего нажатия. В случае, если кнопки давно не были нажаты, данная игра будет запущена заново, а если и после этого не будет замечено взаимодействие с устройством, оно будет выключено, что позволит сохранить электроэнергию.

Для выполнения данных действий, необходимо различать какая игра сейчас запущена, так как для каждой игры требуются свои структуры данных. Для этого будет использоваться переменная `byte`, хранящая значения 0,1,2, что будет соответствовать номерам игр, это позволит легко ориентироваться и вызывать необходимые функции.

Для начала первой игры, в которой необходимо угадать один из двух выводимых цветов, будет сохраняться два случайных числа в глобальные переменные, после чего выведутся соответствующие цвета из массива. При считывании эти переменные будут сравниваться с номерами нажатой кнопки.

Цвета, соответствующие номерам нажатых кнопок показаны в таблице 2.

Таблица 2 - Цвета соответствующие номерам в массиве

Номер из массива	Цвет
0	Красный
1	Зелёный
2	Синий
3	Фиолетовый
4	Белый
5	Жёлтый

Блок-схема алгоритма начала первой игры показан на рисунке 13.



Рисунок 13 - Блок-схема алгоритма начала первой игры

Для начала второй игры в цикле будет создаваться 6 случайных числа, которые затем будут записаны в массив. Для дальнейшей работы с этим массивом будет использоваться глобальная переменная count, значение

которой будет сначала равно 0. По ходу выполнения программы, значение данной переменной будет изменяться в диапазоне от 0 до 3.

После записи случайных чисел в массив, в этом же цикле будет загораться цвет, соответствующий случайному числу, а затем, через 1 секунду потухать. По завершению начала игры, переменная счётчик будет сброшена в ноль, для предохранения от случаев, когда игра запускается не в первый раз, и в переменной счётчик уже хранится какое-то значение.

Блок-схема начала второй игры показана на рисунке 14.

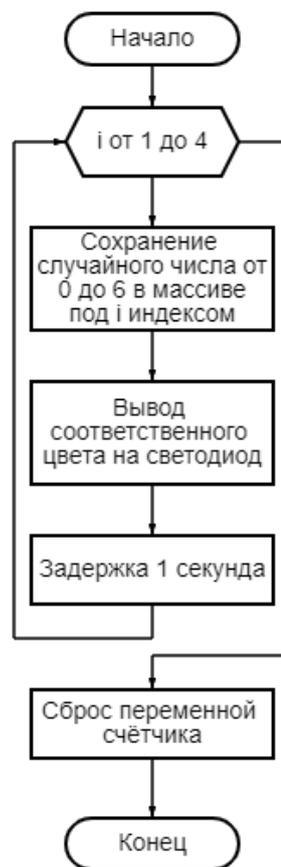


Рисунок 14 - Блок-схема алгоритма начала второй игры

Проверка нажатой кнопки во второй игре будет осуществляться после нажатия каждой кнопки, из четырёх необходимых. При проверке будет проверяться номер нажатой кнопки на равенство с элементов в массиве, с индексом значения переменной-счетчика. При их равенстве переменная count будет увеличена, а затем проверена на равенство 4, в случае если это условие

будет верным, будет вызвана функция победы в игре и начала второй игры, так как ребёнок ввёл все 4 символа верно.

В случае если сравнение номера нажатой кнопки не будет равно элементу из массива, будет вызвана функция проигрыша, а также уже рассмотренная функция начала второй игры, в которой будет выполнен сброс переменной-счётчика и формирование новых случайных значений в массиве.

Блок-схема проверки нажатий кнопок во второй игре представлена на рисунке 15.

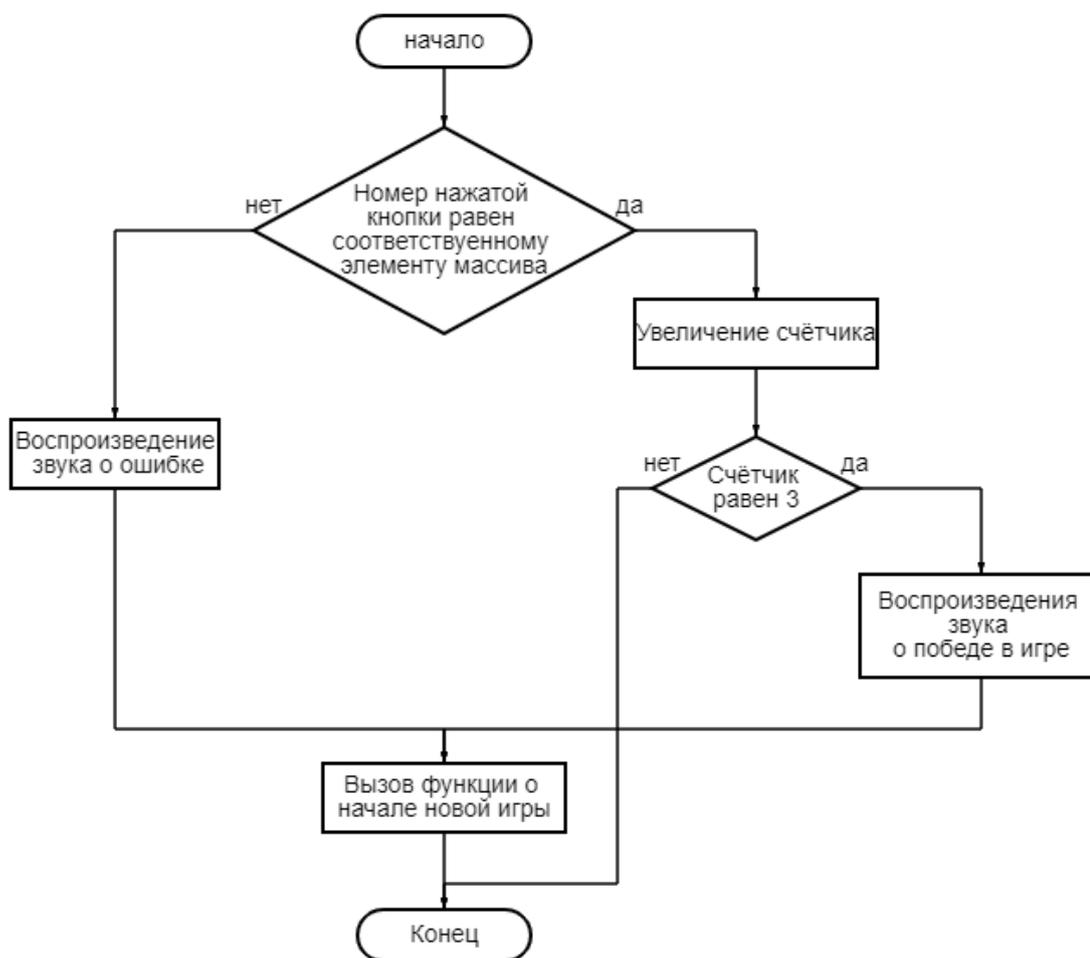


Рисунок 15 - Блок-схема проверки нажатий кнопок во второй игре

При начале третьей игры в глобальную переменную записывается случайное значение 0 или 1, что будет означать красный и зелёный цвет соответственно.

В игре ребёнку необходимо нажимать на любую кнопку только в том случае, если загорелся зелёный светодиод. Данная игра способствует развитию реакции и быстродействия ребёнка. Для одного раунда игры выделяется 2 секунды, за это время ребёнок должен успеть среагировать и успеть нажать на любую кнопку. Если кнопка будет нажата в момент, когда горит красный светодиод, игра будет считаться проигранной, о чём будет говорить характерный звук, а также игра будет запущена заново.

В функции начала третьей игры необходимо также предусмотреть и настройку таймера на 2 секунды, а по завершению игры, необходимо вернуть таймер на 5 секунд.

## **2.7 Разработка корпуса устройства**

Корпус устройства будет представлять собой некоторую параллелепипед, на широкой стороне которого будут находиться отверстия для 6-ти кнопок, расположенных на корпусе в 2 ряда. Выше кнопок на корпусе будут находиться 2 RGB светодиода, которые будут прикрыты некоторыми прозрачными пластмассовыми колпачками, предназначенных для большей красоты корпуса и рассеивания света от светодиодов. Расположить динамик планируется в правом верхнем углу. Для динамика будут предусмотрены отверстия для звука.

Размеры корпуса будут приблизительно 200 x 150 x 25 мм.

В ходе разработки корпуса была разработана 3D модель проектируемого корпуса, которая показывает внешний вид и габариты корпуса, а также может быть использована для печати корпуса на 3D принтере.

Корпус состоит из двух основных частей:

- Основание корпуса;
- Крышка корпуса.

Основание корпуса представляется собой прямоугольную поверхность, со стенками по краям высотой 12 мм. Внутри основания корпуса находятся стойки для винтов, которыми будут крепиться основание и крышка, а также плата, разработанная выше, и основание корпуса.

Для крепления основания и крышки корпуса между собой на нижней стороне основания предусмотрены сквозные отверстия, с диаметром 4 мм, в количестве 6 штук. Винт будет полностью проходить через основание и вкручиваться в крышку, где на этих же местах также будут находиться крепёжные отверстия, но не сквозные.

На основании, стойки для винтов имеют длину 12 мм, для обеспечения их надёжности, были установлены рёбра жёсткости в количестве 3 штук, которые помогут быть стойкам более прочными.

Так же, на основании корпуса имеются 4 стойки для крепления печатной платы устройства. Высота этих стоек составляет 5 мм, по этой причине около этих стоек не были построены рёбра жёсткости. Такая высота стоек выбрана для вместительности печатной платы и её содержимого в корпус.

Для обеспечения прочности самого корпуса, у коротких стенок основания корпуса были построены рёбра жёсткости в количестве 5 штук на одной стороне. На длинных сторонах основания корпуса не были установленные рёбра жёсткости, по причине обеспечения прочности стойками для винтов.

Высота внутреннего пространства основания корпуса составляет 12 мм. Планируется, что пространство внутри корпуса с учётом крышки будет составлять примерно 20 мм, чего вполне хватит для размещения внутри батарейного отсека и печатной платы.

На рисунке 16 представлены размеры батарейного отсека на 3 батарейки формата ААА [15].

Для крепления элементов корпуса между собой будут использоваться 6 винтов М4 длиной 20мм и 4 винта М2 длиной 5 мм.

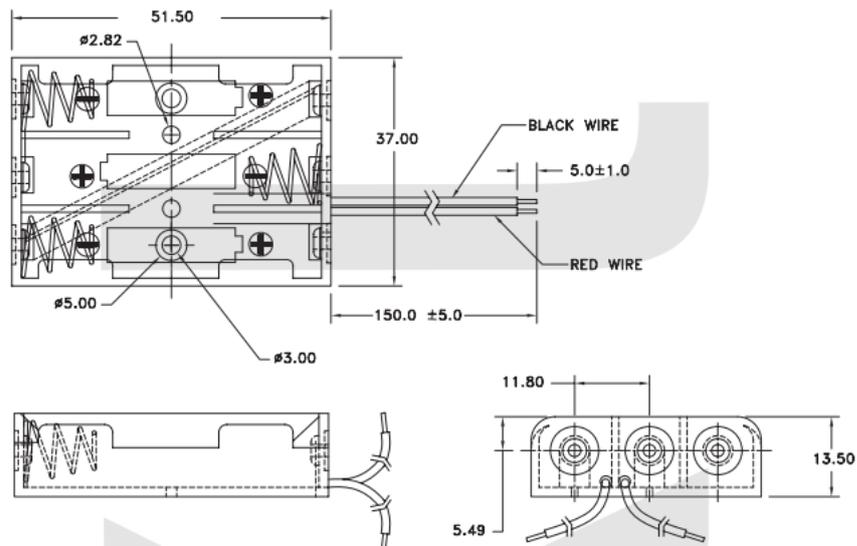


Рисунок 16 - Размеры батарейного отсека на 3 батарейки формата ААА

Размеры разработанной печатной платы составляет 49.5 x 63.5 мм, с учётом этого были расположены внутри корпуса крепления для печатной платы. На рисунке 17 можно видеть чертёж полученного основания корпуса.

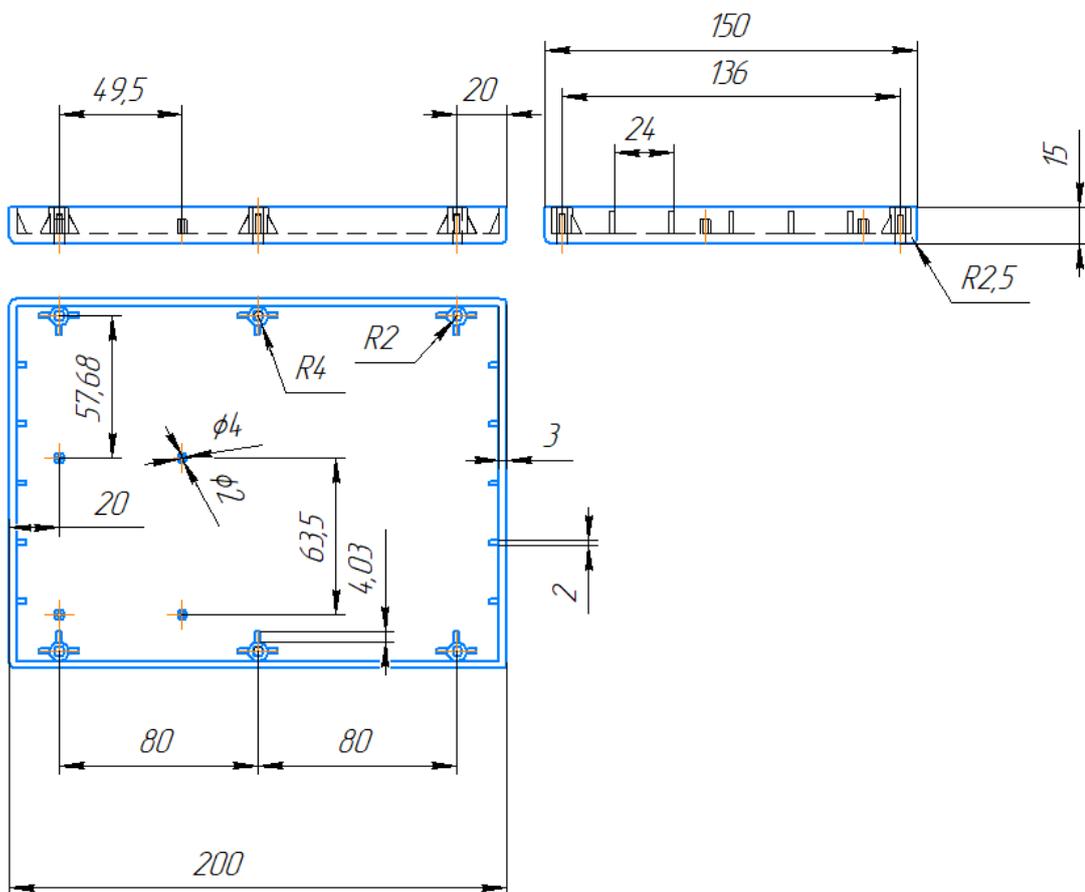


Рисунок 17 - Чертёж основания корпуса устройства

Второй деталью корпуса является крышка, которая имеет такие же размеры, что и основание, за исключением высоты, которая, у крышки корпуса, составляет 10 мм.

Крышка корпуса имеет отверстия для крепления необходимых элементов взаимодействия ребёнка с устройством. На крышке корпуса имеются 6 отверстия для кнопок, диаметром 20 мм. Чуть выше находятся отверстия для двух светодиодов, диаметром 5 мм.

В верхнем правом углу находится множество отверстия для выхода звука. В этой области внутри корпуса будет расположен динамик.

Схема крышки корпуса устройства представлена на рисунке 18.

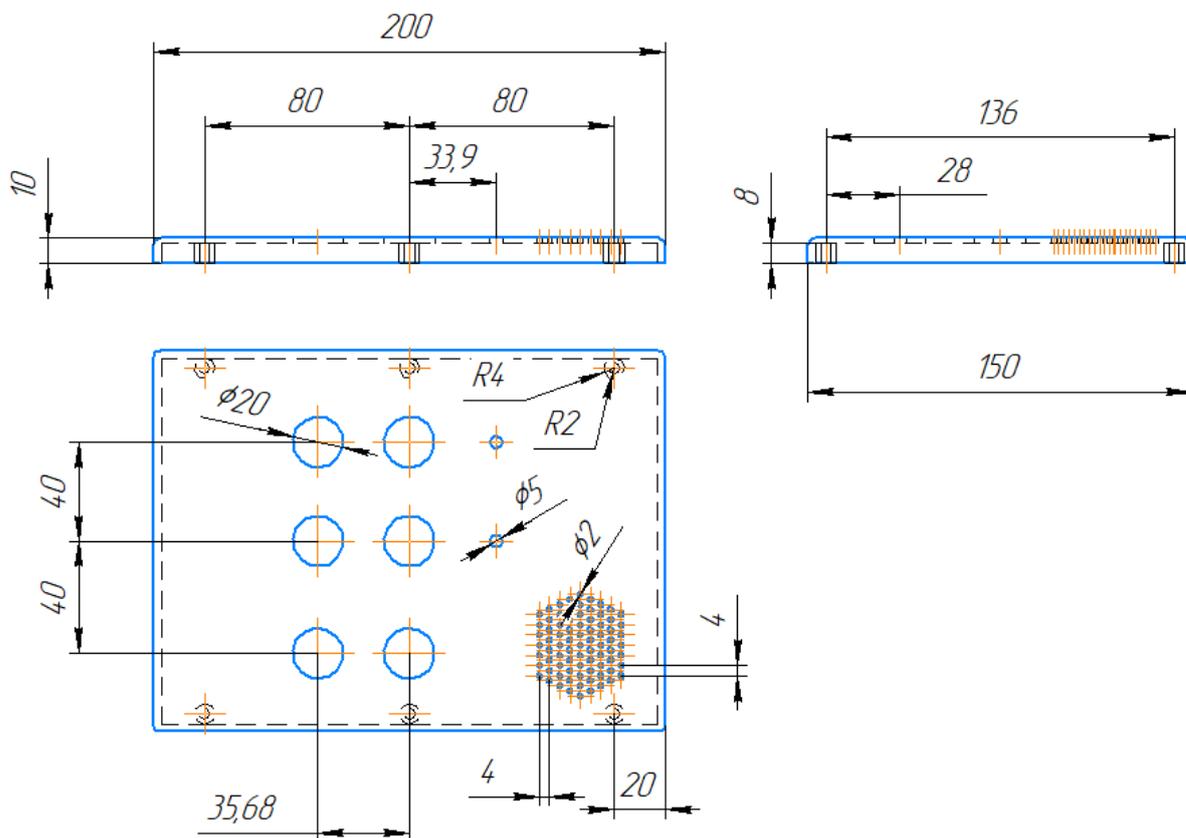


Рисунок 18 - Чертёж крышки корпуса устройства

По причине того, что высота стенок составляет 8 мм, около них не были установлены рёбра жёсткости, так же, как и у стоек, для крепления крышки к основанию.

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

### **3.1 Мероприятия по снижению воздействия выявленных вредных и опасных факторов по отношению с Инженером – электроником**

Перед выявлением вредных и опасных факторов на производстве необходимо рассмотреть понятия вредного и опасного фактора на производстве.

Вредный фактор – фактор на производстве, способный вызвать ухудшение здоровья, при воздействии на работника. При не долгом воздействии вредного фактора на организм человека, ему грозит какое-либо заболевание, тяжесть которого зависит от самого вредного фактора. При долгом воздействии вредного фактора на организм человека, ему может грозить сильное заболевание, с угрозой на инвалидность, травму или смерть.

Опасный фактор – это фактор, который при воздействии на организм человека, вызывает не заболевание, а травму или более сильные последствия, даже при недолгом воздействии.

Для упрощенного дальнейшего рассмотрения вредных и опасных факторов на производстве, эти два понятия будут объединены в негативный производственный фактор.

Все негативные производственные факторы разделяют на 4 группы:

- физические;
- химические;
- биологические;
- психологические.

Физические негативные производственные факторы – это негативный фактор, воздействие которого на организм человека связано с физическим контактом. Например, к физическим негативным факторам можно отнести удар током, ушиб, перелом, травма, ожог и тому подобные. Не редко физические негативные факторы могут довести здоровье человека до инвалидности.

Химические негативные производственные факторы – это негативный фактор, который воздействует на организм человека через химические вещества, попадая во внутрь организма через ротовую полость, дыхательные пути, или попадая в кровь. Также в эту группу можно отнести и химические ожоги. При химическом негативном факторе человеку грозит тяжёлые заболевания.

Химические негативные производственные факторы по способу воздействия на организм человека также можно разделить на несколько подпунктов:

- аллергенные;
- раздражающие;
- канцерогенные – вызывают развитие опухолей, в том числе злокачественных;
- токсические;
- мутагенные – могут вызвать мутации и патологии у будущих детей работников.

Биологические негативные производственные факторы – это негативный фактор, который воздействует на человека различными опасными бактериями или вирусами, которые могут вызвать опасные заболевания. Наиболее часто такой негативный фактор может встречаться в больницах или лабораториях разработки вакцины или исследования заболеваний.

Психофизиологические негативный производственный фактор – это негативный фактор, который воздействует на психическое состояние и здоровье человека. Данный физический фактор встречается на всех видах производств и предприятий. Часто психологический негативный фактор появляется по причине напряжённости труда, перенапряжённости органов чувств, перенагрузки мозга и другой активности, а также монотонность труда и напряжённость внимания [18].

Напряжённость труда – это характеристика трудового процесса, показывающая напряжённость органов чувств, нервной системы и

эмоциональную сферу работника. Напряжённость труда прямым образом влияет на эффективность труда, а также на психологическое здоровье работника.

На месте инженера-электронщика могут встречаться следующие вредные и опасные факторы:

- повышенное напряжение электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека и может привести к электротравме.

- повышенная температура оборудования, инструмента, материалов может привести к ожогам,

- недостаток освещенности рабочего места – может привести к заболеванию органов зрения, или ухудшения зрения человека.

- острые кромки, заусенцы, шероховатость инструмента и внутренних частей оргтехники могут привести к травме;

- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны, повышенная или пониженная влажность и скорость воздуха, могут привести к простудным заболеваниям;

- физические перегрузки -могут привести к заболеваниям опорно-двигательной системы, варикозному расширению вен;

- нервно-психические перегрузки - могут привести к заболеваниям нервной системы;

- пыль и остатки тонера могут привести к заболеванию верхних дыхательных путей, легких, вызвать аллергическую реакцию, ухудшению зрения.

Для рассмотренных вредных и опасных производственных факторов используется 2 основных метода защиты: коллективный и индивидуальный.

Средства защиты – это некоторое средство, позволяющее снизить или полностью убрать воздействие негативного фактора на организм человека.

Коллективное средство защиты – это средство защиты, позволяющее снизить или убрать воздействие негативного фактора для группы работников.

Чаще такое средство защиты используется для предотвращения появления негативного фактора.

Среди коллективных средств защиты можно выделить такие подвиды защиты как: оградительные, предупредительные, дистанционные и другие.

Оградительные средства коллективной защиты предполагают защиту людей вблизи с обрывами высокой поверхности или опасной территории, путём ограждения безопасной и опасной зоны.

Предупредительные средства защиты предполагают предупреждение работников о опасности в некоторой зоне. На некоторых производствах используются знаки, показывающие места для безопасного передвижения работников по территории, места для передвижения техники, места где сейчас проводятся опасные работы и тому подобные.

Дистанционные средства коллективной защиты являются наиболее современными и предполагают выполнение некоторой опасной работы с помощью робота с дистанционным управлением, что является и наиболее удобным для работника.

В работе инженера электронщика используется вытяжка в качестве средства коллективной защиты. Вытяжка необходимо при проведении работ по пайке радиоэлектронных элементов платы, так как при этом выделяются опасные пары расплавленного олова.

Индивидуальные средства защиты – это средства защиты, используемые для защиты одного человека, а не группы людей. Наиболее часто индивидуальные средства защиты используются для защиты от химических или биологических негативных факторов.

Из индивидуальных средств защиты можно выделить: медицинские перчатки, маску, респиратор, противогаз, прорезиненные перчатки, каска, светоотражающие элементы.

Для работы с электричеством используются прорезиненные перчатки и обувь, которые спасут работника от замыкания электричества.

Различные маски, противогазы и перчатки используются для защиты от химических и биологических негативных факторов. При работе инженера электронщика медицинская маска и перчатки могут использоваться при замене тонера [19].

### **3.2 Обеспечение безопасности труда на рабочем месте "Инженера - электроника"**

Для обеспечения безопасности труда инженера-электронщика, необходимо выполнить снижение вредных и опасных факторов на производстве, которые были описаны выше, а также соблюдать требования безопасности труда, в которые входят требования для начала выполнения работ, требования во время выполнения работы и требования безопасности оп завершению выполнения работ. Кроме этого, необходимо соблюдать режим работы, для минимизации напряжённости и усталости работника.

Перед началом поступления на рабочее место, работник должен пройти вводный и первичный инструктаж, в которых ему будут оговорены правила безопасности на рабочем месте, а также правила предприятия, на которое он устраивается работать.

В случае, если на предприятии случился какой-то либо несчастный случай, с оборудованием или персоналом, работник обязан сообщить об этом руководителю подразделения, а также не приступать к работе, если это будет угрожать безопасности.

Перед началом работы, инженер электронщик обязан проверить оборудование и инструменты на их исправность, неисправные инструменты могут привести как к поломке техники, так и к угрозе безопасности работника. Если проводятся работы с тонером или электричеством, необходимо надеть СИЗ (средства индивидуальной защиты) для защиты органов дыхания и зрения, в случае если работа проводится с тонером, или прорезиненные перчатки и обувь, если работы проводятся с электричеством [19].

Во время проведения работы необходимо использовать только исправные инструменты, и только по их назначению. При проведении работ с

устройствами под питанием необходимо быть максимально внимательным, и не трогать элементы устройства без надобности. Если нет причин, по которым устройство должно питаться во время выполнения работ, необходимо обесточить устройство. При ремонте оргтехники корпус устройства необходимо дополнительно заземлить, для исключения пробития высокого напряжения на корпус.

По окончании работы, инженер электронщик должен привести рабочее место в порядок: очистить от мусора, убрать инструменты и материалы по предназначенным для них местам. Привести в порядок свою спец одежду.

В случае если во время работы тонер попал в глаза или дыхательные пути, необходимо прекратить выполнение работы, промыть глаза и дыхательные пути водой, а также сообщить в мед. пункт.

Если во время выполнения работ, работник почувствовал запах гари, посторонние шумы, чувство тока или увидел дым из техники с которой ведутся работы, необходимо срочно прекратить выполнение работы и обесточить технику.

Суммарное время работы инженера электронщика в неделю не должно превышать 40 часов. Во время смены работнику разрешено потратить 45 минут на личные потребности, это время учитывается как время работы. 1 час в смены выделяется на обед, и в отличии от времени на личные потребности, это время не учитывается как время работы [19].

### **3.3 Способы утилизации микроконтроллеров**

Утилизация вычислительной техники – это процесс переработки старой, а в некоторых случаях и не рабочей, вычислительной техники, с целью получения чистых материалов, для разработки новой техники. Кроме того, утилизация проводится не только для получения материалов для новой техники, но и с целью обеззараживания старой, от содержащихся в ней токсинах, которые в процессе разложения плохо влияют на экологию.

Так, утилизация вычислительной техники, в том числе и микроконтроллеров, необходима по следующим причинам:

– в вычислительной технике используется большое количество драгоценных металлов, таких, например, как золото и платина. Для экономии ресурсов, при утилизации вычислительной техники, они изымаются и используются повторно, в новой вычислительной технике. В микроконтроллерах также имеется некоторое количество золота.

– в составе вычислительной технике содержатся также и опасные для экологии элементы, которые, при разложении способны навредить окружающей природе. В это число входят и микроконтроллеры.

Выполнение утилизации вычислительной техники осуществляется только специальными организациями, имеющими лицензию на проведение данной работы. Проведение самостоятельной утилизации запрещено по причине того, что при утилизации выделяется большое количество токсинов, которые и представляют собой опасность в неутилизированной технике, для правильной работы с этими токсинами, работы выполняются только специальными организациями.

Обязательными к утилизации считаются:

- компьютеры, мониторы, сканеры, ксероксы, принтеры и картриджи для них;
- медицинская техника;
- различные виды аккумуляторов;
- бытовые приборы;
- люминесцентные лампы [21].

При утилизации микроконтроллеров, выполняется только химическая утилизация, в процессе которой, микроконтроллер помещается в некоторое количество специальных химических растворов последовательно. Данный процесс позволяет химическим путём выделить из микроконтроллера составляющую драгоценных металлов и токсинов, которые представляли опасность для экологии.

При утилизации вычислительной техники, в которой находятся ранее используемые микроконтроллеры, перед химической обработкой, стоит этап

физической переработки. Этот этап подразумевает собой разделение техники на некоторые её составляющие части. Чаще это делается в специальных дробящих машинах. Далее, с полученными микроконтроллерами проводится уже изученный этап химической обработки.

Переработанные материалы могут быть использованы далее в создании новых микроконтроллерах или иных элементов вычислительной техники, или направлены в Государственный фонд, в качестве налогообложения [20].

### **3.4 Вывод по разделу**

В разделе охраны труда и промышленная экология были рассмотрены мероприятия по снижению воздействия вредных и опасных факторов по отношению с инженером электронщиком, обеспечение охраны труда инженера электронщика и способы утилизации микроконтроллеров.

В подразделе «мероприятия по снижению воздействия вредных и опасных факторов по отношению с инженером электронщиком» были описаны понятия вредных и опасных факторов, рассмотрены существующие виды вредных и опасных факторов, а также приведены вредные и опасные факторы по отношению инженера электронщика. Приведены существующие способы снижения воздействия вредных и опасных факторов на инженера электронщика.

В подразделе «обеспечение охраны труда инженера электронщика» описаны требования к охране труда, обеспечивающие безопасность работника. Рассмотрены требования к работнику перед началом преступления к работе, во время выполнения работы, а также после окончания работы и в случае возникновения аварийной ситуации. Расписаны нормы времени, в течении которого может работать инженер электронщик, а также время для отдыха и перерыва.

В подразделе «способы утилизации микроконтроллеров» были описаны причины, по которым необходимо проводить утилизацию микроконтроллеров и другой вычислительной техники. Описаны правила проведения утилизации,

а также некоторые процессы, проводимые при утилизации вычислительной техники и микроконтроллеров.

## 4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1 Расчет затрат на разработку программы для микроконтроллера

Затраты на разработку программы для микроконтроллера рассчитываются по следующей формуле:

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

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

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

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

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

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

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

При разработке программы для микроконтроллера общее время разработки составило 0,5 месяца.

Фонд оплаты труда за время работы над программой для микроконтроллера:

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

где  $O_{Pj}$  – оклад  $j$ -го разработчика. В разработке участвовал 1 человек, его оклад составляет 22500 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,

$$Z_{ФОТР} = 22500 \cdot 0,5 \cdot (1 + 0,2) \cdot (1 + 0,15) = 15525 \text{ руб.}$$

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 3.

Таблица 3 – 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 составляет:

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

$$Z_{ОВФ} = 0,3 \cdot 15525 = 4657,5 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с использованием вычислительной и оргтехники:

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

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

$n$  – количество единиц техники, равно 1,

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

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

Перевод рабочего времени в часы осуществляется по формуле:

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

где  $T_{час}$  – рабочее время, ч,

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

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

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

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

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

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

$$З_{\text{ЭВМ}} = 88 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 10 = 836 \text{ руб.}$$

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

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

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

Перечень программных продуктов специального назначения приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Программные продукты специального назначения

№	Название ПП	Цена, руб.
1	MicroChip	0
2	EasyEDA	0
3	fritzing	800
	Итого:	800

Использованные программные продукты в сумме имеют стоимость 800 рублей.

$$З_{\text{СПП}} = 800 \text{ руб.}$$

Затраты на хозяйственно–организационные нужды вычисляются по формуле:

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

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

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

Расходы на хозяйственно-организационные нужды равны нулю.

$$З_{ХОИ} = 0 \text{ руб.}$$

Накладные расходы:

$$P_H = З_{ФОТР} \cdot k_{НР}, \quad (8)$$

$$P_H = 15525 \cdot 0,3 = 4657,5 \text{ руб.}$$

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

$$З_{РПР} = 15525 + 4657,5 + 836 + 800 + 0 + 4657,5 = 26476 \text{ руб.}$$

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

Затраты на внедрение программы для микроконтроллера (ЗВПР) рассчитываются по формуле:

$$З_{ВПР} = З_M + З_{КТС} \cdot (1 + k_{ТУН}) + З_{ПО} + З_{ФОТВ} + З_{ОФВ} + З_{ЭВМ} + P_{КОМ} + P_H \quad (9)$$

где  $З_M$  – затраты на приобретение материалов, руб.,

$З_{КТС}$  – затраты на приобретение комплекса технических средств, руб.,

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

$З_{ФОТВ}$  – затраты на оплату труда работников, занятых внедрением проекта, руб.,

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

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

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

$P_H$  – накладные расходы, руб.,

ктун – коэффициент транспортирования, установки и наладки комплекса технических средств, определяется действующими нормативами организации, а также спецификой конкретного проекта.

Затраты на приобретение материалов (ЗМ) приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Затраты на приобретение материалов

Наименование	Цена за единицу (руб.)	Кол-во (шт.)	Всего (руб.)
Atmega8	150	1	150
Mini mp3	130	1	130
Кнопки 2см	20	6	120
RGB светодиоды	15	2	30
Батарейки ААА	30	3	90
Sd card, 8Гб	600	1	600
Пластик	650	1	650
Резистор 1 кОм	2	6	12
Резистор 220 Ом	2	6	12
Динамик 5 Ом	150	1	150
Текстолит 100х50	150	1	150
Винты М2	2	4	8
Итого:			2102

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  $Z_{\text{ПО}} = 26476$  руб.

Внедрением занят один системный инженер с окладом 22500 руб. Время внедрения – 0,4 месяца. По формуле рассчитываем затраты на оплату труда и страховой взнос во внебюджетные фонды.

$$Z_{\text{ФОТВ}} = 22500 \cdot 1 \cdot (1 + 0,15) = 25875 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{ОВФ}} = 25875 \cdot 0,3 = 7762,5 \text{ руб.}$$

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

$$Z_{\text{ЭВМ}} = 1 \cdot 22 \cdot 8 \cdot 10 = 1760 \text{ руб.}$$

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

Так как коэффициент накладных расходов по данным организации составляет  $k_{НР} = 0,3$ , то величина накладных расходов равна 7762,5 руб.

Суммарные затраты на внедрение составят:

$$Z_{ВПР} = 2102 + 0 + 26476 + 25875 + 7762,5 + 1760 + 0 + 7762,5 = 71738 \text{ руб.}$$

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

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

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

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

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

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

$M_{з1}$  – годовые материальные затраты на сопровождение программы для микроконтроллера составляют 1300 руб.,

$НР_1$  – накладные расходы.

Временные затраты работы сотрудника в месяцах рассчитываются по формуле:

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

где  $T_{1мес}$ ,  $T_{1час}$  – время, затрачиваемое сотрудником на обработку результатов, в месяцах и часах соответственно ( $T_{1час} = 190$  часов),

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

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

$$T_{1мес} = \frac{190}{22 \cdot 8} = 1,1 \text{ мес.}$$

Тогда затраты на оплату труда сотрудника составят:

$$ЗП_1 = O_c \cdot T_{1мес} \cdot (1 + k_D) \cdot (1 + k_Y), \quad (12)$$

где  $O_c$  – оклад сотрудника (оклад составляет 30000 руб.),

$$ЗП_1 = 30000 \cdot 1,1 \cdot (1 + 0,2) \cdot (1 + 0,15) = 45540 \text{ руб.}$$

Страховой взнос до внедрения вычисляют по формуле:

$$OT_{BH1} = ЗП_1 \cdot 0,3, \quad (13)$$

$$OT_{BH1} = 45540 \cdot 0,3 = 13662 \text{ руб.}$$

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

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

$$З_{ЭВМ1} = 190 \cdot 10 = 1900 \text{ руб.}$$

Подставив соответствующие значения в формулу 10, получим:

$$C_1 = 45540 + 13662 + 1900 + 1300 = 62402 \text{ руб.}$$

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

$$C_2 = ЗП_2 + OT_{BH2} + З_{ЭВМ2} + M_{з2} + НР_2, \quad (15)$$

где  $ЗП_2$  – затраты на оплату труда сотрудника после внедрения,

$OT_{BH2}$  – страховой взнос во внебюджетные фонды,

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

$M_{з2}$  – материальные затраты, годовые материальные затраты на сопровождение программы для микроконтроллера составляют 2500 руб.,

$НР_2$  – накладные расходы.

Временные затраты работы сотрудника в месяцах:

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

где  $T_{2\text{мес}}$ ,  $T_{2\text{час}}$  – время, затрачиваемое сотрудником на обработку результатов, в месяцах и часах соответственно ( $T_{2\text{час}} = 80$  часов),

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

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

$$T_{2\text{мес}} = \frac{80}{22 \cdot 8} = 0,5 \text{ мес.}$$

Тогда затраты на оплату труда сотрудника:

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

где  $O_c$  – оклад сотрудника (оклад составляет 30000 руб.)

$$ЗП_2 = 30000 \cdot 0,5 \cdot (1 + 0,2) \cdot (1 + 0,15) = 20700 \text{ руб.}$$

Страховой взнос после внедрения вычисляются по формуле:

$$ОТ_{ВН2} = ЗП_2 \cdot 0,3, \quad (18)$$

$$ОТ_{ВН2} = 20700 \cdot 0,3 = 6210 \text{ руб.}$$

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

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

$$З_{ЭВМ2} = 80 \cdot 10 = 800 \text{ руб.}$$

Подставив соответствующие значения в формулу, получим:

$$C_2 = 20700 + 6210 + 800 + 2500 = 30210 \text{ руб.}$$

Таким образом, текущие затраты на содержание системы до внедрения разработанной программы для микроконтроллера составляют 62402 руб., после внедрения 30210 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,  $C_1 = 62402$  руб.,
- годовые текущие затраты после внедрения системы,  $C_2 = 30210$  руб.,
- горизонт расчета принимается исходя из срока использования разработки,  $T = T_n = 4$  годам,
- шаг расчета равен одному году,  $t = 1$  году,
- капитальные вложения равны затратам на создание системы,  $K = 71738$  руб.,
- норма дисконта равна норме дохода на капитал,  $E = 12\%$ .

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

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

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

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

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

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

Так как основным фактором, по которому производится расчет экономической эффективности от внедрения программы для микроконтроллера, является уменьшение времени на проведение развивающих игр с ребёнком то дополнительный эффект не учитывается, то  $\Sigma \mathcal{E}_i = 0$ .

Подставив вычисленные выше значения в формулу, получим:

$$\mathcal{E}_{\text{уг}} = 62402 - 30210 = 32192 \text{ руб.}$$

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

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

$$\mathcal{E}_{\text{г}} = \mathcal{E}_{\text{уг}} - K \cdot E_{\text{н}}, \quad (21)$$

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

$\mathcal{E}_{\text{уг}}$  – 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:

$$E_{\text{н}} = \frac{1}{T_{\text{н}}}, \quad (22)$$

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

Подставив вычисленные выше значения в формулу, получим:

$$\mathcal{E}_r = 32192 - 71738 \cdot 0,25 = 14257,5 \text{ руб.}$$

Расчетный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений составляет:

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

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

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

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

Подставив вычисленные выше значения в формулу, получим:

$$E_p = \frac{32192}{71738} = 0,44$$

Расчетный срок окупаемости капитальных вложений составляет:

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

где  $E_p$  – коэффициент экономической эффективности капитальных вложений.

Подставив вычисленные выше значения в формулу, получим:

$$T_p = \frac{1}{0,44} = 2,3 \text{ год.}$$

Срок окупаемости без дисконтирования 2,3 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:

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

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

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

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

$K$  – капитальные вложения,

$t$  – номер шага расчета ( $t = 1, 2, 3, 4$ ),

$T$  – горизонт расчета,

$E$  – постоянная норма дисконта, 12%.

$\Delta t = (P_t - Z_t) = \Delta_{\text{уг}} = 32192$  руб. В том случае, если текущие затраты ( $Z_t$ ) на весь срок использования разработки равны 0.

$t = 1, 2, 3, 4$  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).

Тогда суммарный чистый дисконтированный доход за весь горизонт расчета равен:

$$\begin{aligned} \text{ЧДД} &= \Delta_1 \cdot \frac{1}{(1 + E)} + \Delta_2 \cdot \frac{1}{(1 + E)^2}, & (26) \\ \text{ЧДД} &= \frac{32192}{(1 + 0,12)} + \frac{32192}{(1 + 0,12)^2} - 71738 = 26040 \text{ руб.} \end{aligned}$$

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:

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

где  $K$  – величина капиталовложений или стоимость инвестиций.

$$\text{ИД} = \frac{97778}{71738} = 1,3$$

Инвестиции считаются эффективными, если индекс доходности выше единицы,  $ID > 1$ , следовательно, инвестиции в данную ИС, эффективны.

Внутренняя норма доходности (ВНД):

при  $E_1 \rightarrow ЧДД_1 > 0$

$E_2 \rightarrow ЧДД_2 < 0$

$$ВНД = E_1 + \frac{ЧДД_1}{ЧДД_1 - ЧДД_2} \cdot (E_2 - E_1), \quad (28)$$

при  $E_1 \rightarrow ЧДД_1 > 0$

$E_2 \rightarrow ЧДД_2 > 0$

$$ВНД = E_1 + \frac{ЧДД_1}{ЧДД_1 + ЧДД_2} \cdot (E_2 - E_1) \quad (29)$$

$E_1 = 0,11$

$$ЧДД_1 = \frac{32192}{(1 + 0,11)} + \frac{32192}{(1 + 0,11)^2} - 71738 = 28135 \text{ руб.}$$

$E_1 = 0,13$

$$ЧДД_2 = \frac{32192}{(1 + 0,13)} + \frac{32192}{(1 + 0,13)^2} - 71738 = 24016 \text{ руб.}$$

$E_1 \rightarrow ЧДД_1 > 0$

$E_2 \rightarrow ЧДД_2 > 0$

$$ВНД = 0,11 + \frac{28135}{28135 + 24016} \cdot (0,13 - 0,11) = 0,12.$$

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

Показатели экономической целесообразности разработки и внедрения программы для микроконтроллера сведены в таблицу 6.

Таблица 6 – Показатели экономической целесообразности разработки и внедрения программы для микроконтроллера

Наименование показателя	Значения
Затраты на разработку и внедрение ПП, руб.	71738
Ожидаемая экономия от внедрения ПП, руб.	32192
Чистый дисконтированный доход, руб.	26040
Индекс доходности	1,3
Внутренняя норма доходности	0,12
Дисконтированный срок окупаемости, лет	2,3

Срок морального старения, года	4
--------------------------------	---

Произведенные расчеты свидетельствуют, что внедрение, разработанной в ВКР программы для микроконтроллера, позволит сократить временные затраты на проведение развивающих игр и занятий с ребёнком, что приведет к сокращению годовых текущих затрат на 32192 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 цель работы, разработана развивающая игра-тренажёр с микроконтроллерным управлением. Выполнены все поставленные на работу задачи:

- выполнен анализ сферы развивающих устройств и поставлены требования для разрабатываемого устройства,
- разработана аппаратно-программная часть развивающей игры-тренажёра на базе микроконтроллера AVR,
- рассмотрены требования по охране труда,
- выполнено технико-экономическое обоснование проекта.

В результате работы была выполнена разработка принципиальной схемы, печатной платы, корпуса и программного кода устройства, которые в совокупности дают работу самого устройства. Разработка устройства была основана на полученных знаниях, при анализе сферы развивающих устройств. При сборке устройства были применены рассмотренные знания из раздела защиты охраны труда и промышленной экологии. В разделе экономического обоснования проекта, были выполнены расчёты, показывающие эффективность и экономичность данного устройства.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Развивающие игрушки. Что это такое? [электронный ресурс] URL: <https://www.7ya.ru/article/Razvivayuwie-igrushki-Chto-jeto-takoe/> - (дата обращения 02.03.2022г. )

2 Виды игрушек по воспитательному воздействию в ДОУ [электронный ресурс] URL: <https://kidteam.ru/vidy-igrushek-po-vozpitatelnomu-vozdeystviyu.html>- (дата обращения 02.03.2022г. )

3 Значение игры в жизни ребенка [электронный ресурс] URL: <https://razvitie-krohi.ru/psihologiya-detey/znachenie-igryi-v-zhizni-rebenka.html> - (дата обращения 02.03.2022г. )

4 Влияние игр на развитие ребёнка. Консультация для родителей [электронный ресурс] URL: <https://www.maam.ru/detskijasad/vlijanie-igry-na-razvitie-rebenka-konsultacija-dlja-roditelei.html>- (дата обращения 02.03.2022г.)

5 Влияние игры на развитие ребенка [электронный ресурс] URL: [http://psychokinesio.ru/publications/article\\_post/vliyaniye-igry-na-razvitiye-rebenka](http://psychokinesio.ru/publications/article_post/vliyaniye-igry-na-razvitiye-rebenka) - (дата обращения 02.03.2022г.)

6 ИНТЕРАКТИВНЫЙ УМНЫЙ ГЛОБУС "МИФ" [электронный ресурс] URL: <https://m.m-globe.ru/b221.html?yclid=1024634375434722034> - (дата обращения 02.03.2022г.)

7 Столик BabyGo развивающий [электронный ресурс] URL: <https://www.detmir.ru/product/index/id/126034/> - (дата обращения 02.03.2022г.)

8 Обучающий планшет Умка М.А. Жукова 300 слогов и звуков, 100 вопросов [электронный ресурс] URL: [https://www.ozon.ru/product/obuchayushchiy-planshet-umka-m-a-zhukova-300-slogov-i-zvukov-100-voprosov-258287573/?asb=BXfEMzj5m%252BuH%252B2sNxyBgGDfCTv0INZMdLEJuVxf4Gr8%253D&asb2=ziu4eeS-JjshWGlgdGqfQRVeMRuyGbx-PmOg5H1JrZ7dwmA7chWWVvt8z\\_cdpioQ&ectx=1&miniapp=supermarket&sh=0NiCYAAAAA#section-description--offset-140](https://www.ozon.ru/product/obuchayushchiy-planshet-umka-m-a-zhukova-300-slogov-i-zvukov-100-voprosov-258287573/?asb=BXfEMzj5m%252BuH%252B2sNxyBgGDfCTv0INZMdLEJuVxf4Gr8%253D&asb2=ziu4eeS-JjshWGlgdGqfQRVeMRuyGbx-PmOg5H1JrZ7dwmA7chWWVvt8z_cdpioQ&ectx=1&miniapp=supermarket&sh=0NiCYAAAAA#section-description--offset-140) - (дата обращения 02.03.2022г.)

9 ЛАДА / Детский компьютер Цифры для детей, считалки для детей, учимся играя, детское развитие, ребенок 5 лет [электронный ресурс] URL: <https://www.wildberries.ru/catalog/39324976/detail.aspx?targetUrl=GP> - (дата обращения 02.03.2022г.)

10 Влияние игры на психическое и личностное развитие ребенка [электронный ресурс] URL: [https://studopedia.ru/27\\_76901\\_vliyanie-igri-na-psihicheskoe-i-lichnostnoe-razvitiye-rebenka.html](https://studopedia.ru/27_76901_vliyanie-igri-na-psihicheskoe-i-lichnostnoe-razvitiye-rebenka.html) - (дата обращения 02.03.2022г.)

11. Программы для черчения электрических схем [электронный ресурс] URL: [https://cxem.net/software/soft\\_sketch.php](https://cxem.net/software/soft_sketch.php) - (дата обращения 6.03.2022г)

12. Программы для микроконтроллеров [электронный ресурс] URL: [https://cxem.net/software/soft\\_mcu.php](https://cxem.net/software/soft_mcu.php) - (дата обращения 6.03.2022г)

13. Высокопроизводительные 8-разрядные RISC микроконтроллеры семейства AVR [электронный ресурс] URL: <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/ic/Atmel/micros/avr/start.htm> - (дата обращения 6.03.2022г)

14. Микроконтроллеры PIC10, PIC12, PIC16. Обзор новых семейств и периферийных модулей/ [электронный ресурс] URL: <https://www.gamma.spb.ru/novosti-proizvoditelej/microchip/stati-microchip/237-mikrokontrollery-pic10-pic12-pic16-obzor-novykh-semejstv-i-periferijnykh-module> - (дата обращения 6.03.2022г)

15. <https://static.chipdip.ru/lib/554/DOC001554964.pdf>

16. DFPlayer Mini — Обзор и описание MP3 модуля для Arduino [электронный ресурс] URL: <https://focma.com/dfplayer-mini/> - (дата обращения 6.03.2022г).

17. ОПАСНЫЕ И ВРЕДНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ФАКТОРЫ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ [электронный ресурс] URL: <https://lab-ecostar.ru/opasnye-i-vrednye-proizvodstvennyye-factory/#i-11> - (дата обращения 10.04.2022г)

18. Мероприятия по снижению опасных и вредных факторов. [электронный ресурс] URL:

[https://studwood.net/1524657/ekonomika/meropriyatiya\\_snizheniyu\\_opasnyh\\_vrednyh\\_faktorov](https://studwood.net/1524657/ekonomika/meropriyatiya_snizheniyu_opasnyh_vrednyh_faktorov) - (дата обращения 10.04.2022г)

19. Инструкция по охране труда для инженера-электроника по обслуживанию и ремонту оргтехники и локальной вычислительной сети. [электронный ресурс] URL: <http://prom-nadzor.ru/content/instrukciya-po-ohrane-truda-dlya-inzhenera-elektronika-po-obslyzhivaniyu-i-remontu> - (дата обращения 11.04.2022г)

20. Методы утилизации электронных отходов [электронный ресурс] URL: <https://bezotxodov.ru/utilizatsiya/utilizaciya-jelektroniki> - (дата обращения 11.04.2022г)

21. УТИЛИЗАЦИЯ ОРГТЕХНИКИ И КОМПЬЮТЕРОВ: ПРАВОВЫЕ НОРМЫ 2022 [электронный ресурс] URL: <https://xlom.ru/dokumenty/utilizaciya-orgtexniki-i-kompyuterov> - (дата обращения 12.04.2022г)

22. 12 лучших бесплатных программ САПР. [электронный ресурс] URL: <https://new-science.ru/12-luchshih-besplatnyh-programm-sapr/> - (дата обращения 12.04.2022г)

## Приложение А – Техническое задание

### Техническое задание на создание развивающее устройство для детей в возрасте 4-6 лет.

#### 1 Общие сведения

##### 1.1 Наименование системы

###### 1.1.1 Полное наименование

Полное наименование: развивающее устройство для детей в возрасте 4-6 лет.

###### 1.1.2 Краткое наименование

Краткое наименование: Развивающее устройство.

##### 1.2 Основания для проведения работ

Работа выполняется на основании задания ВКР.

##### 1.3 Наименование организаций – Заказчика и Разработчика

###### 1.3.1 Заказчик

Заказчик: ЛФ ПНИПУ

###### 1.3.2 Разработчик

Разработчик: Студент ЛФ ПНИПУ Зыкина Ольга

##### 1.4 Плановые сроки начала и окончания работы

Работы по разработке развивающего устройства будут начаты 10.03.2022г и будут проходить до 31.05.2022г.

##### 1.5 Источники и порядок финансирования

Разработка финансируется разработчиком.

##### 1.6 Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ

Результаты работ предъявляются Разработчиком Заказчику по завершению разработки. Результаты разработки предъявляются Разработчиком Заказчику на электронном носителе. Разработчик предъявляет Заказчику все материалы разработанные в процессе проектирования устройства.

#### 2 Назначение и цель создания системы

##### 2.1 Назначение системы

Разрабатываемое развивающее устройство предназначено для развития детей в возрасте от 4 до 6 лет. Устройство развивает у детей внимание, память, реакцию и учит детей цветам.

## 2.2 Цели создания системы

Развивающее устройство создаётся с целью выступления на выставке.

## 3 Характеристика объектов автоматизации

## 4 Требования к системе

### 4.1 Требования к системе в целом

#### 4.1.1 Требования к структуре и функционирования системы

Развивающее устройство состоит из четырёх функциональных блоков. В которые входит блок питания, блок управления, блок ввода и блок вывода.

Блок питания выполняет функции по обеспечению стабильного питания в устройстве.

Блок управления, выполняет функции по управлению всем устройством. Выполняет обработку введённых данных и вывод полученных данных в результате работы управляющей программы.

Блок ввода, это блок, предназначенный для взаимодействия ребёнка с устройством.

Блок вывода, обеспечивает вывод результатов работу устройства через динамик и многоцветные светодиоды.

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

Устройство должно поддерживать 3 игры.

4.1.3.2 Требования к приспособляемости системы к изменениям

Не предъявляются

#### 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 3 - Вероятные ситуации в работе устройства и действия при их возникновении

Вероятное условие	Действие
Разрядка батареи	Отключение устройства
Сбой в программе микроконтроллера	Перезагрузка устройства

#### 4.1.4 Требования к надёжности

##### 4.1.4.1 Состав показателей надёжности для системы в целом

Для обеспечения надёжной сборки устройства необходимо выполнить следующие пункты:

- качественная пайка при сборке печатной платы устройства,
- качественная сборка устройства. Готовое к эксплуатации устройство должно быть полностью собранно, каждая деталь должна прочно держаться в предназначенных для них местах. Не должно быть люфта каких-либо элементов,
- качественная программа микроконтроллера. Программный код для микроконтроллера должен быть многократно проверен и испытан на практике.

##### 4.1.4.2 Перечень аварийных ситуаций, по которым регламентируются требования к надёжности

В ходе эксплуатации развивающего устройства могут возникнуть следующие аварийные ситуации:

- разрядка батареи питания,
- сбой программного обеспечения,
- замыкание электронных контактов, приведя устройство к поломке,

#### 1.4.3.3 Требования к надёжности технических средств и программного обеспечения

Для работы устройства должно хватать напряжения от трёх батареек формата ААА. Все компоненты устройства должны быть проверены на работоспособность и выполнение необходимых для них функций перед началом проведения работ с этими компонентами.

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

Проверка работоспособности разработанного устройства на разных этапах обеспечивается проверки работы устройства сравнивая выполняемые им функции с разработанными в нём функциями. Все проверки проводит Разработчик. Результаты промежуточных испытаний записываются Разработчиком для дальнейшего предъявления Заказчику.

4.1.4 Требования к эргономике и технической эстетике

Устройство должно иметь корпус из пластика, с максимум двумя цветами, и приятным дизайном. Элементы взаимодействия с устройством должны быть расположены на удобном для использования положении.

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

Для эксплуатации устройства необходима температура от 20 до 28 градусов Цельсия, с относительной влажностью воздуха 60-80%.

Техническое обслуживание, проводимое с устройством, представляет собой периодическую смену батарей.

4.1.7 Требования к защите информации от несанкционированного доступа

Не предъявляется.

4.1.8 Требования к сохранению информации при авариях

Не предъявляется.

4.1.9 Требования к защите от влияния внешних воздействий

Для защиты корпуса от внешних физических воздействий необходимо обеспечить качественную сборку корпуса и элементов корпуса устройства. Необходимо разработать более толстые стенки корпуса устройства.

#### 4.1.10 Требования по стандартизации и унификации

В устройстве необходимо разместить стандартный разъём для трёх батарей формата ААА. Разработку устройства необходимо выполнять по приведённым ГОСТам в разделе 9 настоящего технического задания.

#### 4.2 Требования к функциям, выполняемым системой

Устройство имеет следующие функциональные блоки:

- блок питания,
- блок управления,
- блок ввода,
- блок вывода.

К блоку питания не предъявляется особых требований к функциям и задачам, кроме того, что он должен обеспечивать питание всего устройства, от трёх батарей формата ААА.

В таблице 2 представлены выполняемые задачи и функции блоком управления.

Таблица 2 - Функции и задачи блока управления

Функции	Задачи
Проведение игр	Запуск игры с подготовкой необходимых данных.
	Опрос кнопок.
	Вычисление результатов игр по результатам нажатых кнопок.

Продолжение таблицы 2

	Вывод результатов игр по результатам игры.
	Изменение игры в случае задержки любой кнопки более секунды.

Блоки ввода и вывода выполняют задачи по считыванию сигналов с кнопок, и передаче их в блок управления, а также вывод результатов игр через динамики в виде звука, и светодиода, в виде разных цветов, что также используется для проведения игр.

#### 4.3 Требования к видам обеспечения

##### 4.3.1 Требования к математическому обеспечению

В программе для микроконтроллера необходимо выполнять вычисления, которые позволят получить случайные значения, которые потом будут использоваться в проведении игры.

##### 4.3.2 Требования к информационному обеспечению

Не предъявляется.

##### 4.3.3 Требования к лингвистическому обеспечению

Программный код должен быть написан на языке программирования C++ или ему подобный. Воспроизводимые звуки должны произноситься на русском языке.

##### 4.3.4 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение, используемое в проекте должно быть разработано Разработчиком. В программе необходимо отслеживать игру, режим которой сейчас включен, а также отслеживать сигналы с кнопок.

Устройство должно поддерживать следующие игры:

- на светодиодах загораются случайные цвета, пользователь должен отгадать выведенные цвета.

– на светодиодах загорается последовательность случайных цветов, в количестве 4 штук. Пользователь должен повторить выведенную последовательность.

– на светодиодах выводятся красный или зелёный цвет, выбранные случайным образом. Пользователю необходимо нажать любую кнопку если была нажата зелёная кнопка. В случае не нажатия кнопки, цвет сменится через 5 секунд.

После проведения каждой игры, на динамике должно воспроизводиться аудиозапись, говорящая о правильности или неправильности результатов игры. Воспроизводимые аудиозаписи разрабатываются Разработчиком.

#### 4.3.5 Требования к техническому обеспечению

На корпусе устройства должны находиться 6 кнопок, цветов, которые воспроизводят светодиоды (красный, зелёный, синий, жёлтый, белый, фиолетовый).

Для управления устройством используется микроконтроллер, имеющий необходимое количество линий ввода-вывода.

Для воспроизведения звука может использоваться компонент, выбранный Разработчиком.

#### 4.3.6 Требования к метрологическому обеспечению

Не предъявляются.

#### 4.3.7 Требования к организационному обеспечению

#### 4.3.8 Требования к методическому обеспечению

По завершению разработки Разработчик предоставляет Заказчику все разработанные материалы (принципиальную схему, функциональную схему, схему печатной платы, блок-схему алгоритма, программный код), а также результаты проведения промежуточных испытаний устройства.

#### 4.3.9 Требования к патентной чистоте

Разработанное устройство должно быть свободно от авторских прав.

### 5 Состав и содержание работ по созданию системы

Разработка устройства выполняется в четыре этапа:

- разработка материалов – 1 месяц,
- промежуточные испытания – 0,5 месяца,
- отладка программы и аппаратной части – 0,5 месяца,
- Финальное испытание - 0,5.

#### 6 Порядок контроля и приемки системы

Для приёма Заказчиком разработанного устройства, Разработчик предъявляет все необходимые материалы разработки и акты о проведении промежуточного испытания. Перед приёмкой будет проведено финальное тестирование устройства, в результате которого будут проверены его функции.

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

Не предъявляются.

#### 8 Требования к документированию

По завершению разработки Разработчик должен предъявить Заказчику акты о результатах промежуточных испытаний.

#### 9 Источники разработки

В процессе разработки устройства Разработчику необходимо пользоваться:

ГОСТ 2.702-2011 «Единая система конструкторской документации»

ГОСТ Р 53906-2010 «ИГРУШКИ. Общие требования безопасности и методы испытаний. Механические и физические свойства»

ГОСТ Р 51558 — 2014 «СРЕДСТВА И СИСТЕМЫ ОХРАННЫЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний»

## Приложение Б - программный код

```
// C++ code
//

//0 - red
//1 - green
//2 - blue
//3 - purple
//4 - withe
//5 - yellow

int time_out = 5000;

byte num1;
byte num2;
byte in;

byte f;
byte in_f;

byte mass[4];
byte mass_in[4];
int u=0;

int mode = 0;
//0 - угадать цвет
//1 - повторить последовательность
//2 - реакция

int col;

unsigned long t;

byte color[][3] = {{1,0,0},
                   {0,1,0},
```

```
    {0,0,1},  
    {1,0,1},  
    {1,1,1},  
    {1,1,0},  
    {0,0,0}};
```

```
byte pin_but[6] = {2,4,7,8,12,13};  
byte pin_rgb1[3] = {11,5,6};  
byte pin_rgb2[3] = {9,3,10};
```

```
void setup()  
{  
  Serial.begin(9600);  
  for(int i = 0; i < 6; i++){  
    if(i<3){pinMode(pin_rgb1[i], OUTPUT);  
            digitalWrite(pin_rgb1[i],0);}  
    if(i<3){pinMode(pin_rgb2[i], OUTPUT);}  
    pinMode(pin_but[i],INPUT_PULLUP);  
  }  
  game0();  
  t = millis();  
}
```

```
void loop(){  
  for(int i =0; i <6; i++){  
    if(digitalRead(pin_but[i])==0){  
      delay(500);  
      if(digitalRead(pin_but[i])!=0){  
        switch(mode){  
          case 0:  
            in = i;  
            com0();  
            break;  
          case 1:  
            mass_in[u] = i;
```

```
        com1();
        break;
    case 2:
        in_f = i;
                com2();
        break;
    }
t = millis();
} else {
    Serial.print("mode: ");
    if(i == 0){
        mode++;
        if(mode >=3){
            mode = 0;
        }
    }
    Serial.println(mode);
    while(digitalRead(pin_but[i])==0){}
    Serial.println("all");
    time_out = 5000;
    switch(mode){
        case 0:
            clear();
            game0();
            time_out = 5000;
            break;
        case 1:
            clear();
            game1();
            time_out = 5000;
            break;
        case 2:
            clear();
            game2();
            break;
```

```

    }
    t = millis();
  }

}

}

if(millis() - t >= time_out){
  switch(mode){
    case 0:
      clear();
      game0();
      break;
    case 1:
      clear();
      game1();
      break;
    case 2:
      clear();
      game2();
      break;
  }
  t = millis();
}
}

```

```

void game0(){
  int q1 = num1;
  int q2 = num2;
  while (q1 == num1){
    num1 = random(0,6);}
  while (q2 == num2 || num1 == num2){
    num2 = random(0,6);}
  colorama1(num1);
}

```

```

        colorama2(num2);
    }

void game1(){
    clear();
    for(int i =1; i < 5; i++){
        mass[i] = random(0,6);
        Serial.print(mass[i-1]);
        if(i % 2 == 0){
            colorama1(mass[i-1]);
            delay(1000);
            colorama1(6);
        }
        else {
            if(i % 2 != 0){
                colorama2(mass[i-1]);
                delay(1000);
                colorama2(6);
            }
        }
    }
    Serial.println();
    u = 0;

}

```

```

void com1(){
    if(mass[u] == mass_in[u]){
        Serial.print(mass_in[u]);
        if(u == 3){
            Serial.println();
            good();
            game1();
            u = 0;
        } else {

```

```
    u++;  
  }  
}  
else{  
  Serial.print(mass_in[u]);  
  bad();  
  game1();  
  u = 0;  
}  
  
}
```

```
void game2(){  
  f = random(0,2);  
  clear();  
  if(random(0,2) == 0){  
    colorama1(f);  
  } else {  
    colorama2(f);  
  }  
  time_out = 2000;  
  Serial.println("new");  
}
```

```
void com2(){  
  //if(in_f == f){  
    //good();  
  //} else {  
    //bad();  
  //}  
  game2();  
}
```

```
void colorama1(int col){  
  digitalWrite(pin_rgb1[0], color[col][0]);
```

```

        digitalWrite(pin_rgb1[1], color[col][1]);
        digitalWrite(pin_rgb1[2], color[col][2]);
    }

void colorama2(int col){
    digitalWrite(pin_rgb2[0], color[col][0]);
    digitalWrite(pin_rgb2[1], color[col][1]);
    digitalWrite(pin_rgb2[2], color[col][2]);
}

void clear(){
    digitalWrite(pin_rgb2[0], color[6][0]);
    digitalWrite(pin_rgb2[1], color[6][1]);
    digitalWrite(pin_rgb2[2], color[6][2]);

    digitalWrite(pin_rgb1[0], color[6][0]);
    digitalWrite(pin_rgb1[1], color[6][1]);
    digitalWrite(pin_rgb1[2], color[6][2]);
}

void com0(){
    if(in == num1 or in == num2){good();} else {bad();}
    t = millis();
    col++;
    game0();
    time_out -= 100;
}

void good(){
    colorama2(1);
    colorama1(1);
    delay(1000);
    colorama2(6);
    colorama1(6);
}

```

```
void bad(){
    colorama2(0);
    colorama1(0);
    delay(1000);
    colorama2(6);
    colorama1(6);
}
```