

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 робота-манипулятора на базе микроконтроллера с web-  
интерфейсом»

студента группы КСК-9-18-1спо по специальности 09.02.01 Компьютерные  
системы и комплексы

Погудиной Татьяны Эдуардовны \_\_\_\_\_

Руководитель работы: \_\_\_\_\_ М.Н. Апталаев

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.

# СОДЕРЖАНИЕ

1	ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАЗДЕЛ.....	6
1.1	Сущность понятия «робот-манипулятор» .....	6
1.2	Обзор существующих учебных роботов-манипуляторов.....	11
1.3	Формирование требований к проектируемому устройству .....	20
2	КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	21
2.1	Выбор инструментальной базы для разработки .....	21
2.2	Разработка схемы аппаратной части устройств .....	27
2.3	Разработка программной части устройства .....	30
2.4	Разработка 3D модели.....	32
3	ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ .....	34
3.1	Расчет себестоимости проекта.....	34
3.1.1	Расчет затрат на разработку устройства .....	34
3.1.2	Расчет затрат на внедрение устройства.....	37
3.1.3	Расчет эксплуатационных текущих затрат по разработке устройства .....	39
3.2	Расчет экономической эффективности проекта .....	41
3.3	Вывод по разделу .....	46
4	ОХРАНА ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ.....	47
4.1	Анализ вредных и опасных производственных факторов при пайке деталей, узлов и наладке электронных устройств.....	47
4.2	Расчет технических средств обеспечения безопасности труда на рабочем месте инженера-электроника.....	49
4.3	Утилизация компьютерной и оргтехники техники .....	54
4.4	Вывод по разделу .....	57
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	58
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	59
	ПРИЛОЖЕНИЕ А - Принципиальная схема .....	63
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Чертеж деталей.....	64
	ПРИЛОЖЕНИЕ В – Код программы .....	65
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г - Техническое Задание .....	73

## ВВЕДЕНИЕ

Появляется все больше вещей, которые помогают упростить жизнь, и современный человек уже не может представить жизнь без них. Каждый день возникают новые устройства и совершенствуются прежние. Одних и тех же устройств уже большое количество, однако, роботы являются значительным прогрессом идеи человека.

Особенно сейчас наблюдается волна интереса к различным манипуляторам. Манипуляторы представляют собой роботизированные устройства, которые решают широкий спектр задач. Существует большое число вариаций манипуляторов, различаются они по подвижности, грузоподъемности, способом управления и перемещения. Исходя из цели применения, определяются вариации манипулятора.

Нет предприятия, которое не будет задействовать робота-манипулятора, так как каждый пытается усовершенствовать свою работу.

Робот-манипулятор – это механизм с электронным управлением, состоящий из нескольких сегментов подвижности. Промышленный робот – автоматизированная машина, предназначенная для смены человека при выполнении основных и дополнительных работ на производстве. Предприятия с мелкосерийным и штучным производством формируются на основе промышленных роботов. В этом случае решается важная общественная цель – избавиться от труда, связанного с опасностью здоровья человека или физической трудности, а также от монотонности действия.

Также, роботы-манипуляторы могут использоваться в образовательных целях, для изучения школьниками и студентами основ роботостроения, подготовки обучающихся к внедрению и последующему использованию роботов на производстве.

Роботы применяются в банковской, медицинской и промышленной сферах. Механизмы каждый год расширяют свой спектр возможностей и осваивают все больше различных видов работ. Их уровень влияния и

массовость использования обуславливают актуальность темы выпускной квалификационной работы.

Объект выпускной квалификационной работы – роботы-манипуляторы.

Предмет выпускной квалификационной работы – проектирование роботов-манипуляторов.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка робота-манипулятора на базе микроконтроллера с web – интерфейсом.

В связи с поставленной целью можно выделить следующие задачи:

- провести анализ предметной области исследования;
- разработать технические требования к проектируемой системе;
- разработать аппаратную и программную части устройства;
- выполнить технико-экономическое обоснование проекта;
- выполнить расчет технических средств обеспечения безопасности

труда на рабочем месте инженера-электроника

# 1 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1 Сущность понятия «робот-манипулятор»

Автоматически управляемая машина, которая заменяет человеческие усилия, является роботом. Роботизированные системы предоставляют широкий спектр функций, которые могут быть использованы в разных сферах. Осуществляется двусторонняя связь с внешними модулями, управление ими, а также получение информации о внешнем мире или объектах, что дает возможность использовать роботов в различных производственных, исследовательских и образовательных процессах или настраивать их для выполнения конкретных прикладных задач [8].

На рисунке 1 представлена типовая структурная схема робота.

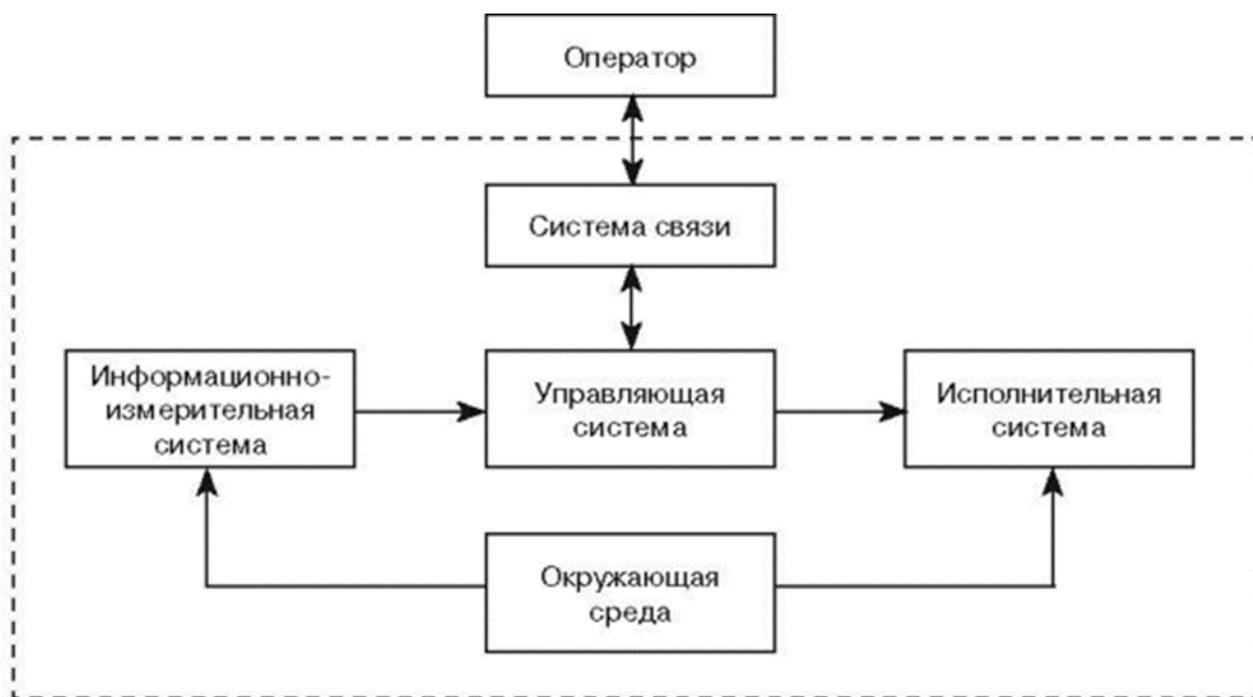


Рисунок 1 – Структурная схема робота

Есть несколько систем входящих в структуру робота:

– информационно-измерительная система – для восприятия информации;

– управляющая система – для управления двигательными механизмами. Система самообучения может изменять параметры и структуру;

– исполнительная система – обрабатывает сигналы, которые формирует управляющая система.

Взаимодействие робота с миром отличает их от обычных средств автоматизации, например от стандартных ЭВМ, автоматические линии и т.д. Обычные средства автоматизации конструируются для выполнения только одной операции, в течение всего срока эксплуатации. Поэтому это выгодно только на массовом и крупносерийном производстве.

Роботы, которые состоят из рычажного механизма и системы приводов называются манипуляторами. Манипуляторы могут обладать несколькими степенями свободы [1].

Разработка роботов-манипуляторов началась во второй половине 20 века. Тогда была создана первая механическая машина с программой управления, записанная на магнитный барабан. Этот манипулятор имел большой вес, размер, низкую точность позиционирования и скорость работы. С этого момента технология производства промышленных роботов-манипуляторов получили значительное ускорение. Современные системы выполняют точные действия с высокой скоростью, обладают компьютерным зрением и могут решать задачи самостоятельно в разных условиях.

Роботы-манипуляторы в зависимости от оператора подразделяются на биотехнические, автоматические и интерактивные. Биотехнические, требуют непрерывного вмешательства эксперта, автоматические активируются с помощью программы, а интерактивные совмещают работу по программе с командным управлением оператора. В производстве совмещают все эти типы.

Использование манипуляторов позволяет уменьшить количество погрешностей в ходе производства, а также количество брака и травм людей [2].

Промышленные роботы различаются по типу монтажа, применения, выполняемых функций.

По типу монтажа различают:

- передвижные, могут передвигаться для выполнения задания в любую точку здания;

- стационарные, различаются фиксацией;

- горизонтальные, применяются для одновременного обслуживания нескольких участков;

- вертикальные, требуются только в ограниченных пространствах.

По типу применения:

- автономные, располагаются максимально близко от объекта;

- на колесах, оборудованы колесами и могут перемещаться в любом выбранном направлении;

- с ручным управлением, происходит управление вручную, для создания точных деталей;

- совместные, используются для взаимодействия в одном пространстве.

По типу функции:

- сборочные, предназначены для подъема крупногабаритных грузоподъемных устройств;

- сварочные, для сварки;

- обработка материалов, шлифовка и полировка деталей без применения ручного труда;

- чистящие и малярные, для очистки поверхностей методом пескоструйной обработки или покраски слоев;

- резка и обработка, роботы могут выполнять операции резки и обработки максимально точно;

- строительные, где робот может возводить объекты независимо от погодных условий и особенностей производства.

Для автоматизации производства на предприятиях металлургической отрасли, легкой и пищевой промышленности, а также в других отраслях применяются роботизированные системы [2].

Используются роботы манипуляторы не только в промышленных зданиях, но и в учебной деятельности.

Обучающим роботом является программируемый аппарат, который может быть использован для повышения квалификации сотрудников школы, университета, техникума или группового занятия, специальность которого является управление механизмом [3]. С помощью обучающего робота можно рисовать или чертить, писать письма, создавать фотографии, маркировать изделия с помощью ручки, карандаша или лазерной гравировки. Воплощать любую идею с помощью фигурок или механизмов, оснастки или сувениров. Объединить множество компонентов и автоматизировать ее, создав собственный проект.

Учебный робот имеет визуальный дизайн, призванный стимулировать интерес и обучение к конструированию подобных механизмов. Его кинематика наглядно представляет работу программы и побуждает учеников к дальнейшему обучению.

Учебные языки программирования, такие как Scratch, Wiring/Processing и ряд других, позволяют писать собственные алгоритмы управления системами без наличия глубоких знаний в области разработки программного обеспечения для роботов.

Обучающий робот прост в подключении даже для детей, и им можно управлять, просто установив и подключив его к компьютеру [3].

Ядром для создания робота является микроконтроллер (МК), так как именно он отвечает за управление всеми функциональными блоками системы, а также за взаимодействие с внешней средой.

Для связи микроконтроллер имеет несколько штырей или выводов для установления электрических сигналов. Для разработки программной части для МК, в том числе и для его программирования, используется

персональный компьютер. Устройство для передачи программы (прошивки) на МК необходимо специальное, которое называется программатором [5]. Он должен быть оснащен специальным программным интерфейсом, который бы позволил ему работать с ним. При разработке сложной программы часто необходимо увидеть, что в переменных содержится, как программа работает, какие условия выполнены.

Микроконтроллер состоит из следующих компонентов: центральный процессор, память и периферия.

В центральной процессорной системе можно выполнять арифметические операции, управлять потоковыми данными, генерировать управляющие сигналы в соответствии с последовательностью инструкций, созданных программистом [5].

Периферия помогает микроконтроллеру согласовывать связь с внешней системой. Категории периферийных устройств: преобразователи данных, генерирование тактовых сигналов, расчет времени, обработка аналоговых сигналов, последовательная связь.

Существует множество блоков, не являющихся периферией, они поддерживают внутреннюю функциональность устройства, улучшают процесс разработки устройства.

Микроконтроллеры обычно классифицируются в зависимости от размера бит данных, с которыми они работают. Подавляющее большинство новых разработок базируется на 32-битных микроконтроллерах ARM. Существует множество вариаций, и всегда можно найти пример, который лучше всего подходит. Цена чипа зависит от того, какой набор функций, а также от производительности. Микроконтроллеры (MCU), в зависимости от структуры вычислительного ядра, часто делятся на большие семейства [5].

Энергопотребление микроконтроллеров во многом зависит от тактовой частоты ядра и периферийных устройств, для ее регулирования стали использовать блок генерации тактовых импульсов на основе ФАПЧ, широко применяемый в устройствах радиопередачи. Это позволяет менять тактовую

частоту в широком диапазоне без необходимости замены кварцевого опорного резонатора. Во время работы микроконтроллер может считывать команды из памяти или порта ввода, и выполняет их. Командная система интегрирована в микроконтроллерную архитектуру, а выполнение командного кода выражается выполнением внутренних элементов микросхемы определенной микрооперации. Микроконтроллеры не работают по отдельности, а впаяны в схему, к которой также подключены экраны, различные датчики и т.д[5].

Микроконтроллеры используются во встраиваемых системах, в игрушках, в станках, в бытовой технике, в домашнем автоматизировании, а также в роботах.

## **1.2 Обзор существующих учебных роботов-манипуляторов**

Система обучения школ и вузов не представляется возможным без современной техники. Электронные доски появились в школе, а в университетах дисциплины программирования и инженерного дела.

Рассмотрим ряд устройств учебных роботов-манипуляторов и их функции.

**Учебный манипулятор DOBOTMagician** – роботизированный манипулятор с обратной связью для практического обучения. Цена такого манипулятора 228 000 руб.

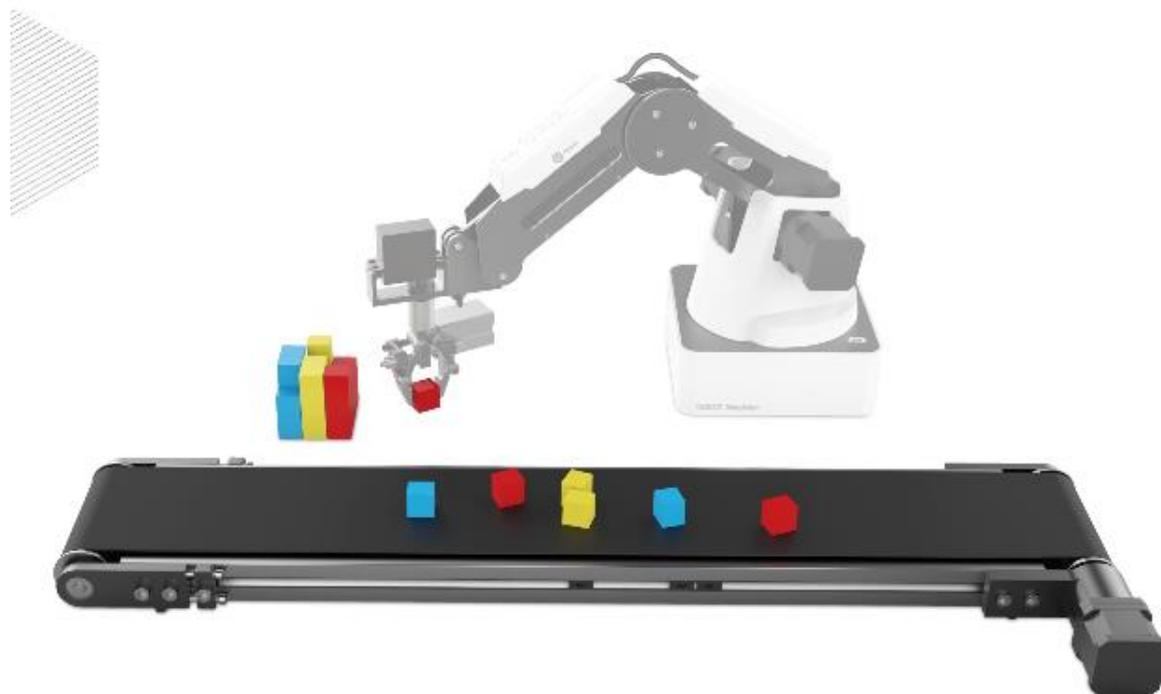


Рисунок 2 – Учебный манипулятор DOBOTMagician

Базовый комплект посвящен изучению методов малой автоматизации в предпринимательской деятельности. В состав входит набор конвейерных лент с датчиком, также набор сенсорных элементов. DoBotMagician гибок в эксплуатации - работа можно программировать и управлять им в режиме реального времени с помощью компьютера, смартфона или планшета. Каналы связи включают Wi-Fi и Bluetooth, а также проводное USB-соединение. Робот может распознавать голосовые команды и жесты. Манипулятор для практики, с функцией: захвата, присоски и рисования.

Таблица 1 – Характеристики учебного манипулятора DOBOTMagician

Количество осей	4
Полезная нагрузка	500 г
Дальность действий	320 мм
Повторяемость позиций	0,2 мм
Связь	USB/WIFI/Bluetooth
Источник питания	100В-240В, 50/60 Гц
Мощность	12В/7А DC
Потребление	60 Вт Макс

**Учебный манипулятор DIGIS SD1-4-320** – четырехосевой учебный робот-манипулятор с модульной сменной насадкой. Цена манипулятора 350 000 руб.

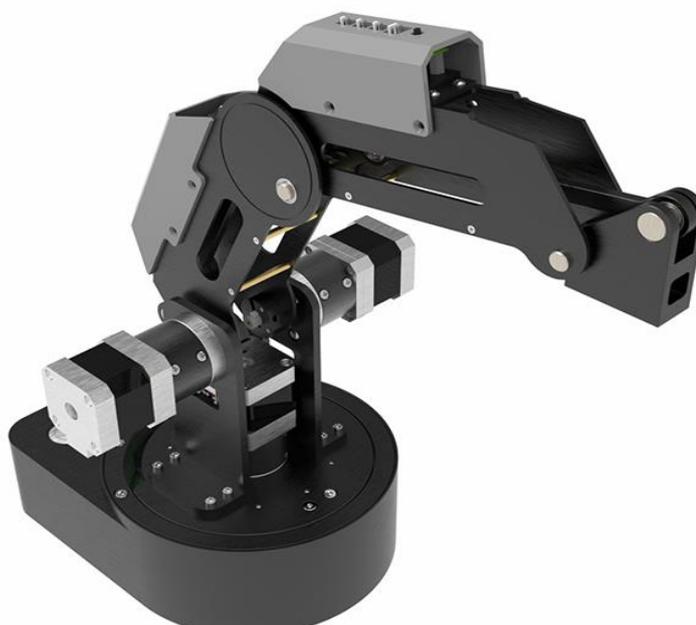


Рисунок 3 - Учебный манипулятор DIGIS SD1-4-320

Учебный робот создан для овладения основами робототехники, а также для подготовки студентов к применению и последующим применению робототехники на промышленных предприятиях. Основные потребители робота - организации, осуществляющие учебную деятельность по программам начальной, основной и средней школы.

Робот оснащен различными насадками, такие как: держатель карандашей или фломастеров, присоска, захват, устройство для 3D – печати и для лазерной гравировки.

Таблица 2 – Характеристики учебного манипулятора DIGIS SD1-4-320

Количество осей	4
Полезная нагрузка	250 г
Дальность действий	320 мм
Повторяемость позиций	0,2 мм
Связь	USB/WIFI/Bluetooth
Источник питания	180В-240В, 50/60 Гц
Мощность	12В/7А DC
Потребление	60 Вт Макс

**Учебный робот DELTA 1-3X-USB** - это управляемый компьютером сферический робот для обучения и технического творчества. Цена учебного манипулятора 501 100 руб



Рисунок 4 – Учебный манипулятор DELTA 1-3X-USB

3D-симулятор позволяет отладить программу управления и избежать возможных повреждений робота и его окружения, вызванных неправильными инструкциями. Это делает работу более безопасной и приятной. Рабочая зона делает робота гибким и позволяет создавать системы сборки и сортировки, позволяя реализовать все желания обучающего процесса. В системе управления робота используются только специализированные микрошаговые приводы. Это исключает перегрев, перегрузку и шум от шаговых двигателей. Контроль качества, близкий к промышленным сервоприводам.

У робота есть разные режимы управления: ручного обучения (создается управление по точкам), ручного программирования (создается

управление путем ручного написания текста), автоматический режим (создается управление при помощи CAD/CAM систем).

Таблица 3 – Характеристики учебного манипулятора DELTA 1-3X-USB

Количество осей	3
Полезная нагрузка	500 г
Дальность действий	270 мм

Продолжение таблицы 3

Повторяемость позиций	0,2 мм
Связь	USB
Источник питания	220В, 50 Гц
Мощность	12В/7А DC
Потребление	250Вт Макс

**Учебный манипулятор ROTRICSDEXARMALLINONE** – это рука с сменным модулем для высококачественной 3D печати, точной фиксации объектов, рисунков и лазерного гравирования. Цена 334 000 руб.



Рисунок 5 – Учебныйманипулятор ROTRICS DEXARM ALL IN ONE

Он поможет разобраться в основах промышленного роботостроения: овладеть механикой, системами управления, системами компьютерного зрения, программированием на языке Scratch и раскрывать творческие возможности. Можно использовать для демонстрации промышленной робототехники с помощью сменных модулей.

Таблица 4 – Характеристики учебного манипулятора ROTRIS DEXARM ALL IN ONE

Количество осей	4
Полезная нагрузка	500 г
Дальность действий	270 мм
Повторяемость позиций	0,05 мм
Связь	USB
Источник питания	100В-240В, 50/60 Гц
Мощность	12В/7А DC
Потребление	60Вт Макс

**Образовательный робототехнический НАБОР ROBOTIS MANIPULATOR II** – многоцелевая манипуляция с шестью приводами dynamixelpro серии. Цена такого образовательного набора 3 000 000 руб.



## Рисунок 6 – Набор ROBOTIS MANIPULATOR H

Многоцелевая манипуляция шестью приводами Dynamixel PRO серии. Модульная конструкция позволяет работать с манипулятором без больших расходов. Конструкция манипулятора дает возможность использовать манипулятор в широком круге задач. Высокая степень сопротивляемости ударным нагрузкам, управление крутящим моментом с использованием датчика тока и простая среда разработки для программирования манипулятора.

Роботизированные манипуляторы подходят для: исследования и образования, эксперименты по кинематике и динамике, проектные исследования, создание мобильных роботизированных систем, исследование разнообразных техники, построение малых транспортных систем.

Таблица 5 – Характеристики набора ROBOTIS MANIPULATOR H

Количество осей	6
Полезная нагрузка	3 кг
Дальность действий	645 мм
Повторяемость позиций	0,05 мм
Связь	RS-485
Мощность	20-200 Вт
Потребление	200 Вт Макс

**Учебный робот-манипулятор "Optima-1.01"** – для обучения школьников программированию микроконтроллеров, а также основам кинематики был создан учебный комплекс, который предназначен для обучения школьников программированию микроконтроллера, алгоритмизации процессов и основ кинематики. Данный манипулятор имеет встроенный в него микроконтроллер и оснащен одним из самых популярных сегодня на рынке устройств – Arduino Uno. Цена учебного робота 40880 руб.



Рисунок 7 - Учебный робот-манипулятор "Optima-1.01"

К роботизированному комплексу подключен манипулятор с тремя степенями свободы и гидравлический схват, раздатчик шайб с датчиком цвета и большое количество вспомогательных датчиков и устройств. По желанию заказчика, робот может иметь разные функции. В качестве примера можно привести робота, который имеет вакуумный захват и присоску. По периметру комплекса установлены специальные столы с нанесенной разметкой и цветовыми обозначениями зон, где будут проводиться практические задачи по перемещению шайб.

Таблица 6 – Характеристика учебного робота-манипулятора "Optima-1.01"

Количество осей	3
Полезная нагрузка	500гр
Дальность действий	320 мм
Повторяемость позиций	0,2 мм
Связь	USB
Мощность	200 В/ 50 Гц
Потребление	Не более 20 Вт

**Учебный манипулятор WidowXRoboticArm Mark II** – робот на начальном уровне. Лучше всего подойдет для занятий детьми

робототехникой и механике в дополнительных образовательных учреждениях. Цена 92000р.

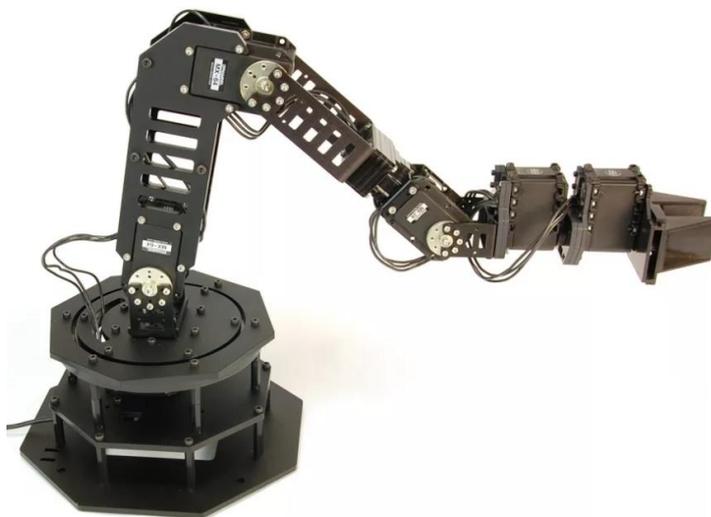


Рисунок 8 – Учебный манипулятор WidowXR Robotic Arm Mark II

Специализированные роботизированные сервоприводы MX-64, MX-28 и AX-12 Dynamixel для тяжелых условий эксплуатации, являются одними из лучших в мире. Каждый сервопривод специально разработан для робота и может быть легко установлен с помощью направляющих и кронштейнов, используемых для создания конечностей робота. Поворотное основание диаметром 14 см изготовлено из прочного ABS-пластика. Управление манипулятором может быть с помощью компьютера, пульта управления, беспроводное, программы, геймпадом и внешним контроллерам.

Таблица 7 – Характеристики учебного робота манипулятора WidowXR Robotic Arm Mark II

Количество осей	3
Полезная нагрузка	400 г
Дальность действий	300 мм
Повторяемость позиций	0,08 мм
Связь	USB
Источник питания	12 В 10А
Потребление	Не более 20 Вт

Роботов – манипуляторов на рынке большое количество, возрос спрос и интерес к ним, но нет еще устройства, которое было бы удобным в управлении и дешевым.

### 1.3 Формирование требований к проектируемому устройству

Используя рассмотренные аналоги и результаты анализа предметной области, сформированы следующие требования:

Таблица 8 – Требования к устройству

<b>Требования</b>	<b>Значение</b>
К габаритам	200 x 150 x 200 мм
К массе	<600 грамм
К материалу	Оргстекло
К функционалу	3 оси управления движением, а также механический захват
К цене	<3000 руб
К аппаратной части	Основание, которое может вращаться вокруг оси и крепиться к горизонтальной плоскости, Два звена длиной 20 см с шарнирными соединениями
К программной части	Wiring

После формирования требований, можно перейти к выбору инструментальной базы для разработки устройства.

## 2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Выбор инструментальной базы для разработки

Для разработки устройства «Робот -манипулятор», представлено несколько программ, рассмотрим их и выберем подходящую нам.

**EasyEda** – это кроссплатформенная web-ориентированная система автоматизации электроники, включающая редактор принципиальной схемы, редактор топологической печати плат, симулятор SPICE, облачное хранилище, систему контроля проектов и средства заказа печати плат.

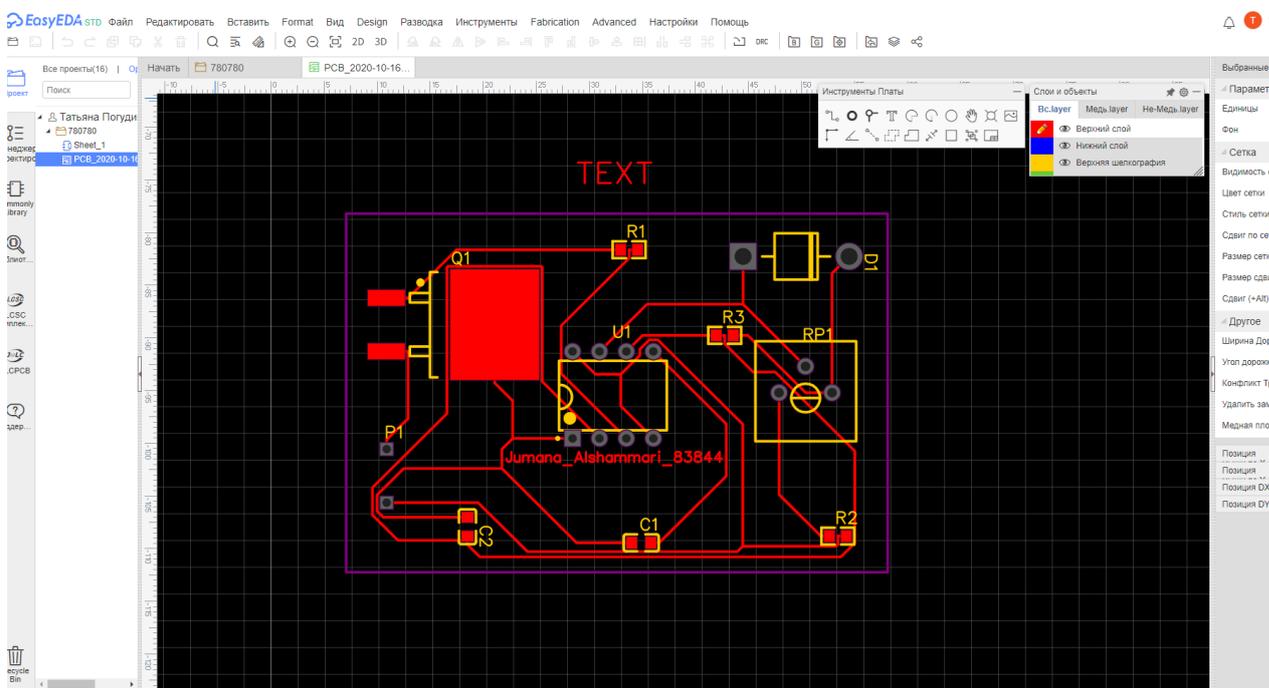


Рисунок 8 - Среда проектирования EasyEDA

**Fritzing** – программный продукт с открытым кодом для виртуальной моделировки схем и электронной техники.

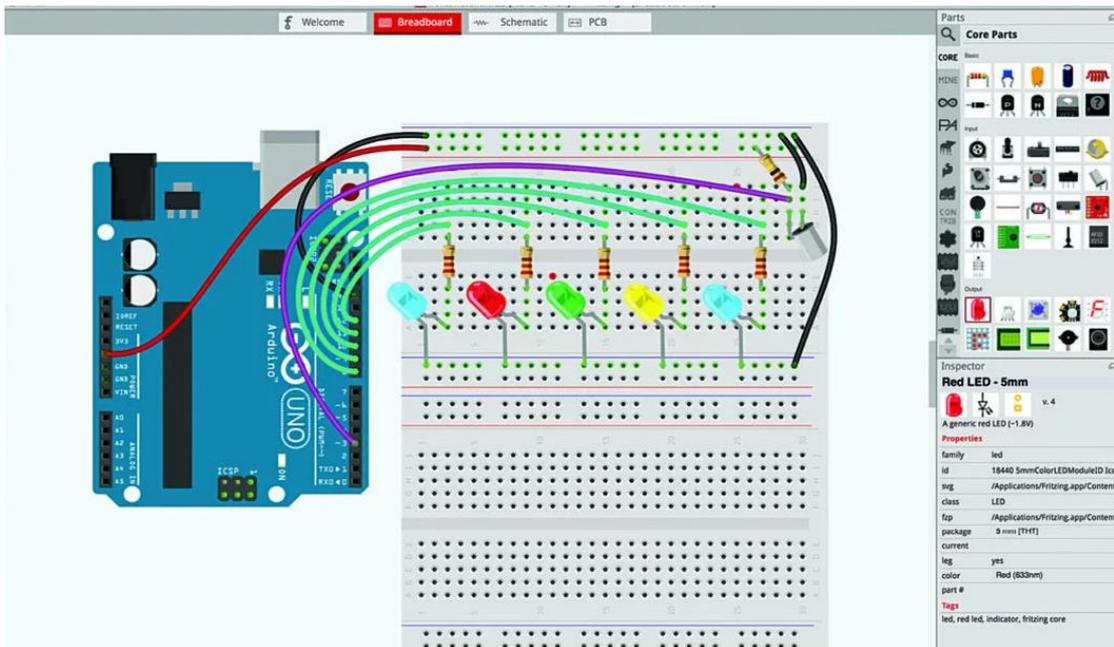


Рисунок 9 - Среда проектирования Fritzing

**Eagle** –это программное обеспечение представляет собой полноценную среду, в которой можно создавать принципиальные схемы и разводку печатных плат. Это означает, что все необходимые компоненты можно разместить на плате и прорисовать разводку.

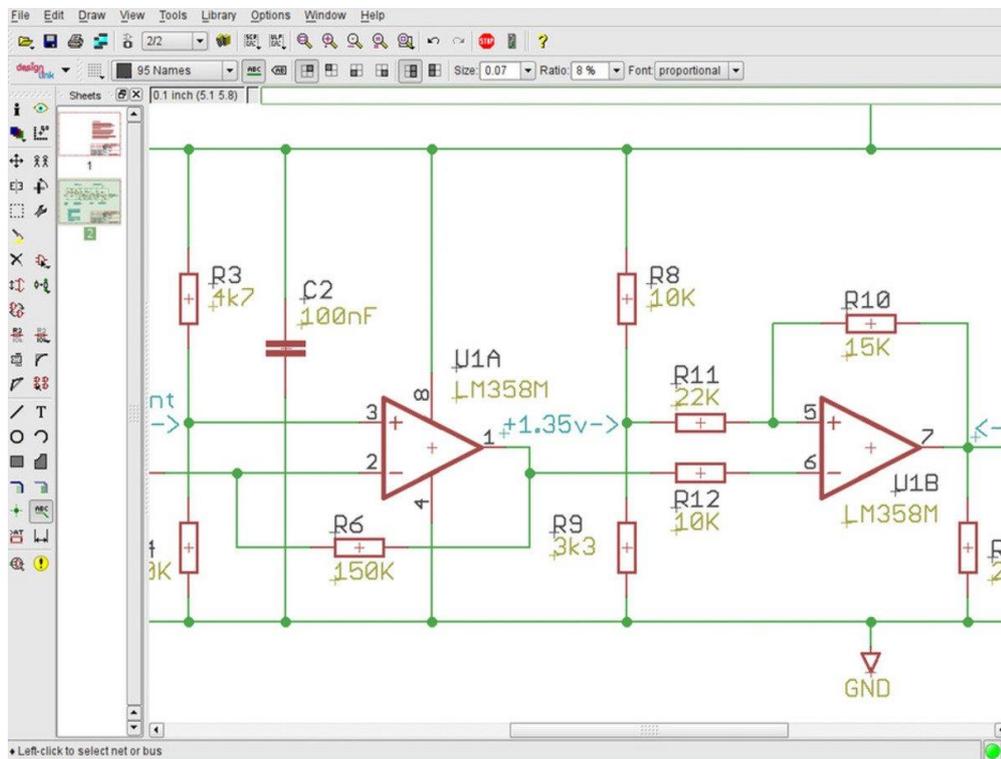


Рисунок 10 - Среда проектирования Eagle

Разберём каждую среду проектирования и выберем подходящую.

Таблица 9 – Разбор каждой среды проектирования

	EasyEDA	Fritzing	Eagle
Функции	Редактор электрических схем, трассировщик, симулятор схем, просмотрщик файлов формата Gerber, изготовление печатных плат.	Редактор схем, симуляция работы.	Редактор схем, редактор печатных плат и автоматический трассировщик печатных плат.
Большое количество компонентов в библиотеке	Да	Нет	Нет
Стоимость	0	500 р	800 р

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

Для программирования микроконтроллера выберем несколько программ, рассмотрим их и выберем подходящую.

Arduino IDE – это программная среда разработки, использующая C++ и предназначенная для программирования всех плат ряда Ардуино (Arduino).[15]

Используя эту среду, программисты пишут программы и делают это намного быстрее и удобнее, чем с помощью обычных текстовых редакторов.

Arduino IDE позволяет составлять программы удобном текстовом редакторе, компилировать их в машинный код, и загружать на все версии платы Arduino. [15]

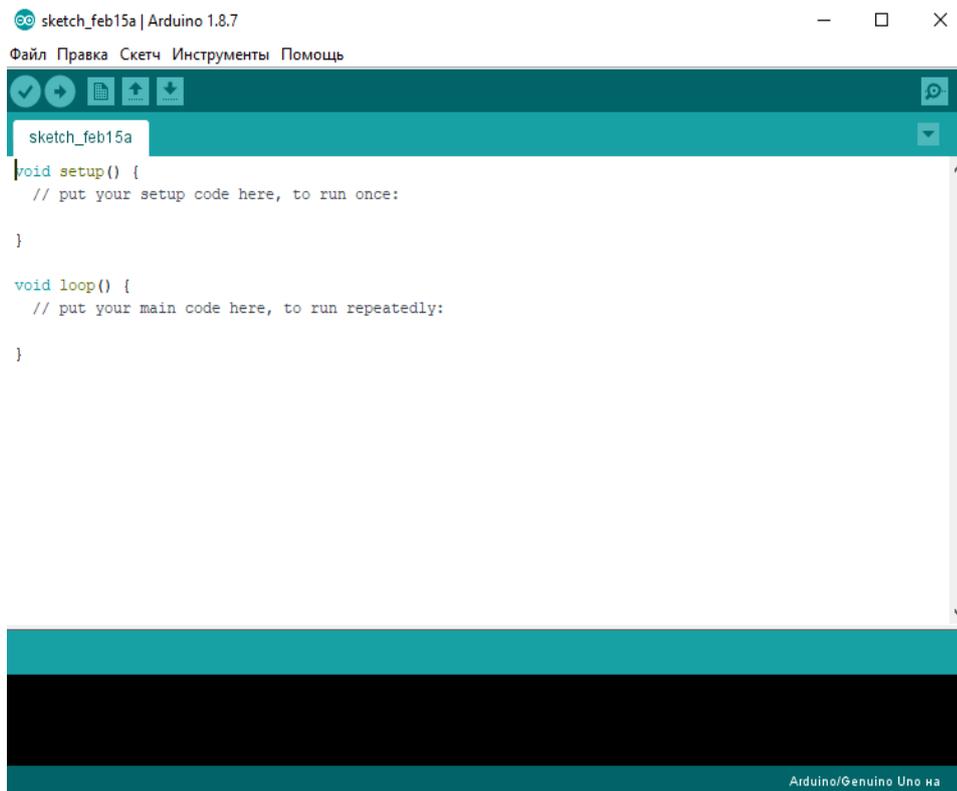


Рисунок 11 – Среда разработки IDE

**Programino** -последовательный отладчик, подсветка синтаксиса, завершение кода и различные интегрированные инструменты, а также HTML5-редактор для IoT/Web-приложений упрощают программирование идеи проекта.

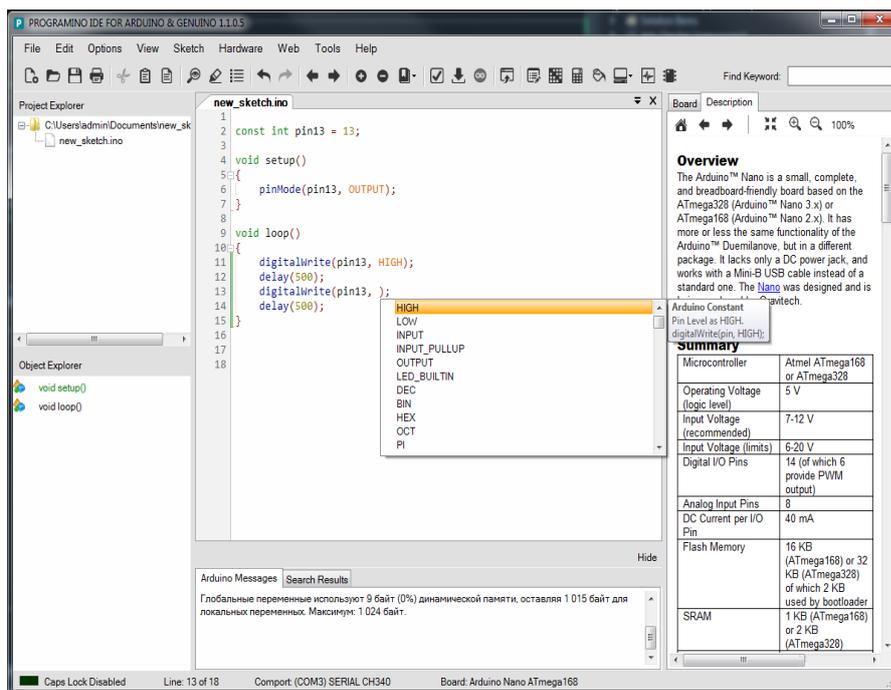


Рисунок 12– Среда разработки Programino

**Microsoft Visual Studio** - интегрированная среда разработки. Несколько версий этой интегрированной среды разработки можно использовать для создания всех типов программного обеспечения, от веб-приложений до мобильных приложений и видеоигр.

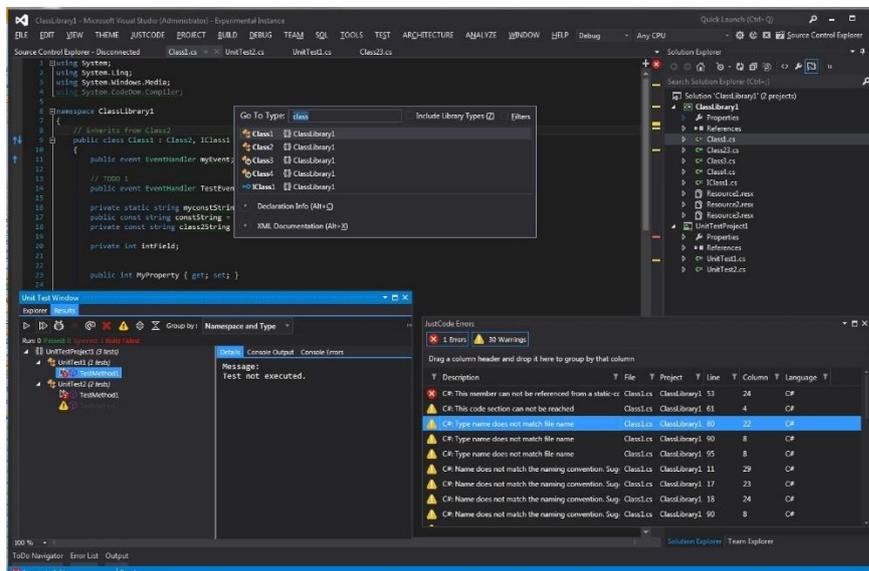


Рисунок 13 – Среда разработки Microsoft Visual Studio

Разберём каждую среду программирования и выберем подходящую.

Таблица 10 – Выбор среды программирования

	Arduino IDE	Programino	Microsoft Visual Studio
Преимущества	Простой в использовании интерфейс., можно выбрать язык программирования, встроенный набор со многими примерами программ.	Автодополнение кода, несколько дополнительных полезных инструментов.	Среда содержащая много инструментов, с которыми можно работать, возможность хранения данных в облаке.
Недостатки	Нет легкого изменения тактовой частоты, ручная прошивка загрузчика с микроконтроллером.	Сложная в самостоятельном освоении.	При переходе на платную версию, бывают слетают настройки, сложная в освоении.
Стоимость	0 руб	3 073 руб	0 руб

В качестве среды для разработки будет использоваться Arduino IDE, так как у нее более подходящий функционал.

Для разработки корпуса устройства рассмотрим несколько программ.

**OnShape** – то платформа по разработке продуктов, объединяющая все инструменты для создания продукта, начиная с концепции, заканчивая производством.

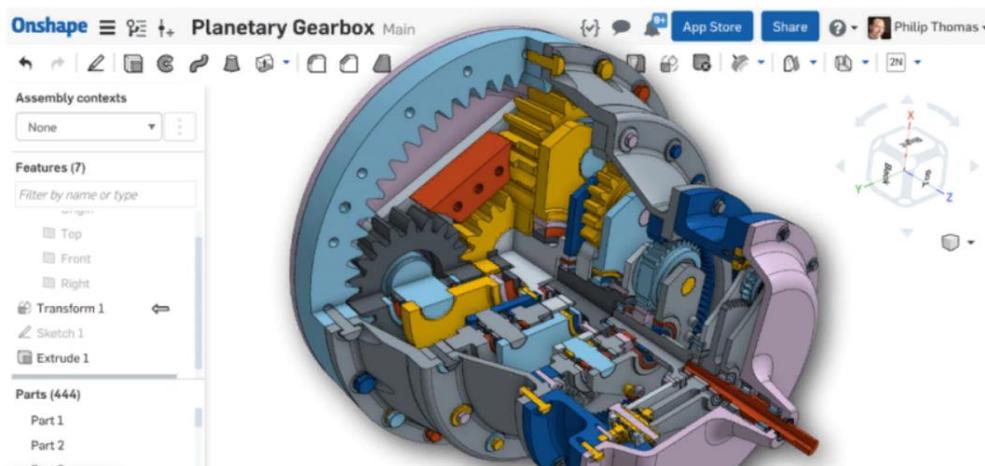


Рисунок 14 – Среда моделирования OnShape

**Fusion 360**—это профессиональная программа 3d-моделирования. по сравнению с другими по, программное обеспечение позволяет осуществлять планирование, тестирование и 3d-дизайн.

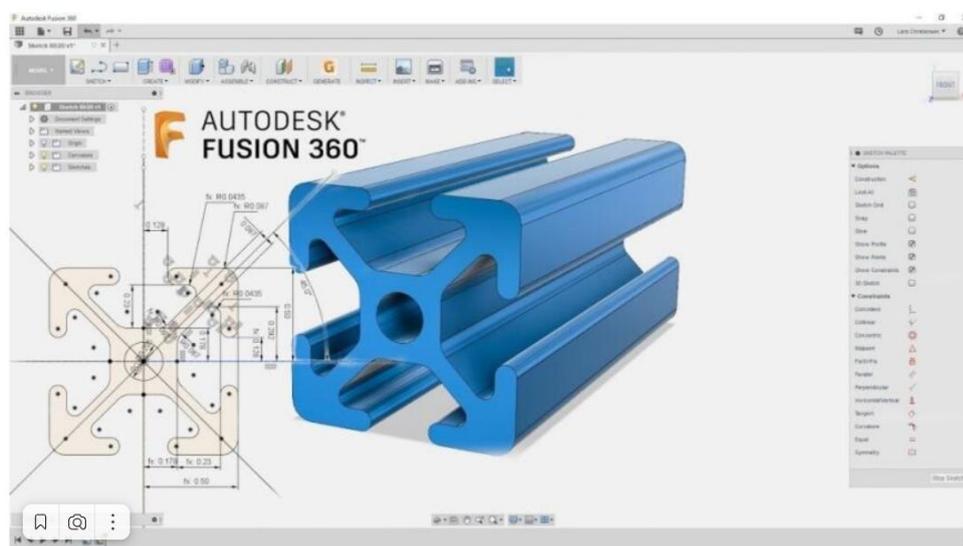


Рисунок 15 – Среда проектирования Fusion 360

**Компас 3D** - семейство автоматизированных систем проектирования - универсальная автоматизированная система проектирования, которая позволяет в режиме оперативной работы выпускать схемы, схемы

спецификаций, таблиц, инструкций, расчётных записей, технических условий, текстовых и других документов.

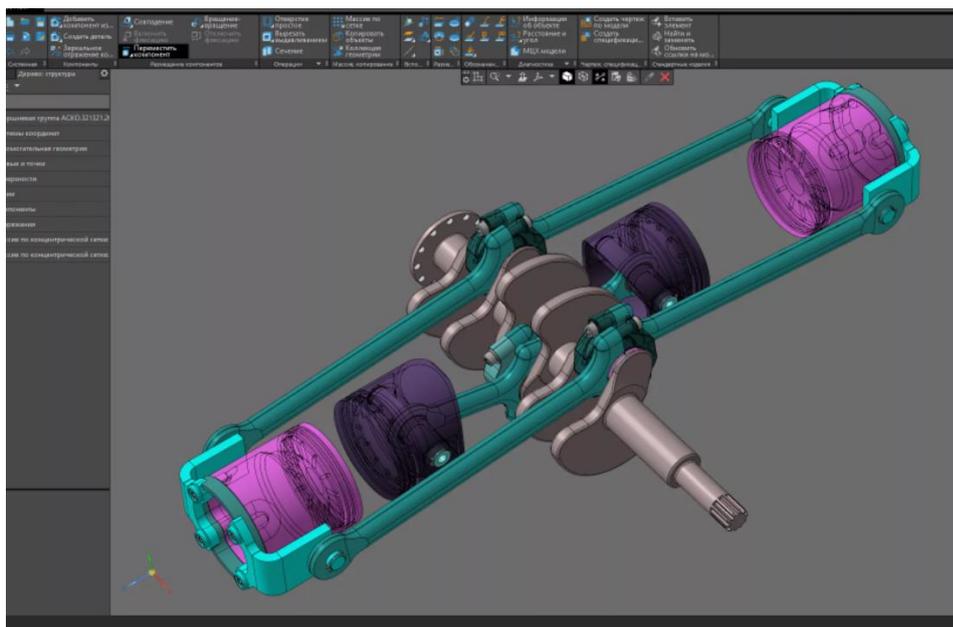


Рисунок 16 – Среда моделирования Компас 3D

Разберём каждую среду программирования и выберем подходящую.

Таблица 11 – Выбор среды моделирования

	OnShape	Fusion 360	Компас 3D
Преимущества	Доступ через веб-браузер, можно не загружать программное обеспечение.	Разные способы создания объёмных фигур, можно работать с несколькими людьми, что удобно на производстве.	Простой интерфейс, с встроенной библиотекой разных моделей, учебные центры от разработчиков, разработка чертежей и 2D проектирования.
Недостатки	Нет возможности доступа к файлам без интернета.	Всегда должен быть доступ в интернет.	Могут возникать проблемы при загрузке 3d моделей из других программ.
Цена	0 руб	3 784 руб	0 руб

В качестве среды для моделирования будет использоваться Компас 3D, так как он бесплатный с большим функционалом и может работать без интернета.

## 2.2 Разработка схемы аппаратной части устройств

Структурные схемы проектируются на первоначальных этапах проектирования, а также сопутствуют разработке схем различных видов.

Схема структуры определяет главные функциональные элементы изделий, их назначения и их взаимосвязи. Структурная схема представлена на рисунке 17.

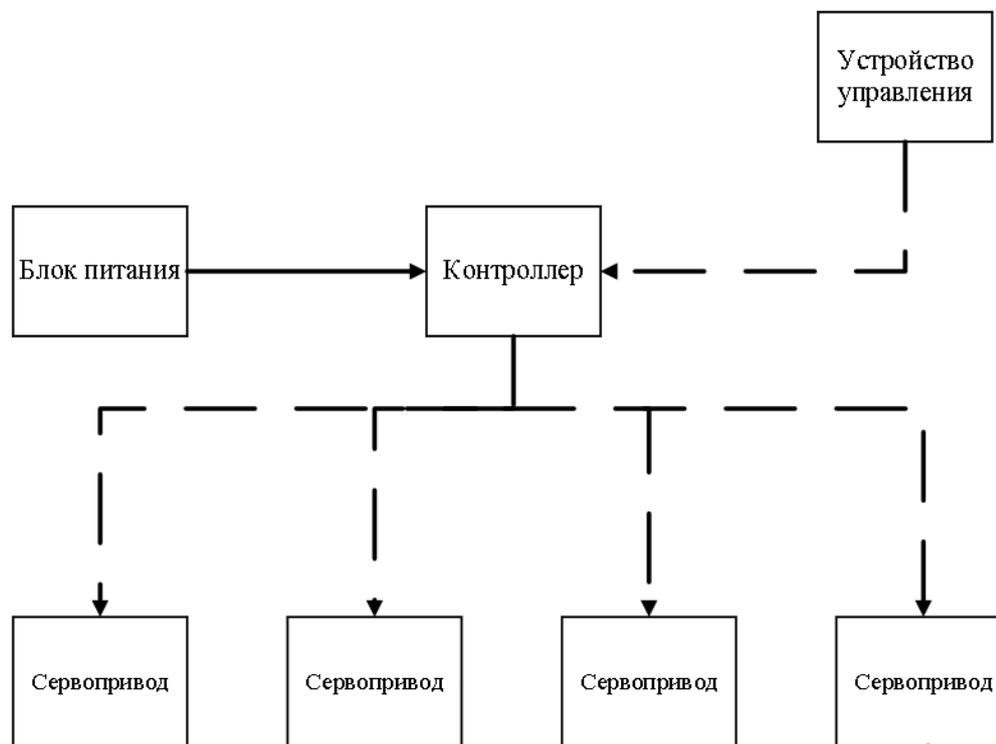


Рисунок 17 – Структурная схема

На структурной схеме показано, что черная линия означает питание устройства, а штриховая управление.

Принципиальная схема – это схема, в которой каждая часть представлена традиционным графическим названием (UGO). Схематическая диаграмма изображения могут дать вам представление о том, как работает устройство и как устроены его компоненты, соединенные друг с другом. Кроме того, принципиальная схема является первой задачей проектировщика. В соответствии с принципиальной схемой и перечнем элементов разрабатывается дизайн платы.

Дело в том, что оснащение современной радиоаппаратуры очень сложное, что его невозможно понять, просто изучив конструкцию. Принципиальная схема представлена на рисунке 18 и в Приложении А.

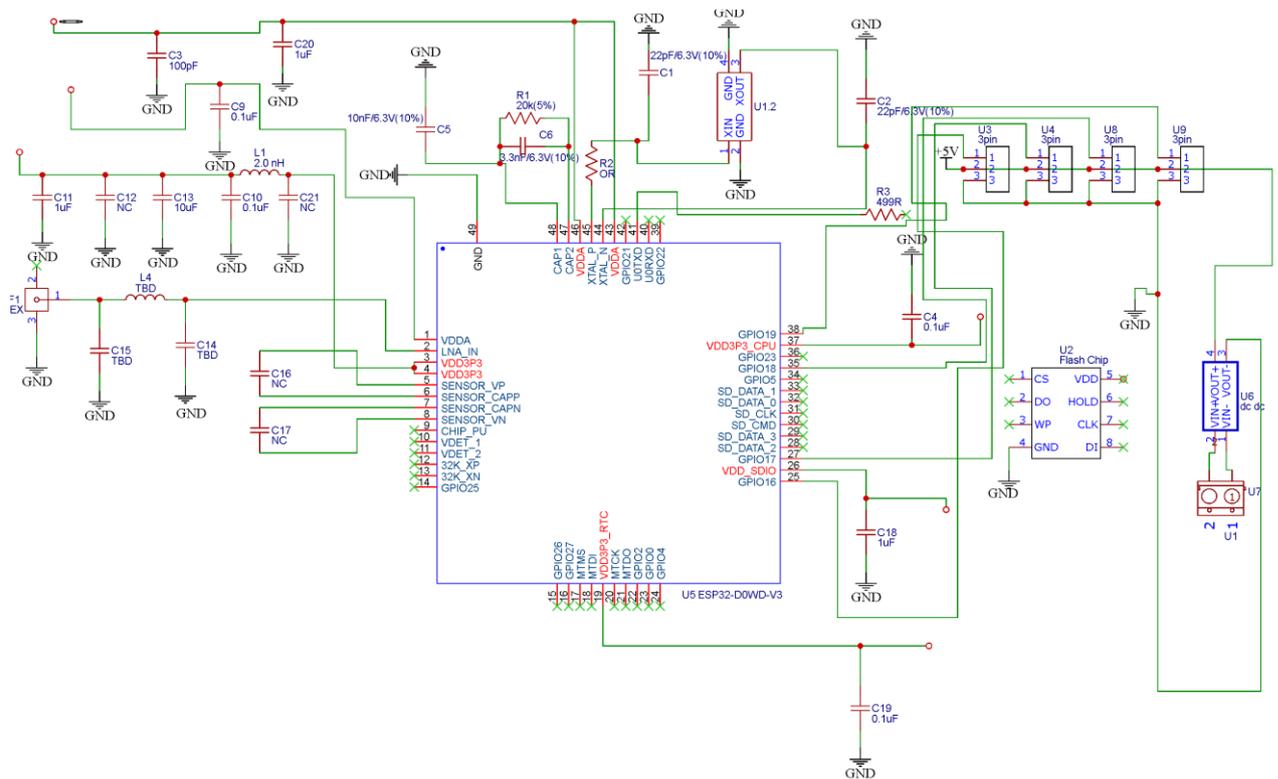


Рисунок 18 – Принципиальная схема

Печатная плата - это плата или панель состоящая из одного или двух токопроводящих узоров, помещенных на поверхность диэлектрического основания, или система проводящих рисунков на диэлектрических поверхностях, базовая плата, связанная с наличием, и другая, согласно монтажной пластине: для электрического и механического соединения и фиксированные, в смысле электронного оборудования, и смонтированные на них электротехнические изделия - пассивные и активные электронные компоненты. Печатная плата представлена на рисунке 19.

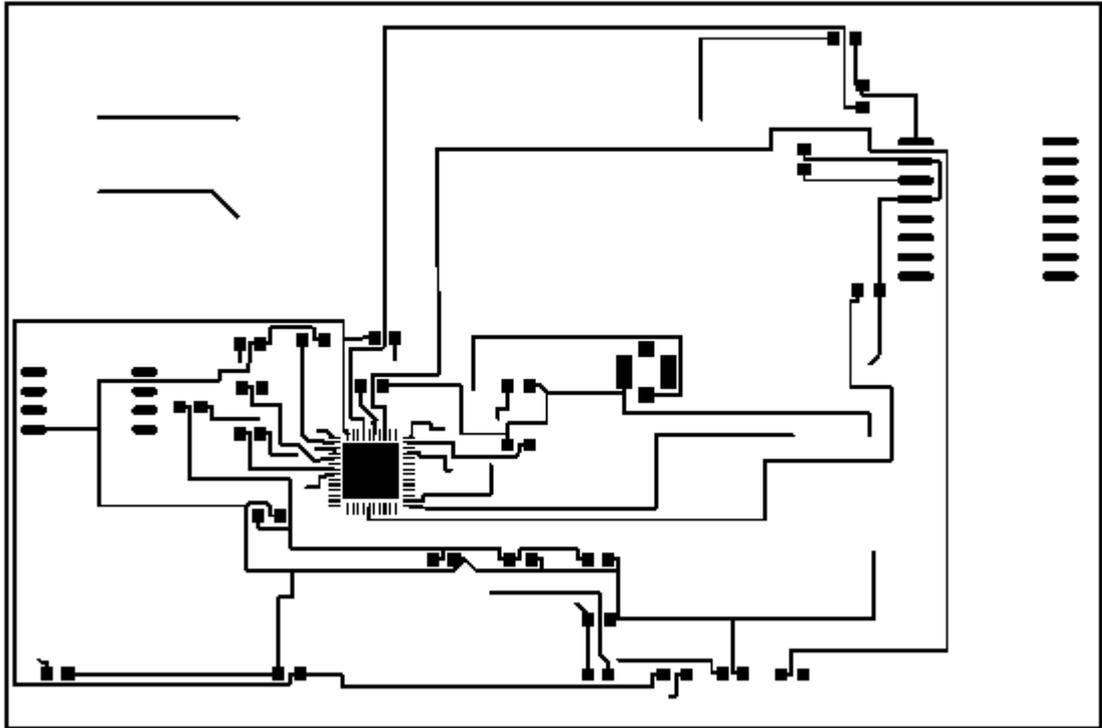


Рисунок 19 – Печатная плата

После разработки аппаратной части устройства, можно перейти к программной.

### **2.3 Разработка программной части устройства**

Для того что бы написать программу, сначала необходимо продумать алгоритм работы. Блок-схема – наглядный способ представления алгоритма. Программа для платы управления представляет собой алгоритм последовательных действий, представленный ниже.

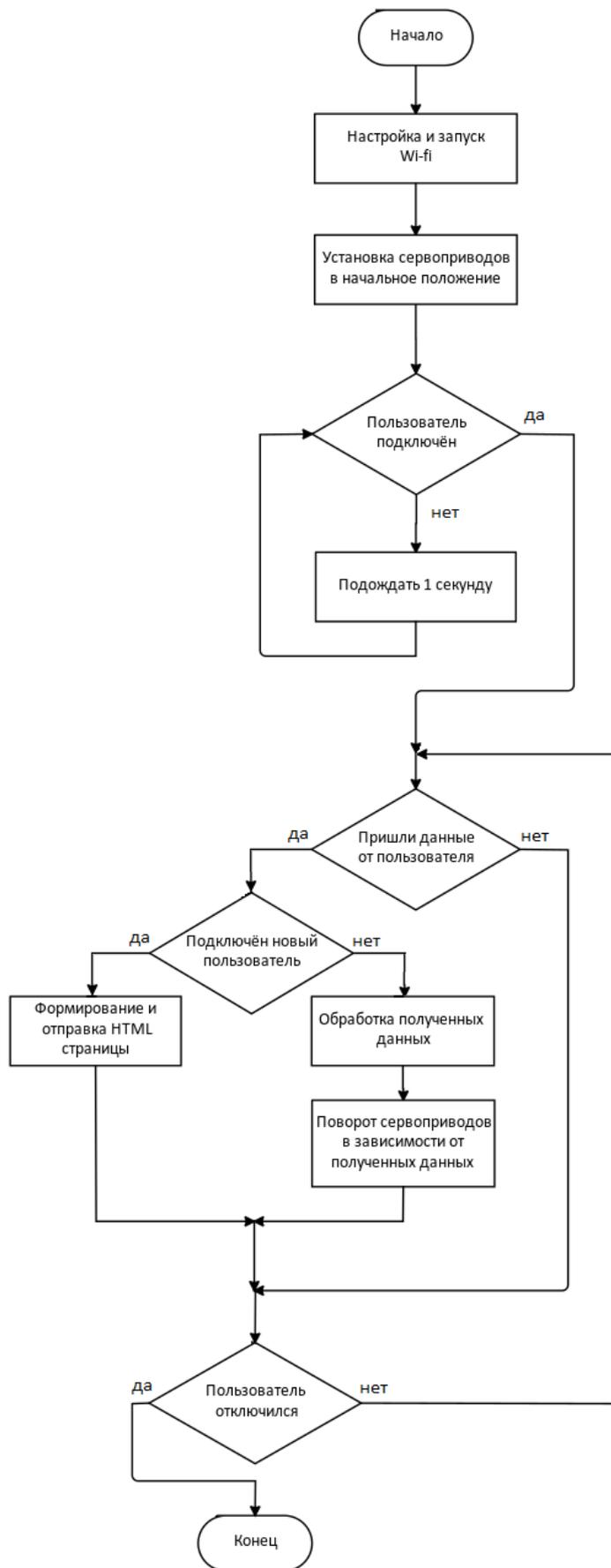


Рисунок 20 – Алгоритм работы



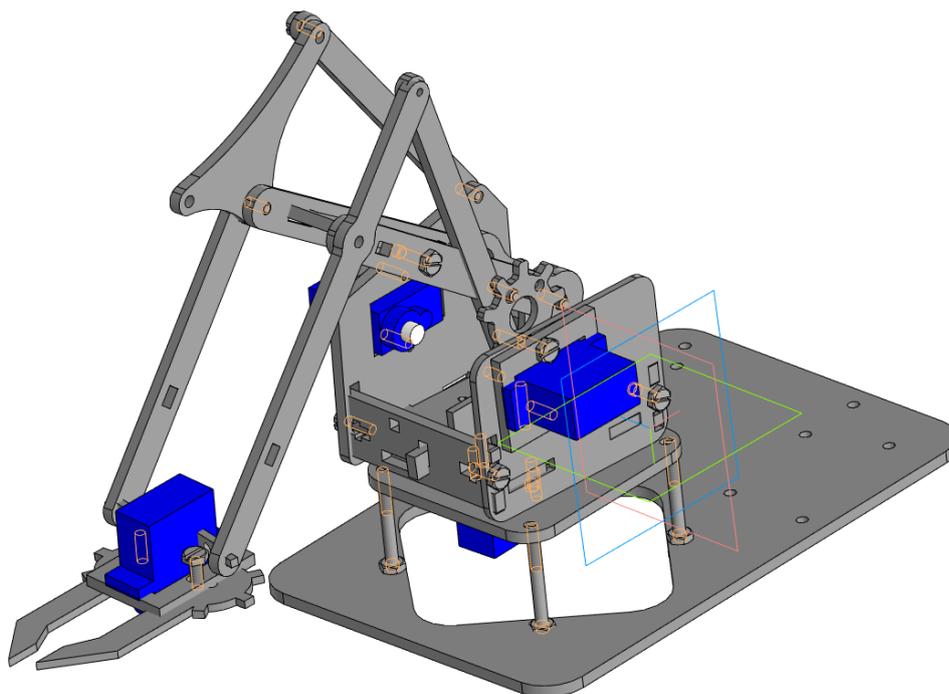


Рисунок 22 – 3D модель робота манипулятора

Программа Компас-3D позволила визуально понять, как будет выглядеть манипулятор.

### 3 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

#### 3.1 Расчет себестоимости проекта

##### 3.1.1 Расчет затрат на разработку устройства

Формула затрат на разработку устройства:

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

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

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

$Z_{ЭВМ}$  – затраты, касаемые эксплуатации техники;

$Z_{СПП}$  – затраты на программные продукты, которые необходимы для разработки;

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

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

Общее время разработки устройства составило 2 месяца. Из них работа с вычислительной и оргтехникой составляет 1 мес.

Формула расчета фонда оплаты труда за время работы:

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

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

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

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

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

Таким образом,

$$Z_{ФОТР} = 20000 \cdot 2 \cdot (1 + 0,2) \cdot (1 + 0,15) = 55200 \text{руб.}$$

Страховой взнос во внебюджетные фонды складываются из ставок страховых взносов и взносов на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. [16]

Ставка страхования от несчастных случаев в соответствии с классом профессионального риска составляет 2 %. Значения всех используемых ставок приведены в таблице 12.

Таблица 12- Значения ставок страховых взносов

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

Формула суммы начислений во внебюджетные фонды:

$$Z_{ОВФ} = 0,3 \cdot Z_{ФОТР}, (3)$$

$$Z_{ОВФ} = 0,3 \cdot 55200 = 16560 \text{ руб.}$$

Формула затрат, которые связаны с использованием оргтехники:

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

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

$n$  - количество единиц техники, равно 1;

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

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

Перевод рабочего времени в часы осуществляется по формуле:

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

где  $T_{час}$  - рабочее время, ч;

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

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

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

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

Время затраченное на разработку с использованием ЭВМ:

$$T_{\text{час}}=1 \cdot 22 \cdot 8 \cdot 1=176 \text{ часа,}$$

$$Z_{\text{ЭВМ}}=176 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 10= 1672 \text{ руб.}$$

Формула затрат необходимых на программные:

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

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

Перечень программных продуктов специального назначения приведен в таблице 13.

Таблица 13- Программные продукты специального назначения

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

$$Z_{\text{СПП}}=0 \text{ рублей.}$$

Формула затрат на хозяйственно-организационные нужды приведены в таблице 14 и вычисляются по формуле:

$$Z_{\text{ХОИ}} = \sum_{\tau=1}^n C_{\tau} \cdot K_{\tau}, \quad (7)$$

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

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

Таблица 14- Затраты на хозяйственно-организационные нужды

Наименование	Цена за единицу (руб.)	Кол-во (шт.)	Всего (руб.)
USB-флеш-накопитель	600	1	600
Бумага	2	140	280
Итого:			880

$$Z_{\text{ХОИ}}=600 \cdot 1+2 \cdot 140=880 \text{ рублей}$$

Формула накладных расходов:

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

$$P_H = 55200 \cdot 0,3 = 16560 \text{руб.}$$

Затраты связанные с разработкой устройства составляют:

$$Z_{\text{РПР}} = 55200 + 16560 + 1672 + 0 + 880 = 74312 \text{руб.}$$

### 3.1.2 Расчет затрат на внедрение устройства

Формула затрат на внедрение устройства:

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

где  $Z_M$  – затраты на материалы, руб.;

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

$Z_{\text{ПО}}$  – затраты на программное обеспечение, руб.;

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

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

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

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

$P_H$  – накладные расходы, руб.;

$k_{\text{ТУН}}$  – коэффициент транспортирования, установки и наладки комплекса технических средств, определяется действующими нормативами организации, а также спецификой конкретного проекта. [16]

Затраты на приобретение материалов приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Затраты на приобретение материалов

Наименование	Цена за единицу (руб.)	Кол-во (шт.)	Всего (руб.)
Контроллер	512	1	512
Штырьковые разъемы	10	2	20
Печатная плата	34	1	34

## Продолжение таблицы 15

Манипулятор	882	1	882
Аккумулятор	140	3	420
Контейнер для аккумуляторов	87	1	87
Понижающий модуль	53	1	53
Коннектор	8	1	8
Провод USB	160	1	160
Сервопривод	120	4	480
<b>Итого</b>			<b>2724</b>

Приобретение других компьютеров не требуется, следовательно,

$$З_{КТС} = 0.$$

Затраты на программное обеспечение и затраты на разработку составляют  $З_{ПО} = 74312$ руб.,

Внедрением занимается один системный инженер с окладом 15000 руб. Время внедрения – 0,2 месяца. По формуле рассчитываем затраты на оплату труда и страховой взнос во внебюджетные фонды.

$$З_{ФОТВ} = 15000 \cdot 0,2 = 3000 \text{ руб.}$$

$$З_{ОВФ} = 3000 \cdot 0,3 = 900 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с использованием ЭВМ при внедрении проекта, составят:

$$З_{ЭВМ} = 0,2 \cdot 22 \cdot 8 \cdot 10 = 352 \text{ руб.}$$

Командировочные расходы при внедрении устройства не планируются, следовательно,  $Р_{ком} = 0$ .

Так как коэффициент накладных расходов по данным организации составляет  $k_{НР} = 0,3$ , то величина накладных расходов равна 900 руб.

Суммарные затраты на внедрение составят:

$$З_{ВПР} = 2724 + 0 + 74312 + 3000 + 352 + 0 + 900 = 81288 \text{ руб.}$$

### 3.1.3 Расчет эксплуатационных текущих затрат по разработке устройства

Формула расчёта годовых затрат на обработку результатов до внедрения:

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

где  $ЗП_1$  – затраты на оплату труда сотрудника, который выполняет функции до внедрения проекта,

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

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

$М_{з1}$  – годовые материальные затраты на сопровождение устройства составляют 1500 руб.;

$НР_1$  – накладные расходы.

Формула расчета временных затрат работ сотрудника в месяцах:

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

где  $T_{1мес}$ ,  $T_{1час}$  – время, которое использует сотрудник на обработку результатов, в месяцах и часах соответственно ( $T_{1час} = 388$  часов);

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

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

$$T_{1мес} = \frac{388}{22 \cdot 8} = 2,2 \text{ мес},$$

Формула затрат оплаты труда:

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

где  $O_c$  – оклад сотрудника (оклад составляет 15000 руб.);

$$ЗП_1 = 15000 \cdot 2,2 \cdot (1 + 0,2) \cdot (1 + 1,15) = 85140 \text{ руб.}$$

Формула расчета страхового взноса до внедрения:

$$OT_{BH1} = 3\Pi_1 \cdot 0,3, \quad (13)$$

$$OT_{BH1} = 85140 \cdot 0,3 = 25542 \text{ руб.}$$

Формула расчета затрат, которые связаны с использованием ЭВМ:

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

$$З_{ЭВМ1} = 388 \cdot 10 = 3880 \text{ руб.}$$

Подставив соответствующие значения в формулу 10, получим:

$$C_1 = 85140 + 25542 + 3880 + 1500 = 116062 \text{ руб.}$$

Формула расчета годовых затрат после внедрения на использование системы:

$$C_2 = 3\Pi_2 + OT_{BH2} + З_{ЭВМ2} + M_{32} + НР_2, \quad (15)$$

где  $3\Pi_2$  - затраты оплаты труда сотрудника после внедрения;

$OT_{BH2}$  - страховой взнос во внебюджетные фонды;

$З_{ЭВМ2}$  - затраты, связанные с использованием ЭВМ после внедрения;

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

$НР_2$  - накладные расходы.

Формула временных затрат работы сотрудника:

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

где  $T_{2\text{мес}}$ ,  $T_{2\text{час}}$  - время, которое затрачивает сотрудник на обработку результатов, в месяцах и часах соответственно ( $T_{2\text{час}} = 176$  часов);

$\text{Ч}_{рд}$  - число рабочих дней в месяц;

$\text{Ч}_{рч}$  - число рабочих часов в день.

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

Формула затрат на оплату труда сотрудника:

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

где  $O_c$  – оклад сотрудника (оклад составляет 15000 руб.).

$$ЗП_2 = 15000 \cdot 1 \cdot (1+0,2) (1+1,15) = 38700 \text{ руб.}$$

Формула расчета страхового взноса после внедрения:

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

$$O_{ТВН2} = 38700 \cdot 0,3 = 11610 \text{ руб.}$$

Формула затрат, которые связаны с использованием ЭВМ после внедрения:

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

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

Подставив следующие значения в формулу, получим:

$$C_2 = 38700 + 11610 + 1760 + 2000 = 54070 \text{ руб.}$$

Затраты, которые идут на содержание системы до внедрения устройства составят 116062 руб., после внедрения будут составлять 54070 руб.

### **3.2 Расчет экономической эффективности проекта**

Условия расчета экономической эффективности для разрабатываемого проекта производится исходя из следующих условий:

- годовые текущие затраты до внедрения автоматизированной системы,  $C_1 = 116062$  руб.;
- годовые текущие затраты после внедрения системы,  $C_2 = 54070$  руб.;
- срок использования разработки,  $T = T_n = 2$  года;
- шаг расчета равен одному году,  $t = 1$  году;
- капитальные вложения равны затратам на создание системы,  $K = 175000$  руб.;

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

Формула расчета ожидаемой условно-годовой экономии:

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

где  $\mathcal{E}_{\text{уг}}$  – величина экономии, руб.;

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

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

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

Так как основным фактором, по которому производится расчет экономической эффективности от внедрения устройства, является уменьшения времени обработки результатов тестирования и дополнительный эффект не учитывается, то  $\sum \mathcal{E}_i = 0$ . [16]

Получившиеся значения подставим в формулу:

$$\mathcal{E}_{\text{уг}} = 116062 - 54070 = 61992 \text{ руб.}$$

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

Формула расчета величины ожидаемого годового экономического эффекта от внедрения:

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

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.

Формула расчета коэффициента экономической эффективности капитальных вложений:

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

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

Получившиеся значения подставим в формулу:

$$\mathcal{E}_r = 61992 - 81288 \cdot 0,2 = 45734 \text{руб.}$$

Формула расчета коэффициента экономической эффективности капитальных вложений составляет:

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

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

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

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

Получившиеся значения подставим в формулу:

$$E_p = \frac{61992}{81288} = 0,76$$

Формула расчета срока окупаемости:

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

где  $E_p$  - коэффициент экономической эффективности капитальных вложений.

Получившиеся значения подставим в формулу:

$$T_p = \frac{1}{0,76} = 1,3 \text{ года}$$

Срок окупаемости без дисконтирования составляет 1 год 4 месяца.

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.[16]

Формула расчета величины ЧДД для постоянной нормы дисконта вычисляется, если в расчетном периоде не происходило инфляционного изменения цен или расчет производится в базовых ценах:

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

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

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

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

$K$ - капитальные вложения;

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

$T$  - горизонт расчета;

$E$ - постоянная норма дисконта, 12%.

$\Delta_t = (P_t - Z_t) = \Delta_{\text{yr}} = 61992$  руб. Только если текущие затраты ( $Z_t$ ) на весь срок использования разработки равны 0.

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

Проект является эффективным, потому что ЧДД положителен.

Формула расчета за весь период суммарного ЧДД равен:

$$\text{ЧДД} = \Delta_1 \cdot \frac{1}{(1+E)} + \Delta_2 \cdot \frac{1}{(1+E)^2} - K, \quad (26)$$

$$\text{ЧДД} = \frac{61992}{(1 + 0,12)} + \frac{61992}{(1 + 0,12)^2} - 81288 = 23481,6.$$

Положительный чистый дисконтированный доход,  $\text{ЧДД} > 0$ , указывает на то, что инвестиции являются целесообразными и что проект может принести определенную сумму прибыли.[16]

Формула расчета нормы прибыли (ИД) представляет собой отношение суммы текущих эффектов к стоимости капитальных вложений:

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

где  $K$  – величина капиталовложений или стоимость инвестиций.

$$\text{ИД} = \frac{104\,769,6}{81288} = 1,28.$$

Инвестиции считаются эффективными, если норма прибыли больше единицы,  $ИД > 1$ , поэтому инвестиции являются эффективными в течение данного проекта.

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  $E_1 \rightarrow ЧДД_1 > 0$

$E_2 \rightarrow ЧДД_2 > 0$

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

$E_1 = 0,10$

$$ЧДД_1 = \frac{61992}{(1 + 0,1)} + \frac{61992}{(1 + 0,1)^2} - 81288 = 26301,4.$$

$E_1 = 0,13$

$$ЧДД_2 = \frac{61992}{(1 + 0,13)} + \frac{61992}{(1 + 0,13)^2} - 81288 = 22121.$$

$E_1 \rightarrow ЧДД_1 > 0$

$E_2 \rightarrow ЧДД_2 > 0$

$$ВНД = 0,10 + \frac{26301,4}{26301,4 + 22121} \cdot (0,13 - 0,10) = 0,12.$$

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

Показатели экономической целесообразности разработки и внедрения устройства сведены в таблицу 16.

Таблица 16- Показатели экономической целесообразности разработки и внедрения устройства.

Наименование показателя	Значения
Затраты на разработку и внедрение, руб.	81288
Ожидаемая экономия от внедрения, руб.	61992
Чистый дисконтированный доход, руб.	23481,6
Индекс доходности	1,28

Внутренняя норма доходности	0,12
Дисконтированный срок окупаемости, год	1,3
Срок морального старения, года	2

### 3.3 Вывод по разделу

Расчеты показывают, что оборудование, разработанное в ходе выпускной квалификационной работы, позволит снизить стоимость после внедренческого времени, что приведет к сокращению эксплуатационных затрат на 61992 рубля в год.

На основании оценки затрат и выгод можно сделать вывод, что разработка и внедрение устройства экономически оправдана и целесообразна.

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

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

Человек подвергается опасности в процессе выполнения трудовой деятельности в рабочей среде. В производственной среде создаются объективно вредные и опасные факторы, которые в своем течении оказывают неблагоприятное воздействие на жизнь человека.

Вредные производственные факторы оказывают воздействие на работников. Профессионально опасные факторы, воздействующие на сотрудников, которые могут привести к их травмам (например, высота, пожар, электрический ток, движущиеся объекты, взрывы).

Вредные и опасные факторы подразделяются на:

- физические,
- химические,
- биологические,
- психофизиологические.

Физическими факторами являются движения механизмов, небольшие шумы и вибрации, электромагнитные и ионизирующие излучения, недостаточно освещения, избыточное статическое электричество, недостаточно напряжения в цепях электропередачи и др.

Химические факторы - вещества и соединения, которые являются токсичными, раздражающими, канцерогенными и мутагенными для организма человека и нарушают репродуктивную функцию в различных физических условиях.

Биологические факторы - патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты) и их метаболиты.

Психофизиологические факторы - факторы рабочего процесса. Сюда входят физические (статические и динамические перегрузки) и

нейропсихологические перегрузки (умственные перегрузки, аналитические перегрузки, монотонность работы, эмоциональные перегрузки).

Паяльная работа является опасным фактором. Пайка загрязняет воздух, рабочие поверхности, одежду и руки работающих свинцом и может вызвать отравление организма, приводящее к изменениям в крови, нервной системе и кровеносных сосудах. В помещениях со свинецсодержащим припоем во избежание попадания свинца в организм не допускается хранение личной одежды, прием пищи, стирка спецодежды в домашних условиях. Зона сварки оборудована местными вытяжными вентиляторами, чтобы концентрация свинцовых веществ на рабочем месте не превышала допустимую концентрацию 0.01 мг [15]. Для предотвращения ожогов и загрязнения рук рабочих следует предусмотреть салфетки для удаления излишков припоя и пинцеты для поддержки спаиваемой проволоки и подачи припоя к месту пайки, если нет автоматического подающего устройства. При выполнении монтажных работ, связанных с риском загрязнения глаз или ожогов, необходимо надевать защитные очки [15].

Наиболее эффективно улучшения действий при сварке – механизация, автоматизация сварочной работы, внедрения новых технологий: погружение, выборочная сварка и пайка волнами припоя по печатным проводкам.

На основе всех перечисленных опасностей можно разработать следующие требования.

- необходимо использовать электрический паяльник напряжением не более 42 В, стержень паяльника не должен раскачиваться, его ручка не должна иметь трещин, шнур питания не должен иметь повреждений изоляции,
- запрещается дотрагиваться рукой до корпуса включенного паяльника, ударять по нему даже при удалении окисных пленок,
- смачивание участков паяк необходимо производить кистью,
- монтаж и демонтаж изделий, с серьезностью ожога, должен происходить в предохранительных очках,

– паяльник промежду припоями придерживать на металлической или термостойкой подставке,

– при длительном уходе с рабочего места - выключать паяльник.

При настройке автоматизированной системы необходимо соблюдать последующие требования:

– паяльник следует переносить за рукоятку, а не за провод или рабочую часть,

– использованные при пайке салфетки и ветошь следует собирать в специальную емкость и удалять из помещения по мере их накопления в специально отведенное место.

#### **4.2 Расчет технических средств обеспечения безопасности труда на рабочем месте инженера-электроника**

Поддержание оптимального уровня освещенности обеспечивает хорошую видимость. Необходимо это для снижения утомляемости, поддержания высокой производительности в течение длительного времени, снижения нагрузки на глаза и профилактики специфических заболеваний.

Рабочее место инженера-электроника представлено на Рисунке 19-20.

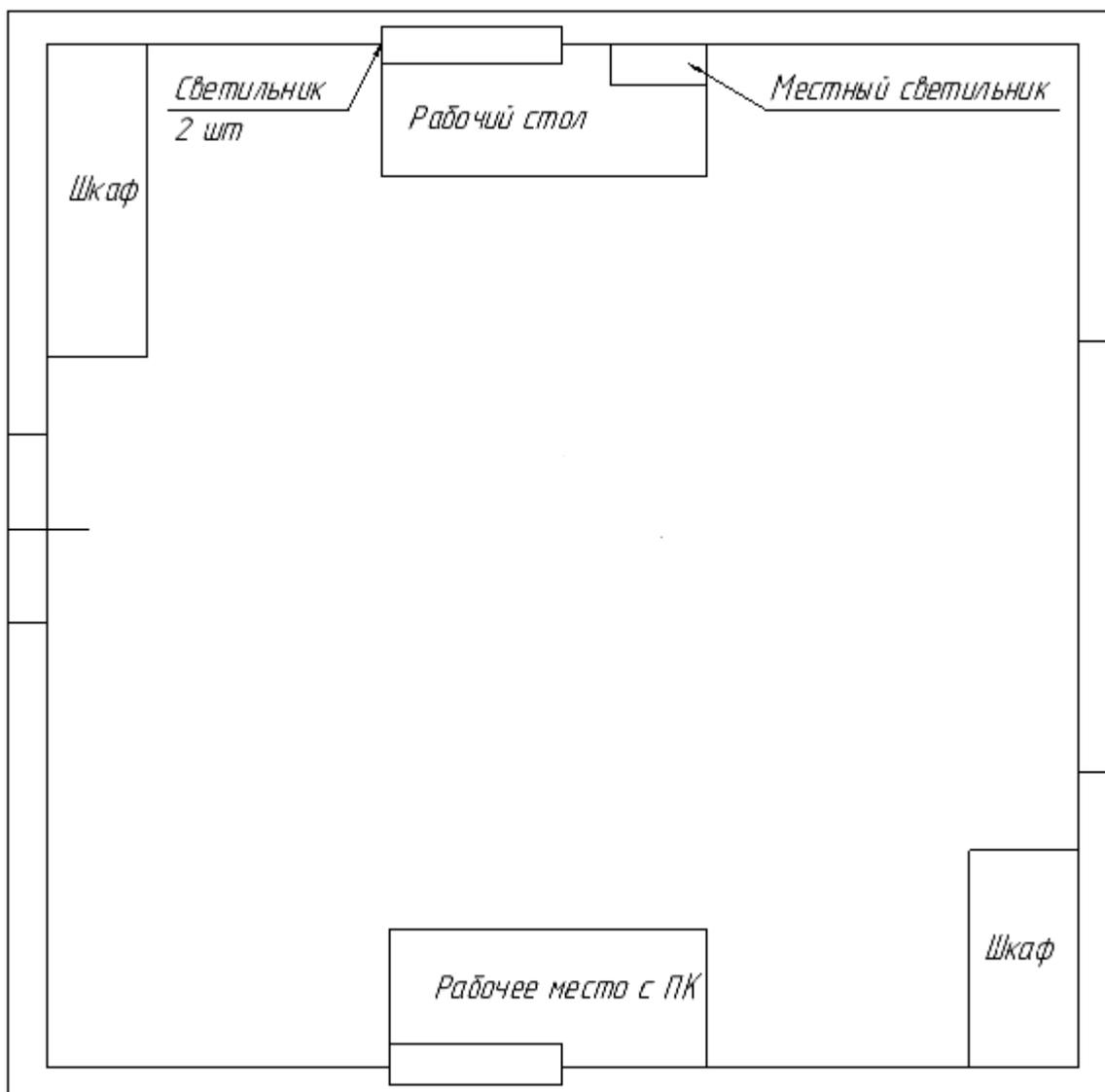


Рисунок 23 - План кабинета инженера-электроника, вид сверху

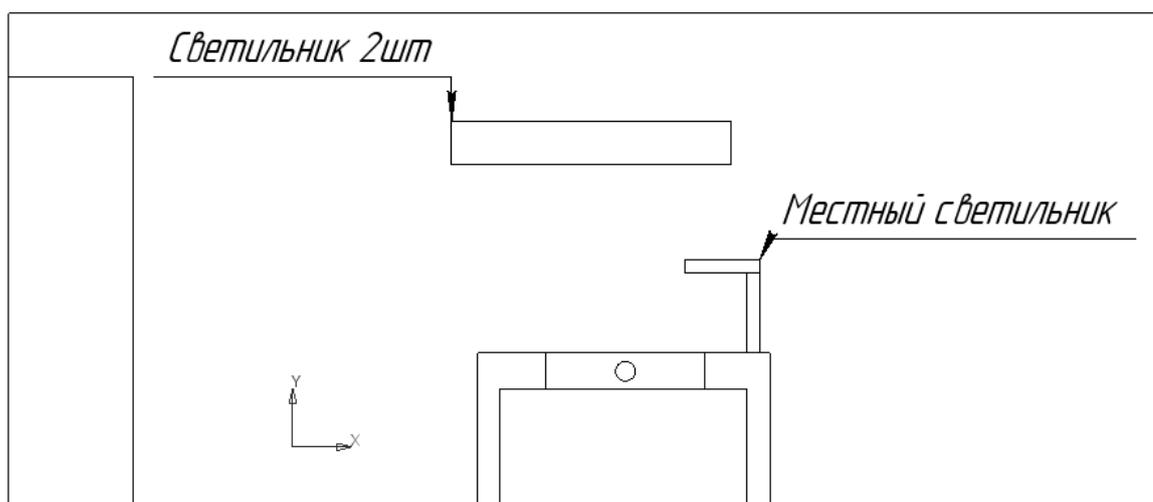


Рисунок 24 - План кабинета инженера-электроника, фронтальный вид

На рабочем месте используется совмещенное освещение, т.е. сочетание естественного и искусственного освещения.

Источником искусственного освещения на рабочем месте инженера-электроника являются 2 светильника, имеющие по 2 люминесцентные лампы, мощностью 21 Вт каждая, расположенные на стене помещения, а также 1 светильник, расположенный непосредственно на рабочем столе и имеющий одну диодную лампу мощностью 14 Вт.

Стены помещения окрашены светлой краской, потолок окрашен белой краской. Помимо рабочих мест, помещение имеет несколько шкафов с различной техникой.

С помощью специального прибора – люксметра, были проведены измерения освещённости помещения каждого рабочего места, результаты приведены в таблице 17.

Таблица 17 Измерения освещенности

Рабочее место	Искусственное освещение	Естественное освещение	Комбинированное освещение
Рабочее место 1	193 Лк	50 Лк	243 (без местного) 280 Лк (с местным)
Рабочее место с ПК	112 Лк	50 Лк	162 Лк

Расчет освещения производится для помещения площадью  $S=16 \text{ м}^2$ , длина которой  $A=4 \text{ м}$ , ширина  $B=4 \text{ м}$ , высота  $h=2,95 \text{ м}$  и коэффициентами отражения потолка  $g_p=50 \%$ , стен  $g_c=30 \%$ , расчетной поверхности  $g_r=10 \%$ .

В качестве количественной характеристики освещенности принята наименьшая освещенность рабочей поверхности  $E_{\min}$ , которая зависит от разряда зрительных работ, фона и контраста объекта с фоном, и системы освещения.

В данном помещении минимальная нормированная освещенность определяется точностью работ и поэтому необходимая величина устанавливается из таблицы требований к освещению помещений

промышленных предприятий.

В связи с тем, что инженер-электроник зачастую работает с мелкими деталями, можно сделать вывод, что его характеристика зрительной работы относится к высокой точности. Исходя из этого сделан выбор освещенности, который равен 500 ЛК.

Формула расчета светового потока:

$$\Phi = (E_{\min} \cdot k \cdot S \cdot Z) / (N \cdot n \cdot \mu) \quad (30)$$

Где  $\Phi$  – это количество Люмен или световой поток,

$E_{\min}$  – минимальная освещенность, нормированная величина,

$k$  – коэффициент запаса, зависит от типа используемых ламп, где ЛН – 1,15, ДРЛ и ДНаТ – 1,3, ЛЛ и LED – 1,1.

$$\Phi = \frac{(500 \cdot 1,1 \cdot 16 \cdot 1,15)}{(2 \cdot 2 \cdot 0,4)} = 6325 \text{ Лм}$$

результат для одного светильника.

Расчёт общей мощности потребления всех светильников в помещении и производится по формуле:

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{лампы}} \cdot N \cdot n, \quad (31)$$

$$P_{\text{общ}} = 21 \cdot 2 \cdot 2 = 84 \text{ Вт.}$$

Коэффициент неравномерности  $Z$

Коэффициент неравномерности  $Z$  зависит от симметричности расположения светильников, как отношения  $L/h$  (расстояние между светильниками/высота подвеса).

$$h = H - h_{\text{св}} - h_p, \quad (32)$$

Где  $H$  – высота потолка,  $h_{\text{св}}$  – высота от потолка до нижней части светильника,  $h_p$  – высота от пола до освещаемой плоскости (станка, рабочего стола и пр.), например, для светильников, расположенных по углам

прямоугольника  $Z$  находится в пределах от 1,4 до 2, в шахматном порядке – 1,7–2,5.

$$h = 2,95 - 0,76 - 0,75 = 1,44.$$

Необходимо определить параметр  $i$  – индекс помещения. Вычислить ее можно по формуле:

$$i = (AB)/(h \cdot (A + B)), \quad (33)$$

Где  $A$  и  $B$  – длина и ширина помещения,  $h$  – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью.

$$i = (4 \cdot 4)/(1,44 \cdot (4 + 4)) = 1,38.$$

Из таблицы выбираем значение светового потока, при наших коэффициентах отражений – это 0,39

$$\Phi = \frac{(500 \cdot 1,1 \cdot 16 \cdot 1,15)}{(2 \cdot 2 \cdot 0,39)} = 6487,2 \text{ Лм}$$

После того как нормы освещенности определены, необходимо сделать выбор типа ламп в зависимости от удобства обслуживания и надежности работы в конкретных условиях, а также по количеству люмен на 1 Вт мощности.

Лампы накаливания выдают 250 лм при 20 Вт, люминесцентные при 5-7 Вт, светодиодные – около 2-3Вт.

В соответствии с планировкой помещения и светового потока ламп, была выбрана светодиодная лампа Camelion LED4-G45-FL/830/E14/4W в количестве 1 штуки, которую необходимо разместить под потолок.

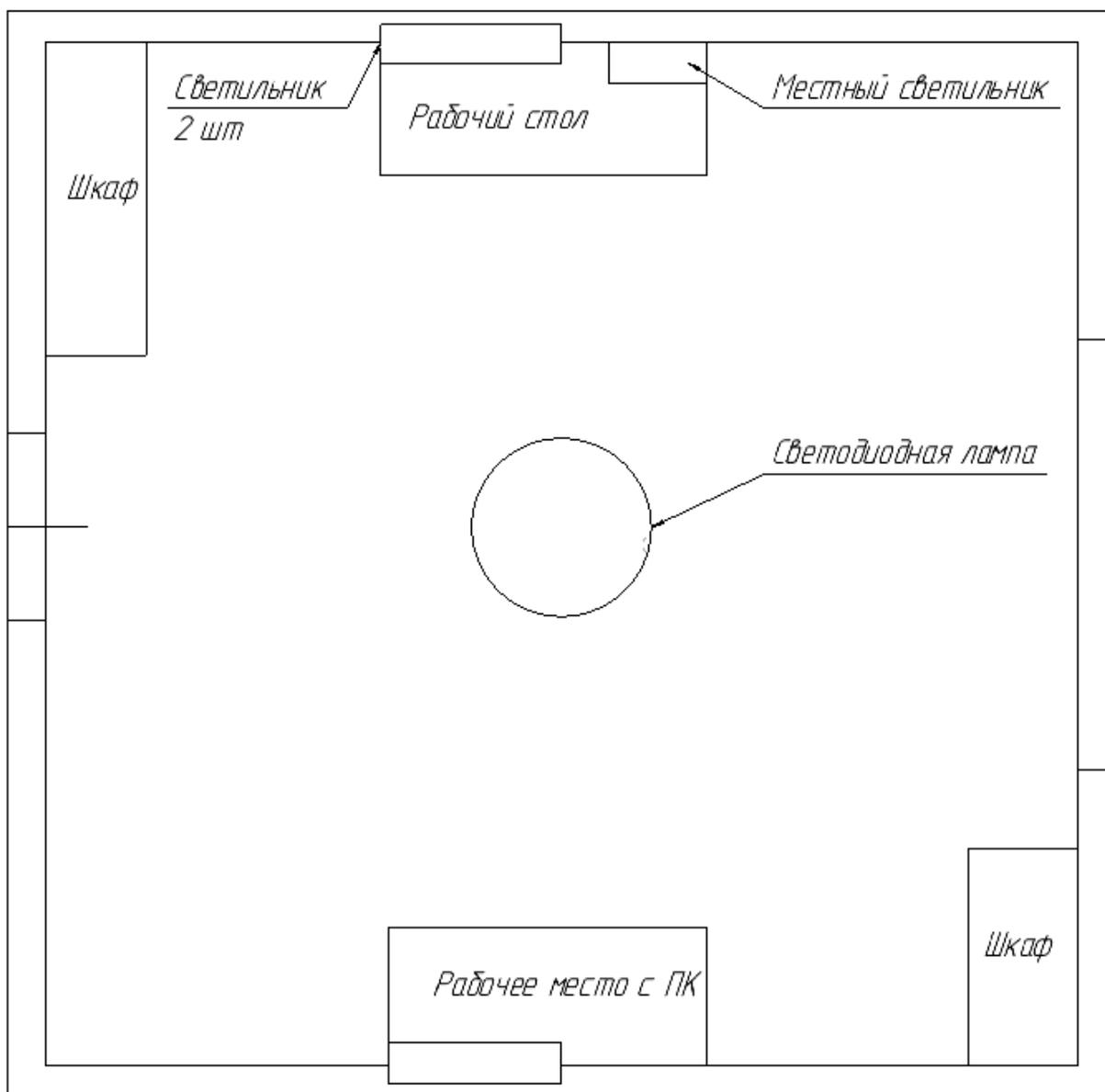


Рисунок 25 – План размещения светильников, вид сверху

Выбор данных светильников заключается в том, что в светодиоде никаких дополнительных преобразований энергии не происходит, за счет этого коэффициент полезного действия таких ламп выше. Также у таких ламп потребляемая мощность и нагрев ниже, чем у люминесцентных, а прочность и срок службы больше.

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

Утилизация компьютеров и оргтехники – обязательное условие, предусмотренное законодательством России, распространяющееся не только организациям и физическим лицам.

Профессиональная утилизация оргтехники возникает из-за того, что в микросхемах, платах содержатся детали с определённым содержанием металла. В связи с тем, что все компании должны вести учёт драгоценностей в составе их основных фондов, нарушение правил хранения регулируется статьей 19.14 КоАП РФ.

Если не учитывать нормы закона, физическое лицо или организация не смогут самостоятельно вывезти оргтехнику на свалку, так как управляющие свалки не допустят утилизацию техники таким образом. Незаконный вывоз влечет за собой штраф.

Бросая компьютеры в мусорные баки, люди наносят вред окружающей среде. Пластмассовые элементы, черные и цветные металлы могут быть отправлены на переработку. Согласно российскому законодательству, утилизацию оргтехники должны осуществлять только лицензированные компании. Для утилизации, физлица могут напрямую обращаться к специалистам без всякой причины, в отличие от юридических лиц, которым необходимо иметь юридические основания для сдачи устаревшего оборудования.

В связи с этим существует ряд оборудования, которое необходимо утилизировать: оборудование связи, электронное оборудование, печатные машины, МФУ, вычислительная техника [15].

Утилизация вычислительной и оргтехники производится в несколько этапов, они нужны для правильной переработки всей техники, согласно требованиям законодательства (рисунок 20).



Рисунок 26 – Схема утилизации вычислительной и оргтехники

Аффинаж – это очищение драгоценного металла от примесей, отделение его от друг друга. В аффинаже поступают черные металлы в сплавах, концентрат гравитационных переделов, осадки процесса цианита, шлама электролитической рафинации меди и никотина, шлифованное золото после амальгамации [15].

Для плавки применяют графито-шамотные или графитовые с наклонной осью газовые или электрические печи.

В случае аффинажа сплавы, содержащие менее 30 и более 70 драгоценных металлов, перерабатываются отдельно. Большинство сплавов золота и серебра, поступающих на алюминий, содержат и платину, и МГ.

При переработке металлы должны быть отправлены на завод, где они чистятся и будут поступать в государственные фонды, а не на склад.

Причины обязательной утилизации вычислительной и оргтехники

В старых компьютерах, ноутбуках, отслужившей оргтехнике выделяются загрязняющие среду токсины.

В течение десятилетий гниющая техника выбрасывает огромные количества токсических соединений в атмосферу. При пожаре оргтехники выделяют в атмосферу следующие вещества:

- канцерогены,
- свинец,
- кадмий,
- также и другие вещества, которые опасны для здоровья человека.

Такая электронная техника содержит редкие, ценные материалы и их можно повторно использовать. Использование этих ресурсов во втором случае позволяет снизить вред, который природе наносят при разработке.

По законодательству Российской Федерации, выбрасывая на свалку бытовую технику, вы нарушаете Федеральный закон об отходах производства и потребления[15].

#### **4.4 Вывод по разделу**

На работе инженера электроника существует огромное количество опасных и вредных факторов, поэтому нужно исключать их влияние на сотрудника техническими средствами.

Одним из опасностей является отсутствие освещенности помещения, которое в дальнейшем может привести к ухудшению зрения или быстрому ухудшению работы. В связи с этим было изучено рабочее место инженера-электронщика, и выяснилось, что характеристики его визуальной работы связаны с высокой точностью. Для устранения зрительных барьеров необходимо правильно организовать освещение на рабочем месте. Построен план монтажа светодиодов, а текущие светильники заменили на более надежные и мощные.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выпускной квалификационной работы был разработан проект робота-манипулятора на базе микроконтроллера с web – интерфейсом и получены следующие результаты:

- проведён анализ предметной области исследования, установлено, что на рынке представлено большое количество роботов манипуляторов в разных ценовых категориях, при этом компактных и дешевых нет;

- разработана аппаратная часть измерительного устройства, включая проектирование принципиальной схему устройства, печатной платы и деталей;

- разработана программная часть измерительного устройства, включая блок-схему алгоритма работу управляющей программы микроконтроллера и непосредственно сам код;

- проведен расчет технических средств обеспечения безопасности труда на рабочем месте инженера-электроника

- выполнено технико-экономическое обоснование проекта, в ходе которого рассчитана себестоимость устройства, определены показатели окупаемости и доходности.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Фитель В.В., Маковкин К.В., Шлягина А.Л. Разработка учебной модели руки-манипулятора повышенной грузоподъемности // Инновационная наука. 2020. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-uchebnoy-modeli-ruki-manipulyatora-povyshennoy-gruzopodemnosti> (дата обращения: 09.11.2021).
2. Буньгин Егор Валерьевич, Чайковский Виктор Михайлович БЛОК УПРАВЛЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННОЙ КИСТЬЮ РУКИ // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. 2021. №2 (36). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/blok-upravleniya-robotizirovannoy-kisty-ruki> (дата обращения: 10.11.2021).
3. Ступников Дмитрий Сергеевич, Толстых Андрей Андреевич, Малюков Сергей Владимирович, Аксенов Алексей Александрович, Новиков Сергей Викторович РАСЧЕТ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА МАНИПУЛЯТОРА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ // Лесотехнический журнал. 2021. №1 (41). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/raschet-opytnogo-obraztsa-manipulyatora-dlya-izucheniya-metodov-obucheniya-s-podkrepleniem> (дата обращения: 10.12.2021).
4. Джумагазиева Ш.К., Токсанбаев Р. Рациональные значения сопоставимых параметров прогнозирования конструкции манипуляторов // Norwegian Journal of Development of the International Science. 2018. №19-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ratsionalnye-znacheniya-sopostavimyh-parametrov-prognozirovaniya-konstruktsii-manipulyatorov> (дата обращения: 09.01.2022).
5. Кузнецов Иван Юрьевич АНАЛИЗ РЫНКА МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ // StudNet. 2020. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-rynka-mikrokontrollerov> (дата обращения: 09.01.2022).
6. Мамасалиева Мукаддас Ибадуллаевна, Абдурашидов Отабек Улуғбекович РОБОТЫ И МАНИПУЛЯТОРЫ В АВТОМОБИЛЬНОЙ

ПРОМЫШЛЕННОСТИ // Universum: технические науки. 2021. №3-3 (84).  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/roboty-i-manipulyatory-v-avtomobilnoy-promyshlennosti> (дата обращения: 09.01.2022).

7. Акулова А.Ш., Гасанов М.Р. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ СТАРТАПА В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОНИКИ // Символ науки. 2020. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskij-analiz-perspektivy-vnedreniya-startapa-v-oblasti-elektroniki> (дата обращения: 09.01.2022).

8. АлтунянЛермонтЛевикович, Пятибратов Георгий Яковлевич, Сухенко Николай Александрович, Даньшина Анжела Александровна Разработка и промышленное внедрение электромеханических силокомпенсирующих систем управления усилиями в исполнительных механизмах шарнирно-балансирных манипуляторов // Вестник ЮУрГУ. Серия: Энергетика. 2018. №2. URL: [https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-i-promyshlennoe-vnedrenie-elektromehnicheskikh-silokompensiruyuschih-sistem-upravleniya-usiliyami-v-ispolnitelnyh](https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-i-promyshlennoe-vnedrenie-elektromehnicheskikh-silokompensiruyuschih-sistem-upravleniya-usiliyami-v-ispolnitelnyh-mexanizmax-sharnirno-balan-sirnyx-manipulyatorov) (дата обращения: 16.01.2022).

9. Пенский О.Г. РОБОТЫ И ЧЕЛОВЕК // Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. 2020. №3 (50). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/roboty-i-chelovek> (дата обращения: 11.02.2022).

10. Акименко Татьяна Алексеевна, Кузнецова Татьяна Рудольфовна ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ // Известия ТулГУ. Технические науки. 2019. №10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-proektirovaniya-promyshlennyh-robotov> (дата обращения: 11.02.2022).

11. Аджиев Р.А., Картавец Д.В. Микроконтроллеры. Arduino и IDE среда разработки // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2015. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mikrokontrollery-arduino-i-ide-sreda-razrabotki> (дата обращения: 12.02.2022).

12. Каракеян Валерий Иванович, Харламов Николай Романович, Рябышенков Андрей Сергеевич **ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ НА ПРЕДПРИЯТИИ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ** // Известия вузов. Электроника. 2021. №3-4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-professionalnyh-riskov-v-tehnologicheskikh-pomescheniyah-na-predpriyatii-mikroelektroniki> (дата обращения: 11.03.2022).

13. Кулаков Ф.М., Алфёров Г.В., Ефимова П.А. **ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ МАНИПУЛЯЦИОННЫМИ РОБОТАМИ** // Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. 2019. №4 (47). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/distantcionnoe-upravlenie-manipulyatsionnymi-robotami> (дата обращения: 11.04.2022).

14. **СЫЧКОВ ВЛАДИСЛАВ БОРИСОВИЧ МЕТОД ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОПИРУЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРАМИ АНТРОПОМОРФНОГО РОБОТА** // Северо-Кавказский федеральный университет. 2019. №3. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=40081986> (дата обращения: 12.04.2022)

15. Иванова Людмила Николаевна, Умгаева Ольга Валериановна **ЭФФЕКТИВНОСТЬ УЧЕТА ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ И КАМНЕЙ В СИСТЕМЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕСУРСОВ** // Экономическое развитие России. 2022. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ucheta-dragotsennyh-metallov-i-kamney-v-sisteme-gosudarstvennogo-regulirovaniya-resursov> (дата обращения: 12.04.2022).

16. Лиза Хлупоновская, Наташа Хлупоновская **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 080801 «ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА (ПО ОБЛАСТЯМ)»** // URL: <https://pandia.ru/text/78/489/50096.php> (дата обращения: 12.04.2022).

17.Крук Михаил Андреевич, Борисов Алексей Павлович ПРОГРАММА  
ДЛЯ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ РОБОТОМ И  
САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ РОБОТА ПО ЛИНИИ //  
URL:<https://elibrary.ru/item.asp?id=39302316> (дата обращения 12.04.2022).

18.Архипов Максим Викторович, Вартанов Михаил Владимирович,  
Мищенко Роман СергеевичПРОМЫШЛЕННЫЕ РОБОТЫ: УПРАВЛЕНИЕ  
МАНИПУЛЯЦИОННЫМИ РОБОТАМИ //  
URL:<https://elibrary.ru/item.asp?id=41565185> (дата обращения 12.04.2022).

19.Пряничников В.Е., Арыскин А.А., Беляев О.О., Богданович А.В.,  
Ксензенко А.Я., Петраков М.С., Прысев Е.А.РАСШИРЕНИЕ  
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГРУППИРОВКИ СЕРВИСНЫХ  
РОБОТОВ И АВТОНОМНЫХ ПОДВОДНЫХ РОБОТОВ В  
ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ//  
URL:<https://elibrary.ru/item.asp?id=36488182> (дата обращения 12.04.2022).

## ПРИЛОЖЕНИЕ А - Принципиальная схема

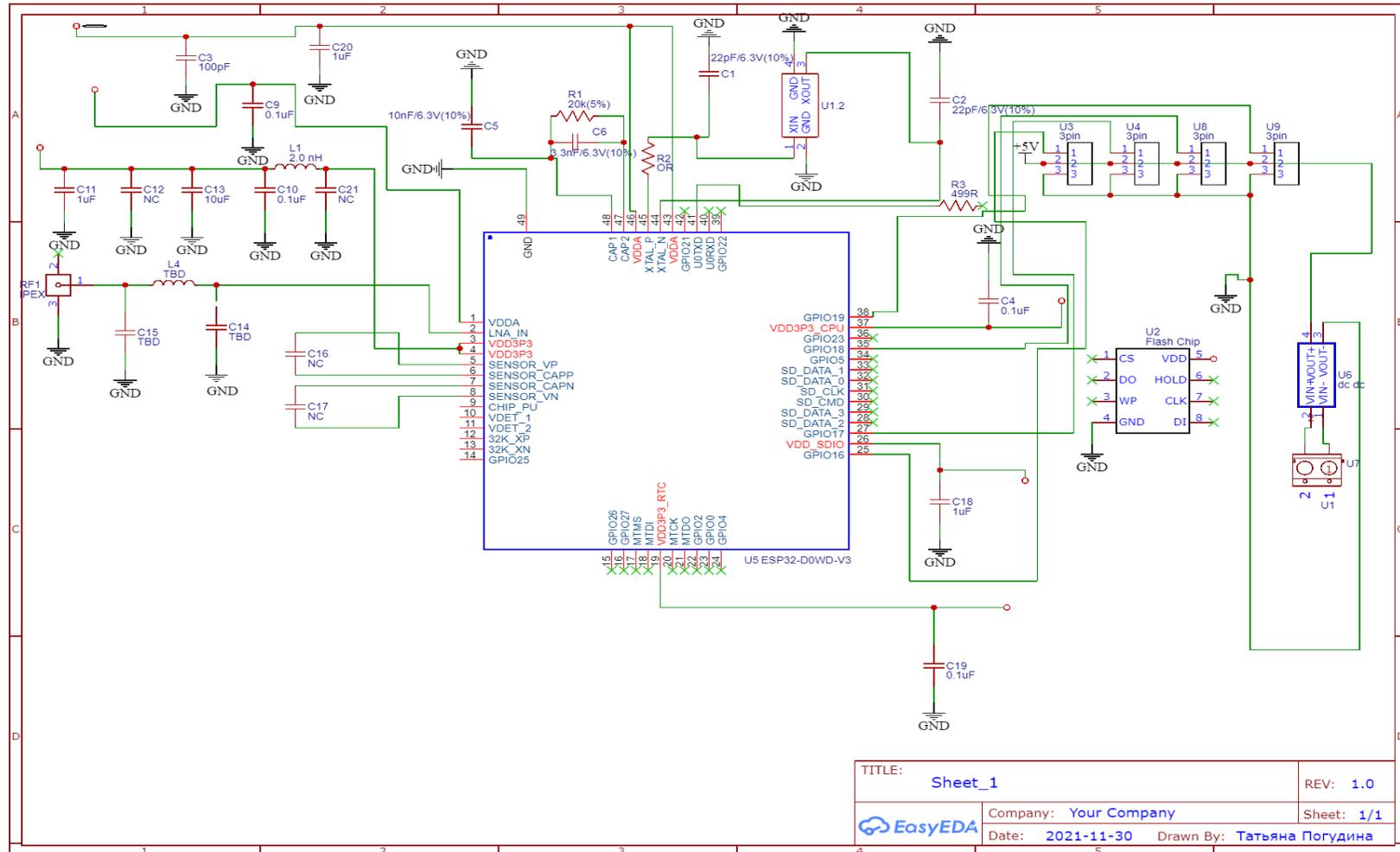


Рисунок А.1 - Принципиальная схема

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Чертеж деталей

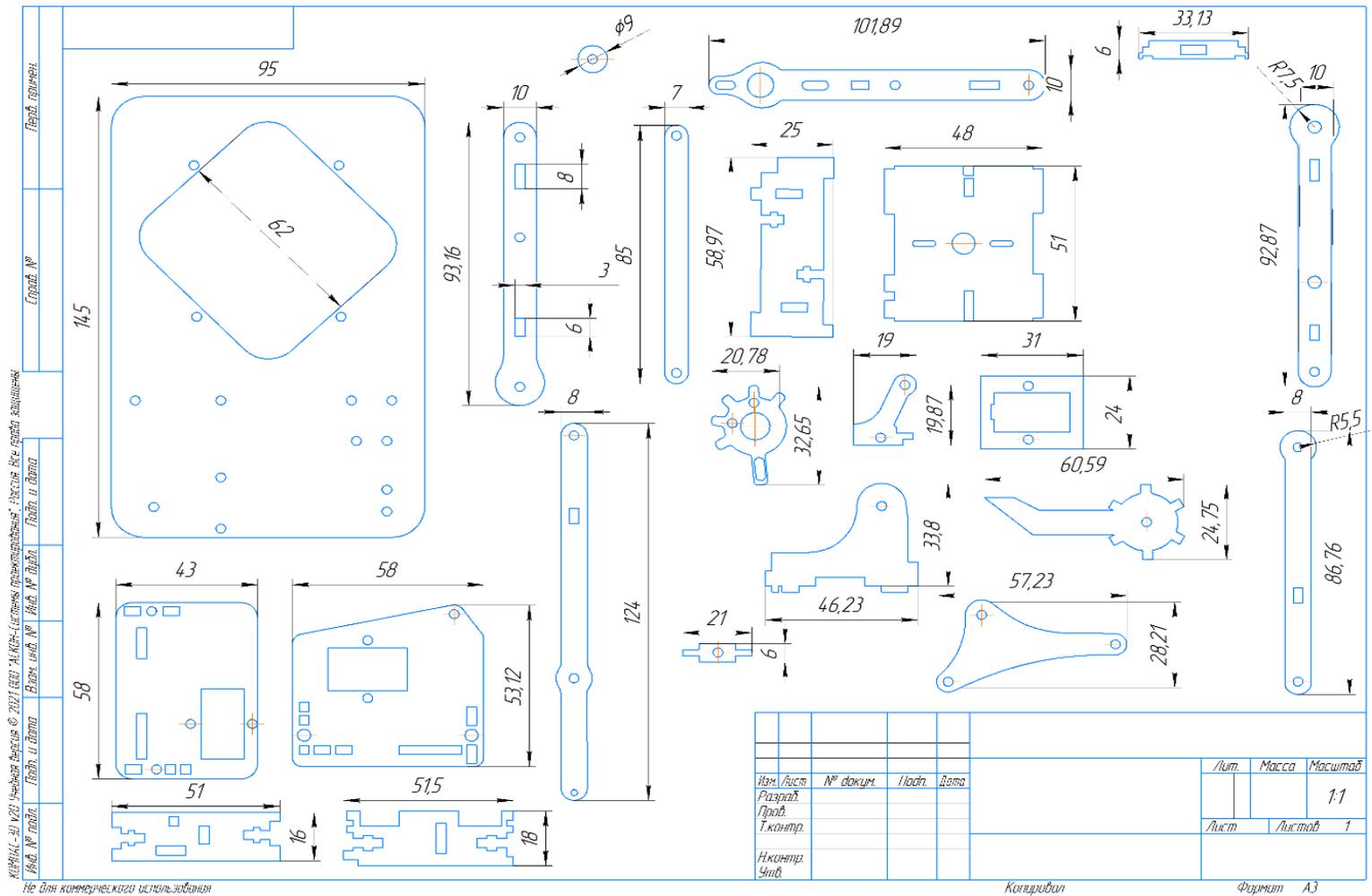


Рисунок Б.1 - Чертеж деталей

## ПРИЛОЖЕНИЕ В – Код программы

```
// Загрузить библиотеку Wi-Fi

#include<WiFi.h>
#include "meArm.h"

// Замена учетных данных
const char* ssid = "ESP32-Access-Point";
const char* password = "123456789";

meArm arm;

// Установите номер порта веб-сервера равным 80
WiFiServer server(80);

// Переменная для хранения HTTP-запроса
String header;
String valueString = String (14);
int pos1 = 0;
int pos2 = 0;
int pos3 = 0;
int pos4 = 0;
```

```

int pos5 = 0;
int pos6 = 0;
int posx = 20;
int posy = 125;
int posz = 0;
int posg = 0;
static void start_connection (void);

void setup() {
Serial.begin(115200);
  delay (10);
  // Подключение к сети Wi-Fi с помощью SSID и пароля
  Serial.print("Setting AP (Access Point)...");
  // Удалите параметр password, если вы хотите, чтобы точка доступа была
  открыта
  WiFi.softAP(ssid, password);

  IPAddress IP = WiFi.softAPIP();
  Serial.print("AP IP address: ");
  Serial.println(IP);

  server.begin();
  // подключаем серводвигатели манипулятора
  // Base (центральный), Shoulder (правый), Elbow (левый), Gripper (захват)
  arm.begin (16, 17, 18, 19);
  delay (1000);
  arm.gotoPoint (20, 130, 0); // исходное положение манипулятора

  delay (1000);
  arm.openGripper ();

```

```

    delay (1000);
    arm.closeGripper ();
}

void loop(){
WiFiClient client = server.available(); // Прослушивание входящих клиентов

if (client) { // Если подключается новый клиент,
Serial.println("NewClient."); // Печать сообщения в последовательном
порту
String currentLine = ""; // Создайте строку Для хранения входящих
данных от клиента
while (client.connected()) { // цикл при подключении клиента
if (client.available()) { // если есть байты для чтения с клиента,
char c = client.read(); // прочитайте байт, затем
Serial.write(c); // Распечатайте его на последовательном мониторе
header += c;
if (c == '\n') { // если байт является символом новой строки
// Если текущая строка пуста, то получается два символа новой строки
подряд.
// это конец КЛИЕНТСКОГО HTTP-запроса, поэтому отправьте ответ:
if (currentLine.length() == 0) {
// Заголовки HTTP всегда начинаются с кода ответа (e.g. HTTP/1.1 200
ОК)
// Заголовки HTTP всегда начинаются с кода ответа
client.println("HTTP/1.1 200 OK");
client.println("Content-type:text/html");
client.println("Connection: close");
client.println();

```

```

// далее идет сама web-страница:
client.println ("<!DOCTYPE html><html>");
client.println ("<head><meta name=\"viewport\" content=\"width=device-width,
initial-scale=1\">");
client.println ("<meta charset=\"utf-8\">");
client.println ("<link rel=\"icon\" href=\"data:,\">");
client.println ("<style>body { text-align: center; font-family: \"Trebuchet MS\",
Arial; margin-left:auto; margin-right:auto;}");
client.println (".slider { height: 50px; width: 66%; }</style>");
client.println ("<script
src=\"https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/3.3.1/jquery.min.js\"></script>")
;

client.println ("</head><body>");
client.println ("<h3>Позиция X: <span id=\"xPos\"></span></h3>");
client.println ("<input type=\"range\" min=\"-100\" max=\"100\" class=\"slider\"
id=\"xSlider\" oninput=\"servo(xS.value,yS.value,zS.value,gS.value)\"/>");
client.println ("<h3>Позиция Y: <span id=\"yPos\"></span></h3>");
client.println ("<input type=\"range\" min=\"60\" max=\"200\" value=\"130\"
class=\"slider\" id=\"ySlider\"
oninput=\"servo(xS.value,yS.value,zS.value,gS.value)\"/>");
client.println ("<h3>Позиция Z: <span id=\"zPos\"></span></h3>");
client.println ("<input type=\"range\" min=\"-60\" max=\"60\" class=\"slider\"
id=\"zSlider\" oninput=\"servo(xS.value,yS.value,zS.value,gS.value)\"/>");
client.println ("<h3>Захват : <span id=\"gPos\"></span></h3>");
client.println ("<input type=\"range\" min=\"0\" max=\"1\" value=\"0\"
class=\"slider\" id=\"gSlider\"
oninput=\"servo(xS.value,yS.value,zS.value,gS.value)\"/>");

```

```

client.println("<script>var xS = document.getElementById(\"xSlider\");");
client.println("var xP = document.getElementById(\"xPos\"); xP.innerHTML =
xS.value;");

client.println("var yS = document.getElementById(\"ySlider\");");
client.println("var yP = document.getElementById(\"yPos\"); yP.innerHTML =
yS.value;");

client.println("var zS = document.getElementById(\"zSlider\");");
client.println("var zP = document.getElementById(\"zPos\"); zP.innerHTML =
zS.value;");

client.println("var gS = document.getElementById(\"gSlider\");");
client.println("var gP = document.getElementById(\"gPos\"); gP.innerHTML =
gS.value;");

client.println("xS.oninput = function() { xP.innerHTML = xS.value; }");
client.println("yS.oninput = function() { yP.innerHTML = yS.value; }");
client.println("zS.oninput = function() { zP.innerHTML = zS.value; }");
client.println("gS.oninput = function() { gP.innerHTML = gS.value; }");

client.println("$.ajaxSetup({timeout:1000}); function
servo(pos_x,pos_y,pos_z,pos_g) { ");
client.println("$.get(\"/?value=\" + pos_x + \"X\" + pos_y + \"Y\" + pos_z + \"Z\"
+ pos_g + \"L&\"); { Connection: close; }</script>");

client.println("</body></html>");

// проверяем содержимое ответа после "?value="
if (header.indexOf ("GET /?value=") >= 0)

```

```

{
pos1 = header.indexOf('='); // начало данных
pos2 = header.indexOf('X'); // последняя позиция координаты X
pos3 = header.indexOf('Y'); // последняя позиция координаты Y
pos4 = header.indexOf('Z'); // последняя позиция координаты Z
pos5 = header.indexOf('L'); // состояние захвата (открыт,закрит)
pos6 = header.indexOf('&'); // конец строки ответа

valueString = header.substring (pos1+1, pos6);
        Serial.println (valueString); // посылаем ответ в СОМ-порт для
контроля

valueString = header.substring (pos1+1, pos2);
posx = valueString.toInt( ); // значениекоординаты X

valueString = header.substring (pos2+1, pos3);
        posy = valueString.toInt( ); // значениекоординаты Y

valueString = header.substring (pos3+1, pos4);
posz = valueString.toInt( ); // значениекоординаты Z

valueString = header.substring (pos4+1, pos5);
posg = valueString.toInt( ); // состояниезахвата

arm.gotoPoint (posx, posy, posz);

        if (posg == 1) {arm.openGripper ();}
        else {arm.closeGripper ();}

}

```

```

client.println ( );          // окончание ответа HTTP
    break;
}
else
{
currentLine = "";
}
}
else if (c != '\r')
{
currentLine += c;
}
}
}
header = "";

client.stop ( );
    //Serial.println ("Client disconnected.");
    //Serial.println ("");
}
}
void start_connection (void)
{
    // запусксоединения Wi-Fi
Serial.println ( );
Serial.println ( );
Serial.print ("Connecting to ");
Serial.print (ssid);
Serial.print (" ");

```

```
WiFi.begin(ssid, password);
```

```
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
    {
delay(250);
Serial.print (".");
    }
```

```
Serial.println ("");
Serial.println ("WiFi connected.");
Serial.print ("IP address: ");
    Serial.println (WiFi.localIP());
}
```

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г - Техническое Задание

---

наименование организации - разработчика ТЗ на АС

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель (должность,  
наименование  
предприятия– заказчика  
АС)

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель (должность,  
наименование  
предприятия– разработчика  
АС)

Личная подпись Расшифровка подписи Личная подпись Расшифровка подписи Печать  
Печать  
Дата Дата

---

наименование вида АС

---

наименование объекта автоматизации

---

сокращенное наименование

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

На \_\_\_\_\_ листах

Действует с

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель  
(должность,  
наименование  
согласующей  
организации)

Личная подпись Расшифровка подписи

Печать  
Дата

## 1. Общие сведения

### 1.1. Наименование системы

#### 1.1.1. Полное наименование системы

Разработка робота – манипулятора с управлением через web-интерфейс.

#### 1.1.2. Краткое наименование: Робот – манипулятор.

### 1.2. Основание для проведения работ

Работа выполняется на основании индивидуального задания на выпускную квалификационную работу.

### 1.3. Наименование организации – Заказчика и Разработчика

#### 1.3.1. Заказчик

Заказчик: ЛФ ПНИПУ

Адрес фактический: г. Лысьва, ул. Ленина 2

Телефон/Факс: +7 (342) 4961255

#### 1.3.2. Разработчик

Разработчик: Погудина Татьяна Эдуардовна

Адрес фактический: г. Лысьва

Телефон/Факс: +7 (952) 661\*\*\*\*

### 1.4. Плановые сроки начала и окончания работы

Срок начала работы: 01.10.2022

Срок окончания работы: 22.06.2022.

### 1.5. Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ

Порядок выполнения работ разработчик сдает поэтапно согласно календарному плану проекта. По завершении каждого этапа работы разработчик передает заказчику соответствующий отчетный документ по этапу.

## 2. Назначение и цели создания (развития) системы

### 2.1. Цели создания системы

Целью данной системы является разработка робота – манипулятора с управлением через web-интерфейс

### 2.2. Назначение системы

Учебный робот манипулятор.

### 3. Характеристика объекта автоматизации

Робот-манипулятор

Материал корпуса: акрил.

Вес: 460г.

Длина 200мм, высота 200 мм, ширина 150мм

### 4. Требования к системе

#### 4.1. Требования к системе в целом

##### 4.1.1. Требования к структуре и функционированию системы

Список функций, выполняемых системой:

- захват,
- вращение.

В состав робота-манипулятора в целом входит:

- контроллер esp32,
- 4 сервопривода,
- антенна wifi,
- понижающий преобразователь dc-dc.

##### 4.1.2. Технические характеристики устройства

- напряжение питания – от 3,7 до 12В,
- максимальный ток потребления –1 А,
- физическая среда реализации – микроконтроллер esp32.

##### 4.1.3. Требования к надежности

###### 4.1.3.1. Состав показателей надежности для системы в целом

Уровень надежности должен достигаться согласованным применением организационных, организационно-технических мероприятий и программно-аппаратных средств. Надежность должна обеспечиваться за счет:

- применения технических средств, системного и базового программного обеспечения, соответствующих классу решаемых задач;

- соблюдения правил эксплуатации и технического обслуживания программно аппаратных средств;

#### 4.1.4. Требования к эргономике и технической эстетике

Подсистема формирования и визуализации отчетности данных должна обеспечивать удобный для конечного пользователя интерфейс, отвечающий следующим требованиям. В части внешнего оформления:

- должно быть обеспечено наличие локализованного (русскоязычного) интерфейса пользователя,
- интерфейс должен быть интуитивно понятным, чтобы им мог пользоваться любой оператор-пользователь, не являющийся экспертом в данной области.

#### 4.1.5. Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов системы

Типы, условия, хранение и транспортировка.

Окружающий воздух от 40 до 10С, влажность относительно 75 при относительной влажности 15С, давление атмосферного давления от 630-800 мм ртутного столба.

#### 4.1.6. Требования к безопасности

Системные технические средства должны отвечать требованиям «Правил электроустановки» и правилам техники безопасности вычислительных средств, используемых в АС по ГОСТ 25.861-83. 21.

Все комплектующие технических средств системы, находящиеся под напряжением, должны иметь защиту от случайного прикосновения человека к токоведущим частям, а сами технические средства должны быть заземлены в соответствии с требованием ГОСТ 12.1.030-81 и «Правил устройства электроустановок». Требования безопасности должны соответствовать следующим документам:

- ГОСТ 12.1.004-85 «ССБТ. Пожарная безопасность общие требования»;

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

#### 4.1.7. Требования к защите от влияния внешних воздействий

Способы защиты электронных устройств от негативного воздействия внешней среды. Среди них такие как:

- защита изделия влагозащитным покрытием,
- заливка компаундом или гелем,
- герметизация изделия в корпусе, а так же придание дополнительной механической прочности при помощи клеев-герметиков.

5. Состав и содержание работ по созданию системы;

6. Порядок контроля и приемки системы;

##### 6.1. Общие сведения

В соответствии с ГОСТ 34.603-92 при вводе системы управления в промышленную эксплуатацию предусмотрены следующие виды испытаний: предварительные, опытная эксплуатация, приемочные.

За критерий функциональности системы принимаются выполнения возложенных функций системы и требований настоящего ТК, если в условиях функционирования системы отсутствуют нарушения условий функционирования.

##### 6.2. Предварительная эксплуатация

Согласно ГОСТ 34.603-92 предварительные испытания системы проводятся для определения ее работоспособности и решения вопроса о возможности приемки в опытную эксплуатацию. Предварительные испытания должны проводиться после проведения отладки и тестирования, поставляемых программных и технических средств системы (подсистемы), а также после ознакомления персонала с эксплуатационной документацией.

##### 6.3. Опытная эксплуатация

Согласно ГОСТу 34. 603-92 годы опытной эксплуатации системы проводятся с целью оценки соответствия созданной системы ТЗ-требованиям, а также готовности сотрудников к выполнению работ в условиях эксплуатации системы.

Продолжительность эксплуатации опыта должен быть достаточным для того, чтобы проверить правильное функционирование системы. Во время опытной эксплуатации системы ведется рабочий журнал, в который заносятся сведения о результатах наблюдения за правильностью ее функционирования, об отказах, сбоях, аварийных ситуациях и т.д. По результатам опытной эксплуатации составляется акт о завершении опытной эксплуатации и допуске системы к приемочным испытаниям.

#### 6.4. Приемочные испытания

В соответствии ГОСТ 34.603-92 приемочные испытания системы проводятся для определения соответствия АСУ техническому заданию, оценки качества опытной эксплуатации и решения вопроса о возможности приемки системы в постоянную эксплуатацию. После приемки системы в постоянную эксплуатацию ответственность за ее функционирование должен нести Заказчик.

#### 7. Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие

Фазы ввода в эксплуатацию системы управления устанавливаются следующим образом.

- создание технических средств системы;
- настройка функций системы.

В процессе создания системы и ввода ее в действие выполняются следующие виды работ:

- организуется наладка всех технических средств нижнего уровня системы контроля.

#### 8. Требования к документированию

Эксплуатационная документация должна быть достаточной для ввода системы в эксплуатацию и должна быть действительной для ее работы. Он должен содержать информацию, необходимую для быстрой, качественной и правильной эксплуатации, содержать инструкции по действиям персонала в случае аварии или неисправности, а также не содержать информацию, допускающую неоднозначное толкование.

#### 9. Источники разработки

Документы и информационные материалы, на основании которых разработано настоящее ТЗ:

- ГОСТ 34.602-89. Информационная технология. Комплекс стандартов– на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы;
- ГОСТ 24.207-80. Требования к содержанию документов по– программному обеспечению;
- ГОСТ 24.602-86. Состав и содержание работ по стадиям;
- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным– электронно-вычислительным машинам и организации работы;
- ГОСТ 34.601-90 Информационная технология. Комплекс стандартов– на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания;
- ГОСТ 34.603-92 Виды испытаний автоматизированных систем.

---

(код ТЗ)

**СОСТАВИЛИ**

Наименование организации, предприятия	Должность исполнителя	Фамилия, имя, отчество	Подпись	Дата

**СОГЛАСОВАНО**

Наименование организации, предприятия	Должность исполнителя	Фамилия, имя, отчество	Подпись	Дата