

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт ИСГТ

Направление подготовки 27.03.04 Управление в технических системах

Кафедра Автоматики и Компьютерных Систем

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Программное обеспечение транспортного манипулятора на базе Arduino

УДК 621.865.8:004.41

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158А30	Чжао Цзяюй		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. АиКС	Цапко И.В.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. МЕН	Кузьмина Н.Г.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Штейнле А.В.	к.м.н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

И.О. зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
АиКС	Суходоев М.С.	к.т.н.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
158А30	Чжао Цзяюй

Институт	ИСГТ	Кафедра	АиКС
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	27.03.04 Управление в технических системах

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Должностной оклад научного руководителя – 26300 руб. Должностной оклад инженера – 17000 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Норма амортизации – 20%
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Социальные отчисления – 30% от ФЗП

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Планирование работ и их временная оценка
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Смета затрат на проект
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Анализ полученных результатов

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

График Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	06.02.2017
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. МЕН	Кузьмина Наталия Геннадьевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158А30	Чжао Цзяюй		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
158А30	Чжао Цзяюй

Институт	ИСГТ	Кафедра	АиКС
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	27.03.04 Управление в технических системах

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Работа проводилась в помещении №117 на первом этаже в десятом корпусе Национального исследовательского Томского политехнического университета. Технический процесс заключается в использовании компьютера.</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>Данный раздел основан на следующих документах: ГОСТ 12.1.005-88, СанПиН 2.2.4.548-96, СНиП 23-05-95, ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ 12.1.004-91, ГОСТ 12.1.003-83</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>В процессе возникли следующие вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отклонение показателей микроклимата в помещении; 2. Недостаточная освещённость рабочей зоны; 3. Монотонный режим работы; 4. Превышение уровней шума; 5. Превышение уровней электромагнитных излучений.
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); 	<p>Опасный фактор: Электрический ток, статическое электричество и пожар опасность Действие электрического тока на живую ткань носит разносторонний и своеобразный характер. Прохождение тока может вызывать у человека раздражение и повреждение различных органов. Пороговый неотпускающий ток составляет 50 Гц (6–16мА). Основные коллективные способы и средства электрозащиты: изоляция</p>

– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	токопроводящих частей (проводов) и её непрерывный контроль; установка оградительных устройств. Индивидуальные основные изолирующие электрозащитные средства способны длительно выдерживать рабочее напряжение электроустановок.
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Материалы, из которых сделан компьютер, разлагаются десятки и даже сотни лет. Поэтому утилизация компьютеров, оргтехники и другого оборудования – социальная обязанность каждой организации и отдельно взятого человека, который хочет жить в гармонии с природой.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	В связи с использованием компьютера существуют опасности пожар. Чтобы избежать такой опасности необходимы следующие мероприятия: 1) создание запасов средств индивидуальной защиты и поддержание их в готовности; 2) наличие и поддержание в постоянной готовности системы общего оперативного и локального оповещения и информации о пожаре и взрыве; 3) проектирование, размещение, строительство и эксплуатация объектов инфраструктуры, в том числе и потенциально опасных.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Перечень основных нормативных актов, содержащих требования по охране труда.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	План расположения светильников, план эвакуации.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	06.02.2017
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Штейнле Александр Владимирович	К.М.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158А30	Чжао Цзяюй		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения (Выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Обладать естественнонаучными и математическими знаниями для решения инженерных задач в области разработки, производства и эксплуатации систем управления техническими объектами и средств автоматизации.
P2	Обладать знаниями о передовом отечественном и зарубежном опыте в области управления техническими объектами с использованием вычислительной техники
P3	Применять полученные знания (P1 и P2) для формулирования и решения инженерных задач при проектировании, производстве и эксплуатации современных систем управления техническими объектами и их составляющих с использованием передовых научно-технических знаний, достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие методы анализа и синтеза систем управления, методы расчета средств автоматизации, уметь выбирать и использовать подходящее программное обеспечение, техническое оборудование, приборы и оснащение для автоматизации и управления техническими объектами.
P5	Уметь находить электронные и литературные источники информации для решения задач по управлению техническими объектами.
P6	Уметь планировать и проводить эксперименты, обрабатывать данные и проводить моделирование с использованием вычислительной техники, использовать их результаты для ведения инновационной инженерной деятельности в области управления техническими объектами.
P7	Демонстрировать компетенции, связанные с инженерной деятельностью в области научно-исследовательских работ, проектирования и эксплуатации систем управления и средств автоматизации на предприятиях и организациях – потенциальных работодателях, а также готовность следовать их корпоративной культуре

Универсальные компетенции

P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации и управления техническими объектами, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам.
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Кибернетики
Направление подготовки 27.03.04 Управление в технических системах
Кафедра Автоматики и Компьютерных Систем

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. зав. кафедрой
_____ Суходоев М.С.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
158А30	Чжао Цзяюй

Тема работы:

Программное обеспечение транспортного манипулятора на базе Arduino

Утверждена приказом директора (дата, номер)

09.03.2017, № 786/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

02.06.2017

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

1. Контроллер Arduino UNO;
2. Манипулятор;
3. Сервопривод MG996R;
4. Ультразвуковой датчик расстояния HC-SR04.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изучить основы управления манипулятором, ознакомиться с языком программирования Arduino; 2. Изучить принципы работы сервоприводов; 3. Составить схему подключения устройств к плате Arduino; 4. Создать кинематическую и механическую схему манипулятора. 5. Разработать программу управления манипулятором и проверить правильность ее выполнения.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Презентация в формате Чжао Цзяюй.pptx на 15 слайдах</p>

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, рурсурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Кузьмина Н.Г.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Штейнле А.В.</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>06.02.2017</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Цапко Ирина Валериевна	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158А30	Чжао Цзяюй		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 71 страницы, 22 рисунков, 8 таблиц, 22 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: манипулятор, шесть степеней свободы, Arduino, сервопривод.

Цель работы – разработать программное обеспечение на базе контроллера Arduino для управления транспортным манипулятором с целью моделирования процесса разгрузки.

Объектом исследования является манипулятор «роборука», обладающий шестью степенями свободы и позволяющий поднимать и переставлять небольшие предметы.

В процессе выполнения работы были изучены основные компоненты аппаратной части – плата контроллера Arduino UNO, сервопривод MG996 а также модуль питания. В качестве программной части разработана программа, позволяющая поднимать предметы с одной стороны платформы и переставлять их на другую сторону.

В разделах финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение представлены экономическая эффективность и значимость работы, себестоимость исследуемой системы.

Настоящая работа представляет собой исследование и проектирование системы управления, основанной на дизайне манипулятора с шестью степенями свободы. Целью работы было развитие высокой стабильности, надежности и четкости системы управления.

Abstract

The final qualifying work contains: 71 pages, 22 pictures, 8 tables, 22 literatures, 1 application.

Keywords: Six degrees of freedom of the manipulator, Arduino, servo-drive MG996

The purpose of the work is to develop the software of a transport manipulator based on Arduino.

The object of research is the manipulator.

In accordance with the management requirements of the robotic system, the overall design of the system management program is based on a single processor. In terms of hardware, most of the discussion discusses how to use the Arduino card, the MG996 servo drive and the power module as the main components, the creation of a collaborative motion control system by creating hardware platforms and a software management program.

As a result, studies show that the system can significantly improve the accuracy of control and improve system stability, accuracy, so that the accuracy of the manipulator positioning has been significantly improved and improved.

The economic efficiency and significance of the work, the cost of the system under investigation is presented in the chapter on financial management, resource efficiency and resource saving.

This paper is a study and design of a control system based on a design with six degrees of freedom. And we strive to develop high stability, reliability and a clear management system.

Оглавление

Введение.....	12
1. Теоретические основы манипуляторов.....	14
1.1 Обзор манипуляторов.....	14
1.1.1 Значение исследования манипуляторов.....	14
1.1.2 Развитие манипуляторов.....	14
1.1.3 Классификация манипуляторов.....	15
1.2 Основные принципы проектирования манипуляторов.....	17
1.2.1 Кинематическая модель манипулятора.....	17
1.2.2 Механическая модель манипулятора.....	18
2. Управление манипулятором.....	20
2.1 Функциональная схема подключения.....	20
2.2 Микроконтроллер Arduino.....	20
2.2.1 Общая информация о контроллере Arduino UNO.....	21
2.2.2 Система питания контроллера Arduino UNO.....	22
2.3 Обзор сервопривода.....	23
2.3.1 Состав сервопривода.....	23
2.3.2 Виды сервоприводов.....	24
2.3.3 Выбор приводной системы.....	25
2.3.4 Подключение контроллера Arduino к сервоприводу.....	26
2.4 Программирование на базе контроллера Arduino.....	26
3. Разработка программы управления манипулятором.....	28
3.1 Кинематика движений руки.....	28
3.1.1 Обратная задача кинематики.....	28
3.1.2 Решение обратной задачи кинематики для манипулятора.....	30
3.2 Программа управления манипулятором.....	32
3.2.1 Ультразвуковой датчик расстояния.....	32
3.2.2 Программа подключения датчика к Arduino.....	33
3.2.3 Схема алгоритма работы программы.....	34
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	35
4.1 Календарный план работ и оценка времени их выполнения.....	35
4.2 Смета затрат на проект.....	39
4.2.1 Материальные затраты.....	39
4.2.2 Амортизация компьютерной техники.....	39
4.2.3 Затраты на заработную плату.....	40
4.2.4 Затраты на социальные нужды.....	41
4.2.5 Прочие затраты.....	41
4.2.6 Накладные расходы.....	41
5. Социальная ответственность.....	42
5.1 Техногенная безопасность.....	44
5.1.1 Анализ вредных факторов производственной среды.....	44
5.1.2 Анализ опасных факторов производственной среды.....	47
5.2 Региональная безопасность.....	50

5.2.1	Защита атмосферы	50
5.2.2	Защита гидросферы	52
5.2.3	Защита литосферы	55
5.3	Организационные мероприятия обеспечения безопасности	57
5.4	Особенности законодательного регулирования проектных решений	59
5.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	60
	Заключение	63
	Conclusion	64
	Список используемых источников	65
	Приложение	67

Введение

Данная бакалаврская работа посвящена разработке программного обеспечения транспортного манипулятора базе контроллера Arduino.

В последние годы, манипуляторы широко используются в промышленном контроле, специальной работе, медицинских устройствах и в качестве домашних роботов. Особую роль играют исследования роботизированных систем управления оружием. В любом случае, основными задачами при управлении манипуляторами являются повышение производительности и точности, стабильности и выполнимости.

Автоматизация производства в современных условиях является одним из ключевых направлений развития промышленности. Результатом является рост его эффективности, повышение качества выпускаемой продукции, а также сокращения доли рабочих, занятых в различных сферах производства.

Роботизированные комплексы, включающие в себя механические манипуляторы и системы управления ими, являются основными элементами автоматизации промышленных предприятий. Применение промышленных манипуляторов позволяет исключить влияние человеческого фактора на производстве, повышает точность выполнения технологических операций, а также значительно уменьшает воздействие вредных факторов на персонал, сокращает площадь производственных помещений и обеспечивает бесперебойную работу производства в течении 365 дней в году.

Целью данной работы является разработка программного обеспечения на базе контроллера Arduino для управления транспортным манипулятором с целью моделирования процесса разгрузки.

В связи с поставленной целью намечены следующие задачи:

1. Изучить основы управления манипулятором, ознакомиться с языком программирования Arduino;
2. Изучить принципы работы сервоприводов, используемых в

манипуляторе;

3. Составить схему подключения устройств к плате Arduino;
4. Создать кинематическую и механическую схему манипулятора.
5. Разработать программу управления манипулятором и проверить

правильность ее выполнения.

В работе были использованы следующие методы: кинематический анализ и моделирование.

Результаты исследования в основном могут быть применены в поточной линии завода и в учебном процессе.

1. Теоретические основы манипуляторов

1.1 Обзор манипуляторов

1.1.1 Значение исследования манипуляторов

Промышленный робот – это автоматическая машина, состоящая из манипулятора и устройства, позволяющего программно управлять его движением. Манипулятор – это пространственный механизм, предназначенный для управления движениями и пространственным положением объектов. Как правило, работой манипулятора управляет человек или программируемое автоматическое устройство. Изначально манипуляторы предназначались для выполнения работ в условиях недоступных или опасных для человека. В настоящее время манипуляторы нашли широкое применение во многих отраслях деятельности: в промышленности, медицине и т.д.

Использование манипулятора в промышленных процессах, позволяет повысить эффективность производства и снизить степень труда работников. Поэтому в последние годы, манипулятор находит все более и более широкое применение.

1.1.2 Развитие манипуляторов

Развитие манипулятора можно проследить следующим образом:

Изначально был разработан самый простой вид манипулятора, который выполняет повторение движений согласно заранее установленной траектории. Манипулятор данного вида не имеет сенсоров и, соответственно, не может чувствовать окружающую среду. Поэтому применение таких манипуляторов ограничено.

Следующий вид манипуляторов имеет видение, тактильные и другие внешние сенсорные функции. Это манипулятор может адаптироваться к изменениям окружающей среды, и поэтому он может выполнять более сложные типы работ.



Рисунок 1 – Манипулятор в линии производства автомашины

Третий вид манипуляторов имеет не только сенсорные функции вышеупомянутого манипулятора, но также имеет функции планирования и принятия решений. Этот манипулятор может автономно работать в условиях изменения окружающей обстановки.

1.1.3 Классификация манипуляторов

Существует достаточно много классификационных признаков, согласно которым все манипуляторы можно разделить на категории. Например, по характеру выполняемых технологических операций манипуляторы подразделяются на основные, универсальные и вспомогательные; по виду производства можно выделить сварочные, окрасочные, сборочные и т.д.; так же можно выделить следующие классификационные признаки манипуляторов: по грузоподъемности, по числу подвижности, по виду программы и т.п.

По системе координат, позволяющей определить кинематику основных движений, манипуляторы разделяются на следующие 4 типа:

1. Манипулятор в прямоугольной системе координат (Рис.2):

Он состоит из трех (или двух) линейных взаимно перпендикулярных суставов. Для определения положения захвата необходимо прямолинейно перемещать звенья системы.

2. Манипулятор в цилиндрической системе координат (Рис.3):

Он состоит из двух скользящих вдоль линейной оси суставов и одного

поворотного, для лучшего определения положения объекта. Этот манипулятор характеризуется высокой точностью и простотой управление, но имеет сложную конструкцию подвижного вала.

3. Манипулятор в полярной системе координат (Рис.4):

Он состоит из одного скользящего сустава и двух поворотных суставов, для определения положения объекта. Такой манипулятор как правило небольшого размера, имеет компактную структуру, но имеет проблемы, связанные с балансом и может допускать ошибки положения, связанные с длиной плеча.

4. Шарнирный манипулятор (Рис.5):

Этот манипулятор является наиболее распространенной конфигурацией промышленных манипуляторов. Суставы его все поворотные, как рука человека. У манипулятора небольшого размера, компактная структура, большие рабочие пространства, но точность положения плохая, и процесс управления более сложный.

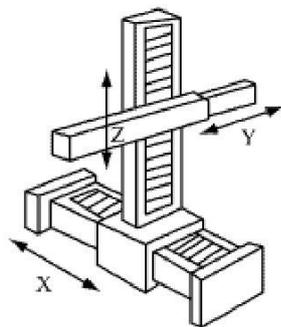


Рисунок 2 – Манипулятор в прямоугольной системе координат

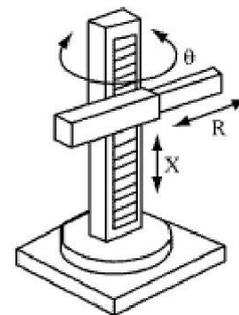


Рисунок 3 – Манипулятор в цилиндрической системе координат

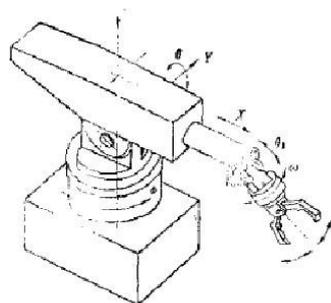


Рисунок 4 – Манипулятор в полярной системе координат

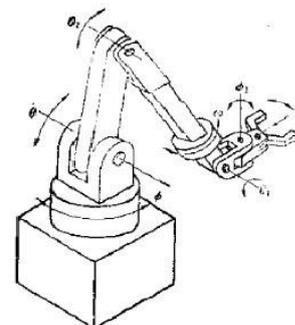


Рисунок 5 – Шарнирный манипулятор

1.2 Основные принципы проектирования манипуляторов

Проектирование манипулятора должно быть основаны на видах движений, выполняемых им, количестве степеней свободы движения, массы и силы захвата и других факторов. Общая масса системы относительно велика, и сила, приводящая в движение составные части манипулятора может быть различной, поэтому качество подвижных частей влияет на прочность и жесткость манипулятора. Поэтому, как правило, проектирование манипуляторов проводится в соответствии со следующими требованиями:

- Большая жесткость. Чтобы избежать деформации манипулятора во время его движения необходимо правильно выбрать форму поперечного сечения рычага.
- Хорошая ориентация. Для того, чтобы избежать ненужных относительных перемещений манипулятора во время движения, рычаг предпочтительно выполнять в виде квадрата.
- Маленький момент силы. Необходимо максимально уменьшить массу подвижных частей манипулятора.
- Шарнирный манипулятор не только имеет преимущество большого угла движения, ещё может перемещаться в большем пространстве.

1.2.1 Кинематическая модель манипулятора

Основное функциональное назначение манипуляторов состоит в обеспечении перемещения объекта манипулирования в пространстве по заданной траектории и с заданной ориентацией. Для полного выполнения этого требования основной механизм манипулятора должен иметь не менее шести степеней свободы. Однако, манипуляторы с шестью степенями свободы сложны как в изготовлении, так и в эксплуатации. Поэтому в реальных конструкциях используется менее сложные конструкции с меньшим количеством степеней подвижности. Наиболее простые манипуляторы имеют три, реже две, степени свободы, что удешевляет и упрощает конструкцию.

Кинематическая схема манипулятора (рис. 6) задает форму рабочей зоны и возможности манипулирования объектом.

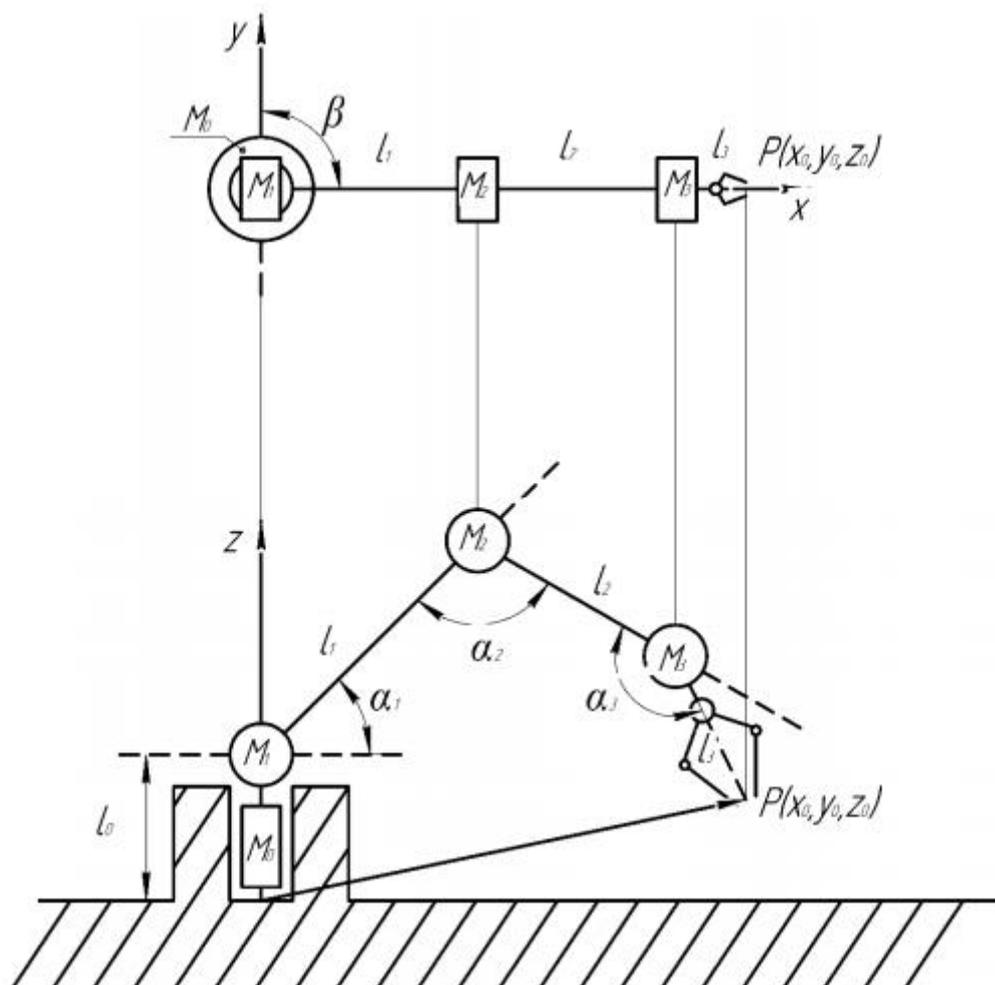


Рисунок 6 – Кинематическая модель манипулятора

1.2.2 Механическая модель манипулятора

Роботизированная рука представляет собой автоматизированное механическое устройство. Качественная конструкция обеспечивает точное и повторяемое позиционирование манипулятора. Манипулятор, используемый в данной работе, имеет шесть степеней свободы, обеспечиваемых шестью сервоприводами марки MG996R. Он позволяет захватывать и перемещать небольшие предметы, движение манипулятора осуществляется под управлением платы микроконтроллера Arduino. Внешний вид манипулятора и его захвата изображен на рисунках.

В данном манипуляторе два сервопривода обеспечивают вращательные

движения (у основания платформы и захвата), один сервопривод обеспечивает функцию захвата и три сервопривода обеспечивают угловые перемещения звеньев.

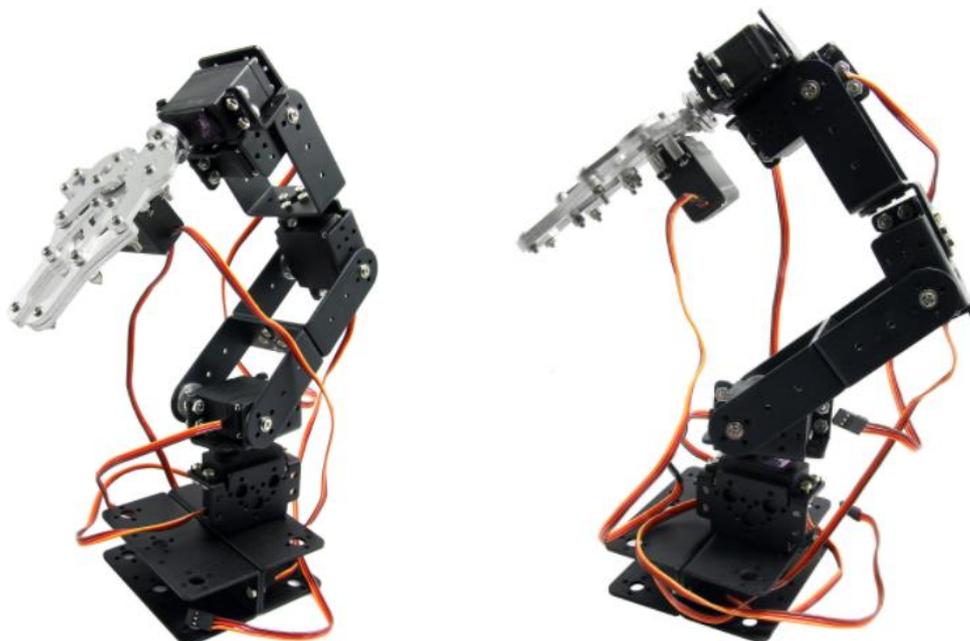


Рисунок 7 – Внешний вид манипулятора



Рисунок 8 – Внешний вид захвата манипулятора

2. Управление манипулятором

2.1 Функциональная схема подключения

Общая функциональная схема подключения сервопривода, обеспечивающего подвижность суставов манипулятора приведена на рисунке.

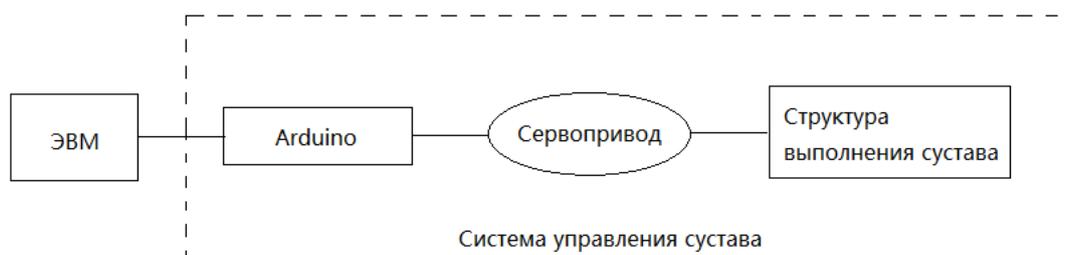


Рисунок 9 – Функциональная схема подключения

ЭВМ используется для управления всей системой, передачи команд и расчёта траектории движения сустава манипулятора. Загрузка программы из ЭВМ в Arduino осуществляется через COM порт. В процессе выполнения программы на плате Arduino сигналы передаются на сервоприводы, позволяя суставам манипулятора перемещаться в заданное положение посредством вращения сервоприводов на заданный в программе угол.

2.2 Микроконтроллер Arduino

Arduino — это торговая марка аппаратно-программных средств для построения простых систем автоматики и робототехники, ориентированная на непрофессиональных пользователей. Программная часть (Рис.10) включает в себя бесплатную программную оболочку (IDE) для написания программ, их компиляции и программирования аппаратуры. Аппаратная часть (Рис.11) состоит из набора смонтированных печатных плат. Печатные платы могут продаваться как официальным производителем, так и сторонними. Система имеет полностью открытую архитектуру, что позволяет свободно копировать или дополнять линейку продукции Arduino [1].



Рисунок 10 – Программная часть



Рисунок 11 – Аппаратная часть

Arduino может использоваться как для создания автономных интерактивных объектов, так и подключаться к программному обеспечению, выполняемому на компьютере.

2.2.1 Общая информация о контроллере Arduino UNO

Микроконтроллер Arduino UNO обладает следующими характеристиками [2]:

- 14 цифровых портов входа-выхода (6 из них поддерживают режим ШИМ модуляции);
- 6 аналоговых входов;
- частота тактирования 16 МГц;
- USB порт;
- разъем питания;
- разъем внутрисхемного программирования;
- кнопка сброса.

У платы есть все необходимые компоненты для обеспечения работы микроконтроллера. Достаточно подключить USB кабель к компьютеру и

подать питание. Микроконтроллер установлен на колодке, что позволяет легко заменить его в случае выхода из строя.

Его технические характеристики показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики платы Arduino UNO

Наименование показателя	Значение показателя
Тип микроконтроллер	ATmega328P
Напряжение питания микроконтроллера	5 В
Рекомендуемое напряжение питания платы	7-12 В
Предельно допустимое напряжение питания платы	6-20 В
Цифровые входы-выходы	14(из них 6 поддерживают ШИМ)
Выходы ШИМ модуляции	6
Аналоговые входы	6
Допустимый ток цифровых выходов	20 мА
Допустимый ток выхода 3.3 В	50мА
Объем флэш памяти(FLASH)	32 кБ(из которых 0.5 кБ используется загрузчиком)
Объем оперативной памяти(SRAM)	2кБ
Объем энергонезависимой памяти (EEPROM)	1кБ
Частота тактирования	16 МГц
Длина платы	68.6 мм
Ширина платы	53.4 мм
Вес	25 г

2.2.2 Система питания контроллера Arduino UNO

Плата UNO может получать питание от USB порта или от внешнего источника. Источник питания выбирается автоматически. В качестве внешнего источника питания может использоваться сетевой адаптер или батарея. Адаптер подключается через разъем диаметром 2,1 мм (центральный контакт – положительный). Батарея подключается к контактам GND и Vin разъема POWER.

Напряжение внешнего источника питания может быть в диапазоне 6 – 20 В. Но рекомендуется не допускать снижение напряжения ниже 7В из-за

нестабильной работы устройства. Также нежелательно повышать напряжение питания более 12 В, т.к. может перегреться стабилизатор и выйти из строя. Т.е. рекомендуемый диапазон напряжения питания 7 – 12 В.

Для подключения питания могут быть использованы выводы, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Выводы для подключения питания

Выводы	Объяснения выводов
Vin	Питание платы от внешнего источника питания. Не связано с питанием 5 В от USB или выходами других стабилизаторов. Через этот контакт можно получать питание для своего устройства, если плата питается от адаптера.
5 V	Выход стабилизатора напряжения платы. На нем напряжение 5 В при любом способе питания. Питая плату через этот вывод не рекомендуется, т.к. не используется стабилизатор, что может привести к выходу микроконтроллера из строя.
3 V 3	Напряжение 3.3 В от стабилизатора напряжения на плате. Предельно допустимый ток потребления от этого вывода 50 мА
GND	Общий провод
IOREF	На выводе информация о рабочем напряжении платы. Плата расширения может считать значение сигнала и переключиться на режим питания 5 В или 3.3 В.

2.3 Обзор сервопривода

2.3.1 Состав сервопривода

Сервопривод — это привод с управлением через отрицательную обратную связь, позволяющую точно управлять параметрами движения объекта [3].

Сервоприводом является любой тип механического привода, имеющий

в составе датчик и блок управления приводом, автоматически поддерживающий необходимые параметры на датчике согласно заданному внешнему значению.

В состав сервоприводов входят:

- (1) привод — например, электромотор с редуктором;
- (2) датчик обратной связи — например, датчик угла поворота выходного вала редуктора;
- (3) блок питания и управления.
- (4) вход/конвертер/датчик управляющего сигнала/воздействия (может быть в составе блока управления).

2.3.2 Виды сервоприводов



Рисунок 12 – Виды сервопривода

Синхронный сервопривод — позволяет точно задавать угол поворота (с точностью до угловых минут), скорость вращения, ускорение. Разгоняется быстрее асинхронного, но в разы дороже.

Асинхронный сервопривод (Асинхронная машина с датчиком скорости) — позволяет точно задавать скорость, даже на низких оборотах.

У электромеханического сервопривода движение формируется электродвигателем и редуктором.

У электро-гидромеханического сервопривода движение формируется системой поршень-цилиндр. У данных сервоприводов быстроедействие на

порядок выше в сравнении с электромеханическими.

2.3.3 Выбор приводной системы

При выборе сервопривода для манипулятора, как правило обращают внимание на следующие требования:

- Масса приводной системы не должна быть слишком тяжелой, и эффективность должна быть выше;
- Быстрый отклик;
- Гибкие движения, погрешность перемещения и погрешность скорости небольшие;
- Безопасность и надежность;
- Простота в эксплуатации;
- Экономичный, небольшой размер.

Манипулятор, используемый в данной работе оснащен сервоприводами TowerProMG996R, обладающими следующими характеристиками:

- Модуляция: аналоговая
- Шестерни: металл
- Подшипники: двойные
- Усилие: 9,4 кг/см (при 4.8V), 11,0 кг/см (при 6,0 V)
- Вес: 55 г
- Усилие: 10 кг/см
- Скорость: 0.17 с/60о (при 4.8 V); 0.14 с/60о (при 6,0 V)
- Рабочее напряжение: 4.8 - 7.2 V
- Рабочая температура: 0 - 55оС
- Размеры: 40.7 x 19.7 x 42.9 мм
- Разъём: JR (подходит к JR и Futaba)



Рисунок 13 – Внешнее выражение сервопривода MG996R

2.3.4 Подключение контроллера Arduino к сервоприводу

GND на любой из GND пинов подключается с жёлтым проводом;
VTG на + 5 вольт на Arduino подключается с красным проводом;
SIG на ШИМ (PWM) вывод Arduino подключается с чёрным проводом. [4][5]

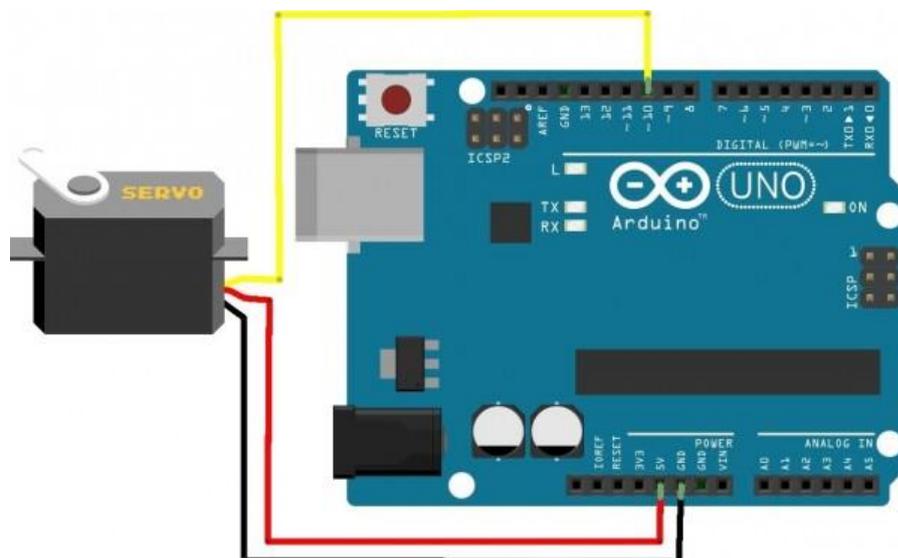


Рисунок 14 - Схема подключения модели Arduino с сервоприводом

2.4 Программирование на базе контроллера Arduino

На рисунке 15 представлен интерфейс пользователя программного обеспечения Arduino [6].

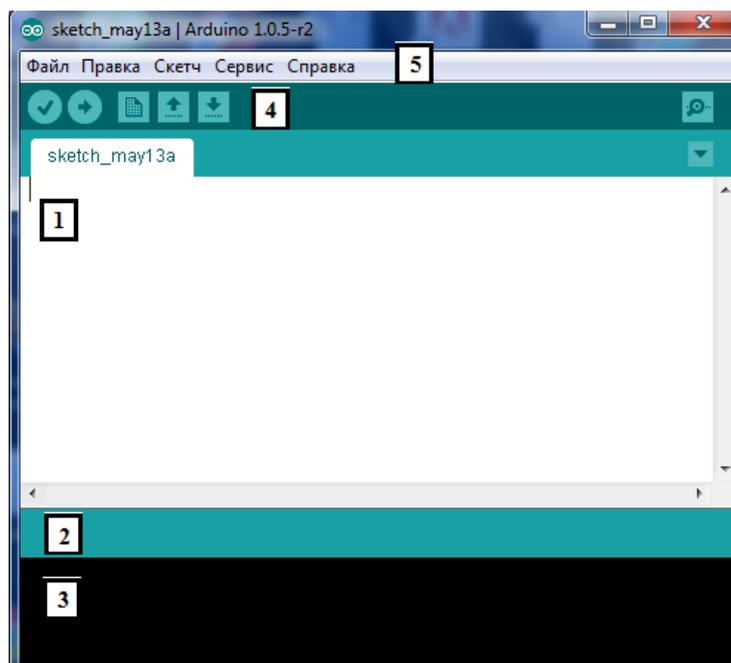


Рисунок 15 – Интерфейс пользователя Arduino

1. Текстовый редактор программного кода.
2. Область сообщений.
3. Окно вывода текста (консоли).
4. Кнопки панели инструментов (слева направо):
 - 4.1 проверка программного кода на ошибки, компиляция;
 - 4.2 загрузка скетча в Arduino;
 - 4.3 создание нового скетча;
 - 4.4 открытие меню доступа ко всем скетчам в блокноте;
 - 4.5 сохранение скетча;
 - 4.6 открытие мониторинга последовательной шины.
5. Панель инструментов.

Для загрузки программ среда разработки подключается к аппаратной части Arduino. Программа, написанная в среде Arduino, называется скетч. Скетч пишется в текстовом редакторе, имеющем инструменты вырезки/вставки, поиска/замены текста. Во время сохранения и экспорта проекта в области сообщений появляются пояснения, также могут отображаться возникшие ошибки. Окно вывода текста (консоль) показывает

сообщения Arduino, включающие полные отчеты об ошибках и другую информацию.

Загрузчик Arduino, небольшая программа, загружаемая в микроконтроллер на плате. Она позволяет загружать программный код без использования дополнительных аппаратных средств. Загрузчик активен в течении нескольких секунд при перезагрузке платформы и при загрузке любого из скетчей в микроконтроллер. Работа Загрузчика распознается по миганию светодиода (13 пин).

Библиотеки обеспечивают дополнительную функциональность скетчам, например, при работе с аппаратной частью или при обработке данных. Для выполнения данной работы достаточно использовать библиотеку Servo, предоставляющую набор функций для управления сервоприводами.

Формат команды библиотеки Servo:

servo. функция (значение управляемого параметра). Управление осуществляется следующими функциями:

attach() - присоединяет переменную к определенному пину. Синтаксис: servo.attach(pin), pin – номер вывода, к которому присоединяется сервопривод.

Пример:

```
#include <Servo.h>
Servo MyServo;
void setup()
{
  MyServo.attach(9);
}
void loop() {}
```

3. Разработка программы управления манипулятором

3.1 Кинематика движений руки

3.1.1 Обратная задача кинематики

В робототехнике, есть две основные задачи кинематики: прямая и

обратная [7].

Рассмотрим эти задачи на стандартном примере (Рис. 16) манипулятора.

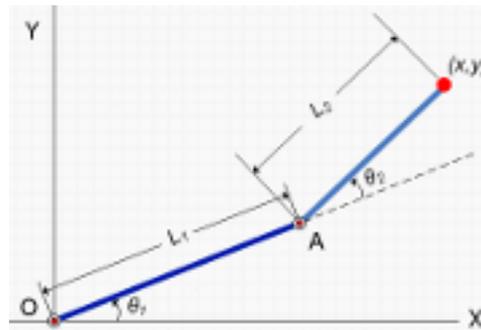


Рисунок 16 – Стандартный пример манипулятора

Прямая задача — это вычисление положения (X, Y, Z) рабочего органа манипулятора по его кинематической схеме и заданной ориентации (A_1, A_2, \dots, A_n) его звеньев (где n — число степеней свободы манипулятора, A — углы поворота).

Обратная задача — это вычисление углов (A_1, A_2, \dots, A_n) по заданному положению (X, Y, Z) рабочего органа и опять же известной схеме его кинематики.

Рассмотрим пример нахождения таких углов Q_1 и Q_2 , которые позволят манипулятору с плечом L_1 и локтем L_2 поместить рабочий орган в заданную точку (x, y) .

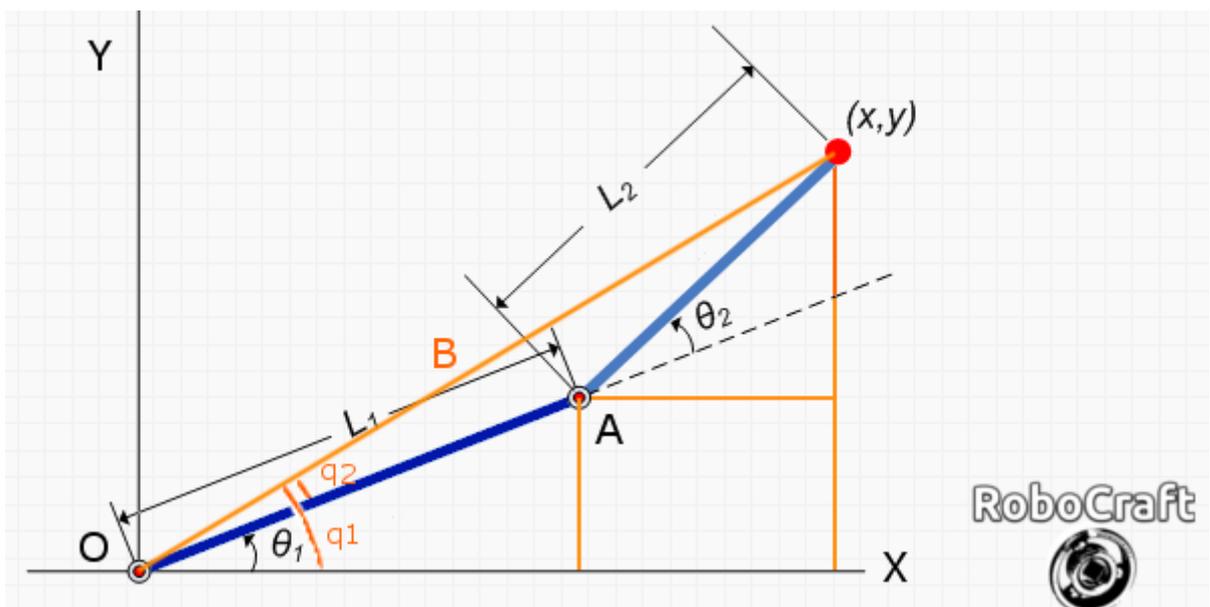


Рисунок 17 – Обратная задача стандартного примера манипулятора

Проведём прямую B , соединяющую начало координат O с заданной

точкой (x, y) .

$$B^2 = x^2 + y^2$$

$$x = B \cos q_1$$

$$y = B \sin q_1$$

Где, q_1 — угол между осью Ox и прямой B , q_2 — угол между прямой B и плечом L_1 . Отсюда получим:

$$Q_1 = q_1 - q_2$$

$$q_1 = \cos^{-1}(x/B) \text{ или } q_1 = \tan^{-1}(y/x)$$

в нашем случае, по теореме косинусов:

$$L_2^2 = B^2 + L_1^2 - 2BL_1 \cos q_2$$

$$\Leftrightarrow q_2 = \cos^{-1}(L_1^2 - L_2^2 + B^2 / 2BL_1)$$

$$Q_1 = q_1 - q_2 = \cos^{-1}(x/B) - \cos^{-1}(L_1^2 - L_2^2 + B^2 / 2BL_1)$$

по той же теореме косинусов найдём угол Q_2 : как видно по рисунку, угол Q_2 равен 180 — угол OAx .

$$B^2 = L_1^2 + L_2^2 - 2L_1L_2 \cos(\pi - Q_2)$$

$$Q_2 = \pi - \cos^{-1}(L_1^2 + L_2^2 - B^2 / 2L_1L_2)$$

По расчетам, мы можем получить углы Q_1 и Q_2 .

3.1.2 Решение обратной задачи кинематики для манипулятора

Как было уже сказано ранее, манипулятор, используемый в данной работе имеет шесть степеней свободы, обеспечиваемых работой сервоприводов: два сервопривода обеспечивают вращательные движения (вращение манипулятора у основания платформы и вращение захвата манипулятора), один сервопривод обеспечивает функцию захвата и три сервопривода обеспечивают угловые перемещения звеньев манипулятора в двумерной системе координат. Таким образом, упрощенная кинематическая схема будет выглядеть следующим образом (рисунок 18):

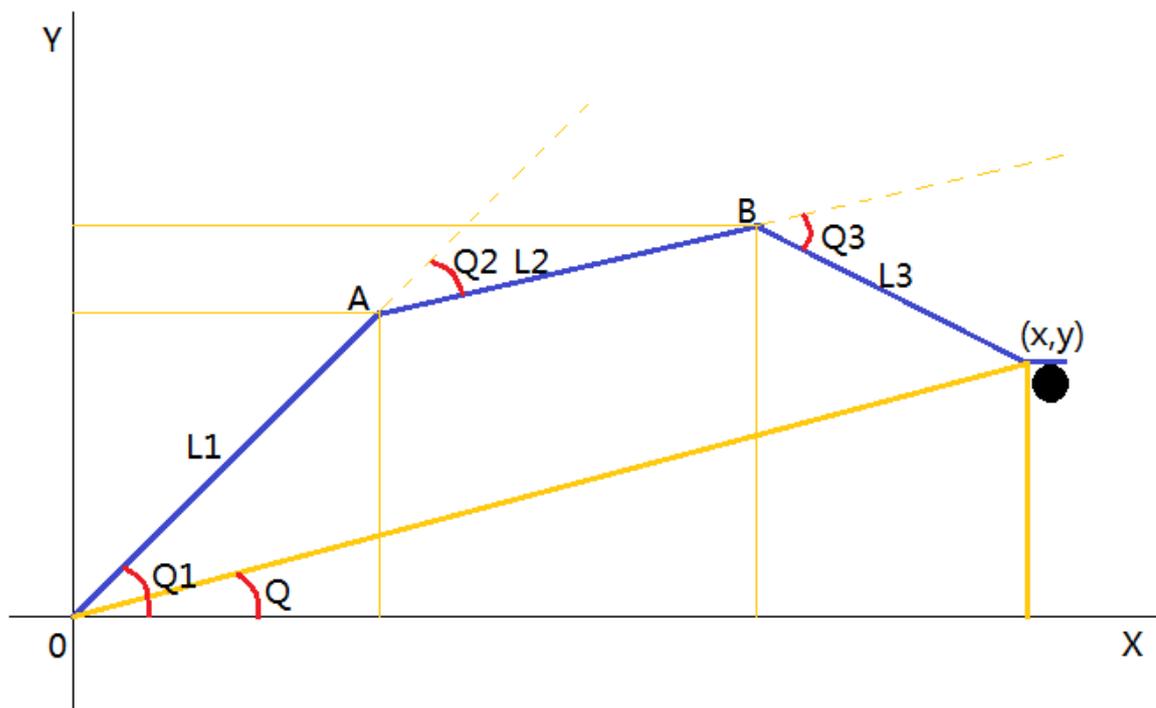


Рисунок 18 – Обратная задача нашего манипулятора

Одной из сложностей решения обратной задачи кинематики является неоднозначность конечного результата, например, для того чтобы конечная точка захвата манипулятора оказалась в требуемом месте, звенья манипулятора можно расположить в зеркальном отношении, и чем больше звеньев в цепи, тем больше вариантов решения задачи.

Применительно к задаче, поставленной на выполнение, данный манипулятор должен обеспечить перестановку предмета, подвозимого платформой, с одной стороны на другую. Поэтому, в нашем случае для избегания столкновения звеньев манипулятора с другими предметами, примем следующие допущения относительно углов положения звеньев:

$$Q_1 > 0^\circ, Q_2 < 0^\circ, Q_3 < 0^\circ$$

Обратная задача кинематики для используемого манипулятора с принятыми допущениями была решена в ПП Mathcad:

$$Q = \tan^{-1}(Y/X)$$

$$\begin{array}{lll}
Q_1 := 80 & Q_2 := -30 & Q_3 := -60 & \text{Предварительные значения} \\
L_1 := 10.5 & L_2 := 8 & L_3 := 12 & \\
X := 16 & Y := 2 & Q := 5.6 & \\
\text{Given} & & & \\
X = L_1 \cdot \cos(Q_1) + L_2 \cdot \cos(Q_1 + Q_2) + L_3 \cdot \cos(Q_1 + Q_2 + Q_3) & & & \\
Y = L_1 \cdot \sin(Q_1) + L_2 \cdot \sin(Q_1 + Q_2) + L_3 \cdot \sin(Q_1 + Q_2 + Q_3) & & & \\
Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 & & & \\
10 < Q_1 < 90 & -90 < Q_2 < 0 & -90 < Q_3 < 0 & \\
Z := \text{Find}(Q_1, Q_2, Q_3) & Z = \begin{pmatrix} 88.195 \\ -17.052 \\ -65.543 \end{pmatrix} & \text{Точные значения} &
\end{array}$$

Рисунок 19 – Решение в Mathcad

3.2 Программа управления манипулятором

3.2.1 Ультразвуковой датчик расстояния

Ультразвуковой датчик расстояния - модуль HC-SR04 использует акустическое излучение для определения расстояния до объекта, рис.20.



Рисунок 20 – Внешний вид датчика HC-SR04

3.2.2 Программа подключения датчика к Arduino

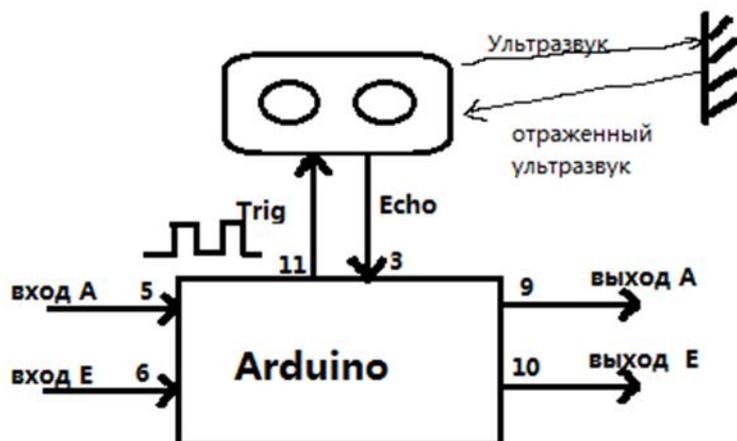


Рисунок 21 – Схема подключения датчика к Arduino

Для начала процесса измерения необходимо на вход TRIG подать сигнал высокого уровня длительностью 10 мкс. После приема отраженного сигнала, датчик формирует на выводе ECHO импульс высокого уровня, длительность которого пропорционально расстоянию до преграды (150мкс-25мс). Для пересчета в длины импульса в расстояние используется формула:

$$S=F/58,$$

где:

S - расстояние в сантиметрах,

F - длина импульса в микросекундах.

3.2.3 Схема алгоритма работы программы

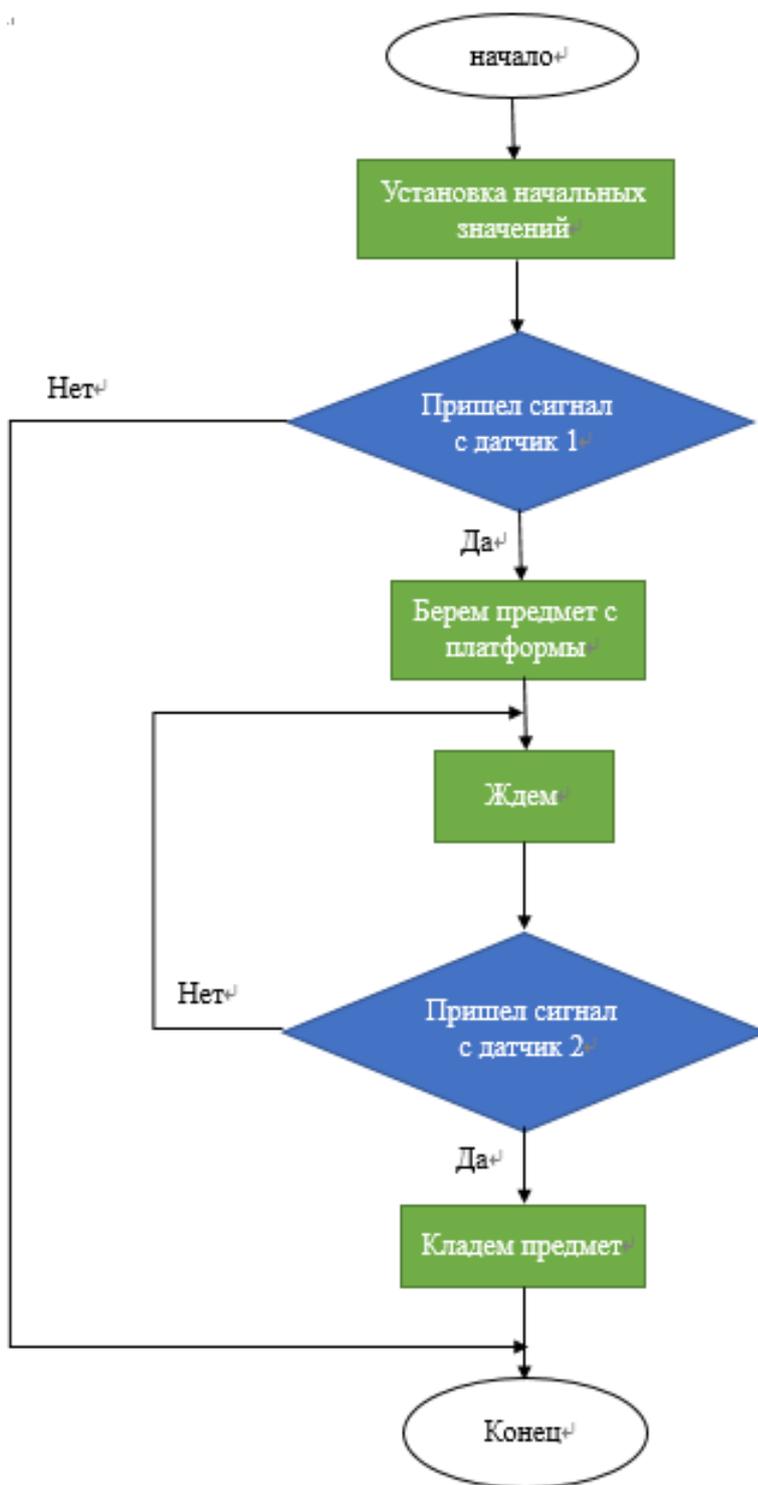


Рисунок 22 – Схема алгоритма

В результате выполнения ВКР была разработана программа, обобщенная схема которой приведена на рисунке 22. Код программы приведен в приложении.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется главным образом коммерческой ценностью разработки, а не только ее ресурс - эффективностью и высокотехнологичными свойствами, которые в начале разработки продукта бывает достаточно трудно оценить. Высокая коммерческая ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Эти моменты важно учитывать разработчикам, которые должны представлять высокие перспективы проводимых научных исследований.

Таким образом, целью работы является проведение таких научных исследований, тема которых актуальна на сегодняшний день и отвечает современным требованиям в области ресурсосбережения и ресурсоэффективности.

Достижение цели обеспечивается решением ряда задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования;
- планирование научно-исследовательской работы;
- определение возможных альтернатив проведения научного исследования, отвечающих современным требованиям в области ресурсосбережения и ресурсоэффективности.

4.1 Календарный план работ и оценка времени их выполнения

Для выполнения исследований по данной работе создана рабочая группа, состоящая из руководителя и студента. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Был составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного

исследования, проведено распределение исполнителей по видам работ. Порядок составления этапов и работ, а также распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 3. В таблице 4 представлен календарный план выполнения работ.

Таблица 3 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	Продолжительность, дни
Разработка и выдача технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель, инженер	1
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	20
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер	2
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, инженер	1
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Установка роботизированный манипулятор	Инженер	22
	6	Программу для управления манипулятора	Инженер	20
	7	Отладка манипулятора	Инженер	7
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, Инженер	4
	9	Определение целесообразности проведения ВКР	Руководитель, инженер	1
Разработка технической документации и проектирование	10	Разработка манипулятора для выполнения проекта	Инженер	2
	11	Выбор и расчет манипулятора	Инженер	2
	12	Оценка эффективности работы и применения проектируемого изделия	Инженер	3
	13	Разработка правил безопасности при использовании манипулятора	Руководитель, инженер	1
Изготовление и испытание макета	14	Конструирование и изготовление макета	Инженер	8
	15	Лабораторные испытания макета	Инженер	8
Оформление комплекта документации по ВКР	16	Составление пояснительной записки	Инженер	30
	17	Проверка пояснительной записки	Руководитель, инженер	2

Таблица 4 – Календарный план

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал.дн.	Продолжительность выполнения работ												
				Декабрь		Январь				Март				Апрель		
				13	14	6	7	8	28	18	25	28	29	31	2	5
1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель, инженер	1	■												
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	20		■											
3	Выбор направления исследований	Научный руководитель, инженер	2			■										
4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель, инженер	1				■									
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер	22					■								
6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер	20						■							
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер	7							■						
8	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, инженер	4								■					
9	Определение целесообразности проведения ВКР	Научный руководитель,	1									■				

Таким образом, был оценен объем необходимых работ, составлен календарный план их проведения и распределены обязанности участников проекта: участниками являются 2 человека - научный руководитель и инженер. Научный руководитель участвует в работе в течении 12 дней, инженер- 134 дней.

4.2 Смета затрат на проект

Затраты на выполнения проекта ($K_{пр}$) складываются из следующих составляющих:

$$K_{пр} = K_{mat} + K_{ам} + K_{з/пл} + K_{с.о.} + K_{пр} + K_{накл},$$

где K_{mat} - материальные затраты на выполнение проекта;

$K_{ам}$ -амортизация компьютерной техники;

$K_{з/пл}$ -затраты на заработную плату;

$K_{с.о.}$ -затраты на социальные нужды;

$K_{пр}$ -прочие затраты;

$K_{накл}$ -накладные расходы.

4.2.1 Материальные затраты

Материальные затраты принимаем в размере 3500 рублей на канцелярские товары.

4.2.2 Амортизация компьютерной техники

Рассчитаем амортизацию компьютерной техники $K_{ам}$:

$$K_{ам} = \frac{T_{исп.кт}}{T_{кал}} \cdot Ц_{кт} \cdot \frac{1}{T_{сл}},$$

где $T_{исп.кт}$ - время использования компьютерной техники;

$T_{кал}$ - календарное время(365 дней);

$Ц_{кт}$ -цена компьютерной техники;

$T_{сл}$ - срок службы компьютерной техники (5 лет).

Затраты и время работы компьютерной техники сведены в таблицу 4.

Таблица 5 – Стоимость и время работы компьютерного оборудования

Объект	Стоимость, руб.	Время использования, дней.
Компьютер	50000	78

Тогда амортизация составит

$$K_{ам.компьютера} = \frac{T_{исп.кт}}{T_{кал}} \times u_{кт} \times \frac{1}{T_{сл}} = \frac{78}{365} \times 50000 \times \frac{1}{5} = 2137 \text{ руб}$$

$$K_{ам} = K_{ам.компьютера} = 2137 \text{ руб}$$

4.2.3 Затраты на заработную плату

Зарботная плата рассчитывается для инженера и научного руководителя:

$$K_{з/пл} = ЗП_{инж} + ЗП_{нр}$$

где $ЗП_{инж}$ – зарботная плата инженера;

$ЗП_{нр}$ - зарботная плата научного руководителя.

Зарботная плата за месяц:

$$ЗП_{мес} = ЗП_0 \times k_1 \times k_2$$

где $ЗП_0$ – месячный оклад, руб.;

k_1 – коэффициент, учитывающий отпуск (10%);

k_2 – районный коэффициент (30%).

Зарботная плата инженера (10 разряд):

$$ЗП_{инж} = ЗП_0 \times k_1 \times k_2 = 17000 \times 1,1 \times 1,3 = 24310 \text{ руб}$$

Зарботная плата научного руководителя (15 разряд):

$$ЗП_{нр} = ЗП_0 \times k_1 \times k_2 = 26300 \times 1,1 \times 1,3 = 37609 \text{ руб}$$

Рассчитаем заработную плату за количество отработанных дней по факту:

$$ЗП_{\text{инж.фак.}} = \frac{ЗП_{\text{инж}}}{21} \times n = \frac{24310}{21} \times 134 = 155121 \text{ руб}$$

$$ЗП_{\text{нр.фак.}} = \frac{ЗП_{\text{нр}}}{21} \times n = \frac{37609}{21} \times 12 = 21491 \text{ руб}$$

где n- фактическое число дней работы в проекте.

В итоге затраты на оплату труда руководителя ВКР и инженера составят:

$$K_{з/пл} = ЗП_{\text{инж.фак.}} + ЗП_{\text{нр.фак.}} = 155121 + 21491 = 176612 \text{ руб}$$

4.2.4 Затраты на социальные нужды

Затраты на социальные отчисления составляют 30% от $K_{з/пл}$ и равны:

$$K_{с.о.} = K_{з/пл} \times 0,3 = 176612 \times 0,3 = 52984 \text{ руб}$$

4.2.5 Прочие затраты

Прочие затраты принимаем в размере 10% от суммы материальных и амортизационных затрат, затрат на заработную плату, а также затрат на социальные отчисления:

$$\begin{aligned} K_{пр} &= (K_{\text{мат}} + K_{\text{ам}} + K_{з/пл} + K_{с.о.}) \times 0,1 \\ &= (3500 + 2137 + 176612 + 52984) \times 0,1 = 23523 \text{ руб} \end{aligned}$$

4.2.6 Накладные расходы

Накладные расходы принимаем в размере 200% от затрат на заработную плату $K_{з/пл}$:

$$K_{\text{накл}} = K_{з/пл} \times 2 = 176612 \times 2 = 353224 \text{ руб}$$

Составим итоговую смету затрат на выполнения проекта:

Таблица 5 – Смета затрат на проект

Элементы затрат	Стоимость, руб.
Материальные затраты	3500
Амортизационные затраты	2137
Затраты на заработную плату	176612
Социальные отчисления	52984
Прочие затраты	23523
Накладные расходы	353224
Итого:	611980

В процессе выполнения работы были изучены основные компоненты аппаратной части – плата контроллера Arduino UNO, сервопривод MG996 а также модуль питания. В качестве программной части разработана программа, позволяющая поднимать предметы с одной стороны платформы и переставлять их на другую сторону. Результаты исследования в основном могут быть применены в поточной линии завода и в учебном процессе.

Использование манипулятора в промышленных процессах, позволяет повысить эффективность производства и снизить степень труда работников. Поэтому в последние годы, манипулятор находит все более и более широкое применение.

5. Социальная ответственность

В данной ВКР представлено исследование работы реального управления манипулятора, который состоит из ультразвукового датчика измерения расстояния, серводвигателей, контроллер Arduino Uno. Рабочее место представляет собой место оператора и включает в себя рабочий стол и персональный компьютер с помощью которого производится управление и настройка технического оборудования.

Социальная ответственность – это ответственность организации за воздействие ее решений и деятельности на общество и окружающую среду через прозрачное и этическое поведение, которое:

- содействует устойчивому развитию, включая здоровье и благосостояние общества;
- учитывает ожидания заинтересованных сторон;
- соответствует применяемому законодательству и согласуется с международными нормами поведения;
- интегрировано в деятельность всей организации и применяется в ее взаимоотношениях.

Научно-исследовательская работа выполнялась в помещении, далее офис, находящемся на кафедре «Автоматики и компьютерных систем», десятого корпуса Томского Политехнического Университета, в аудитории 117а.

Площадь, приходящаяся на одно рабочее место пользователя ПК с ЭЛТ-монитором должна составлять не менее 6 м², с монитором на базе плоских дискретных экранов – 4,5 м², что позволяет расположить технические средства на безопасном расстоянии до пользователя.

Для данной рабочей зоны необходимо проанализировать следующие факторы. К вредным факторам относятся: микроклимат, шум, электромагнитные поля, освещение.

К опасным факторам рабочей зоны относятся: опасность возникновения пожара и опасность поражения электрическим током.

Чрезвычайные ситуации характерные для данного объекта: пожар.

Вопросы, относящиеся к организации и охране труда при работе за компьютером, регулируются:

- Трудовым кодексом Российской Федерации,
- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к ПЭВМ и организации работы»,
- Инструкцией по охране труда при работе на ПК.

5.1 Техногенная безопасность

Таблица 6 - Опасные и вредные факторы при выполнении работ по внедрению системы автоматизации водоснабжения котельной пос.Самусь, Томской области.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Полевые работы: 1) Установка датчиков давления и перепада давления; 2) Установка частотного преобразователя; 3) Установка регуляторов; 4) Работа с ручным и электрифицированным инструментом;	1.Превышение уровня шума; 2.Электромагнитное излучение; 3.Отклонение показателей микроклимата. 4.Недостаточная освещенность	1.Вращающиеся механизмы асинхронного двигателя; 2.Напряжение прикосновения и токи;	1.СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 2.СН2.2.4/2.1.8.562-96 3.СанПиН2.2.4.548-96 4. ГОСТ Р 12.1.019 - 2009 ССБТ 5.СанПиН 2.2.4.1329- 03

5.1.1 Анализ вредных факторов производственной среды

5.1.1.1 Отклонения показателей микроклимата

Существуют гигиенические требования СанПиН 2.2.4.548-96 [15] к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, периодов года. Санитарные нормы и правила предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата рабочих мест производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.

Определим необходимые параметры микроклимата и воздушной 60 среды для помещения.

Работа на стенде относится к категории работ Ia [15], к которой относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением. Оптимальные параметры микроклимата для этой категории работ приведены в таблице 14:

Таблица 7 – Оптимальные параметры микроклимата по СанПиН 2.2.4.548- 96

Сезон	Температура воздуха, t, °С	Температура поверхностей, t, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный и переходный (средне суточная температура меньше 10°С)	22-24	21 - 25	60-40	0.1
Теплый (среднесуточная температура воздуха 10°С и выше)	23-25	22-26	60-40	0.1

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся: в теплое время года для удаления избыточного тепла и влаги используется кондиционер, в холодное время года вводится система центрального отопления.

5.1.1.2 Повышенный уровень шума

Шум – это совокупность различных звуков, возникающих в процессе производства и неблагоприятно воздействующих на организм.

В данном цехе шум возникает при использовании оборудования, находящегося в цехе и при воздействии внешних факторов.

Шум неблагоприятно воздействует на организм человека, вызывает психические и физиологические нарушения, снижение слуха, работоспособности, создают предпосылки для общих и профессиональных заболеваний и производственного травматизма, а также происходит ослабление памяти, внимания, нарушение артериального давления и ритма сердца.

Уровни шума не должны превышать значений, установленных в ГОСТ 12.1.003 – 83 и ГОСТ 17187 – 81, и проводится не реже двух раз в год.

- для цеха составляет 80 дБ;

Меры по борьбе с шумами:

- правильная организация труда и отдыха;
- снижение и ослабление шума;
- применение звукопоглощающих преград;
- применение глушителей шума;
- применение средств индивидуальной защиты от шума.

5.1.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений

Электромагнитные поля оказывают специфическое воздействие на ткани человека, при воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, органов дыхания, органов пищеварения и некоторых биохимических показателей крови. Источниками электромагнитных излучений являются компьютеры, трансформаторы, сетевое оборудование, источники индукционного тока.

В случаях, указанных в п. 2.1.1 настоящих Санитарных норм и правил, энергетическая экспозиция за рабочий день (рабочую смену) не должна превышать значений, указанных в таблице 15.

Таблица 8 - Предельно допустимые значения энергетической экспозиции

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	По электрической составляющей, $(В/м)^2 \times ч$	По магнитной составляющей, $(А/м)^2 \times ч$	По плотности потока энергии $(мкВт/см^2) \times ч$
30 кГц - 3 МГц	20000,0	200,0	-
3 - 30 МГц	7000,0	Не разработаны	-
30 - 50 МГц	800,0	0,72	-
50 - 300 МГц	800,0	Не разработаны	-
300 МГц - 300 ГГц	-	-	200,0

5.1.1.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Работа инженера-разработчика имеет третий разряд точности, т.е. при выполнении работ происходит большая нагрузка на органы зрения человека. Освещенность рабочего места должна быть согласно СНиП 23-05-95 300 лк (разряд зрительной работы IVa, минимальный размер предметов различения 0,5 – 1 мм). Обеспечить это требование естественным освещением практически невозможно, поэтому должно применяться комбинированное освещение.

Контроль естественного и искусственного освещения в производственных помещениях следует проводить один раз в год.

5.1.2 Анализ опасных факторов производственной среды

5.1.2.1 Электробезопасность

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного для жизни воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества [10].

Опасное и вредное воздействия на людей электрического тока и электрической дуги проявляются в виде электротравм и профессиональных заболеваний.

Помещение, где расположены персональные вычислительные машины, относится к помещениям без повышенной опасности [11], так как отсутствуют следующие факторы:

- сырость;
- токопроводящая пыль;
- токопроводящие полы;
- высокая температура;
- возможность одновременного прикосновения человека к имеющим

соединение с землёй металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам и механизмам и металлическим корпусам электрооборудования.

К мероприятиям по предотвращению возможности поражения электрическим током следует отнести [11]:

- при производстве монтажных работ необходимо использовать только исправный инструмент, аттестованный службой КИПиА;
- с целью защиты от поражения электрическим током, возникающим между корпусом приборов и инструментом при пробое сетевого напряжения на корпус, корпуса приборов и инструментов должны быть заземлены;
- при включенном сетевом напряжении работы на задней панели должны быть запрещены;
- все работы по устранению неисправностей должен производить квалифицированный персонал;
- необходимо постоянно следить за исправностью электропроводки.

Перед началом работы следует убедиться в отсутствии свешивающихся со стола или висящих под столом проводов электропитания, в целостности вилки и провода электропитания, в отсутствии видимых повреждений аппаратуры и рабочей мебели, в отсутствии повреждений и наличии заземления приэкранного фильтра.

Токи статического электричества, наведенные в процессе работы компьютера на корпусах монитора, системного блока и клавиатуры, могут приводить к разрядам при прикосновении к этим элементам. Такие разряды опасности для человека не представляют, но могут привести к выходу из строя компьютера. Для снижения величин токов статического электричества используются нейтрализаторы, местное и общее увлажнение воздуха, использование покрытия полов с антистатической пропиткой.

5.1.2.2 Пожарная безопасность

Согласно ГОСТ 12.1.033 – 81 понятие пожарная безопасность означает

состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) самовоспламенение и самовозгорание веществ.

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

- а) сотрудники лаборатории должны пройти противопожарный инструктаж;
- б) сотрудники обязаны знать расположение средств пожаротушения и уметь ими пользоваться;
- в) необходимо обеспечить правильный тепловой и электрический режим работы оборудования;
- г) пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения должны содержаться в исправном состоянии и находиться на видном и легко доступном месте.

Все производства подразделяются по пожароопасности на 5 основных категорий согласно ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования», для большинства помещений рабочего места установлена категория «В». В помещении, где идет монтаж и наладка привода, установлен пожарный щит. Установлены огнетушители типа ОУ – 8, ОВП – 10 имеется

пожарный кран и емкости с песком.

5.2 Региональная безопасность

Региональная безопасность сводится к устранению отходов бытового мусора и отходам жизнедеятельности человека. В случае выхода из строя ПК, они списываются и отправляются на специальный склад, который при необходимости принимает меры по утилизации списанной техники и комплектующих.

На сегодняшний день одним из самых распространенных источников ртутного загрязнения являются вышедшие из эксплуатации люминесцентные лампы. Каждая такая лампа, кроме стекла и алюминия, содержит около 60 мг ртути. Поэтому отслужившие свой срок люминесцентные лампы, а также другие приборы, содержащие ртуть, представляют собой опасный источник токсичных веществ.

В целом, утилизация ламп предполагает передачу использованных ламп предприятиям – переработчикам, которые с помощью специального оборудования перерабатывают вредные лампы в безвредное сырье – сорбент, которое в последующем используют в качестве материала для производства, например тротуарной плитки.

Под хранением отходов понимается временное размещение их в специально отведённых для этого местах или объектах до их утилизации. Отработанные люминесцентные лампы, согласно Классификатору отходов ДК 005-96, утвержденному приказом Госстандарта № 89 от 29.02.96 г., относятся к отходам, которые сортируются и собираются отдельно, поэтому утилизация люминесцентных ламп и их хранение должны отвечать определенным требованиям.

5.2.1 Защита атмосферы

В целях защиты атмосферы от загрязнения применяют следующие эко

защитные мероприятия:

- экологизация технологических процессов;
- очистка газовых выбросов от вредных примесей;
- рассеивание газовых выбросов в атмосфере;
- соблюдение нормативов допустимых выбросов вредных веществ;
- устройство санитарно-защитных зон, архитектурно-планировочные решения и др.

Экологизация технологических процессов – это в первую очередь создание замкнутых технологических циклов, безотходных и малоотходных технологий, исключающих попадание в атмосферу вредных загрязняющих веществ. Кроме того необходима предварительная очистка топлива или замена его более экологичными видами, применение гидрообеспыливания, рециркуляция газов, перевод различных агрегатов на электроэнергию и др.

Очистка газовых выбросов от вредных примесей. Нынешний уровень технологий не позволяет добиться полного предотвращения поступления вредных примесей в атмосферу с газовыми выбросами. Поэтому повсеместно используются различные методы очистки отходящих газов от аэрозолей (пыли) и токсичных газо- и парообразных примесей (NO, NO₂, SO₂, SO₃ и др.).

Для очистки выбросов от аэрозолей применяют различные типы устройств в зависимости от степени запыленности воздуха, размеров твердых частиц и требуемого уровня очистки: сухие пылеуловители (циклоны, пылесадительные камеры), мокрые пылеуловители (скрубберы и др.), фильтры, электрофильтры (каталитические, абсорбционные, адсорбционные) и другие методы для очистки газов от токсичных газо- и парообразных примесей.

Рассеивание газовых примесей в атмосфере – это снижение их опасных концентраций до уровня соответствующего ПДК путем рассеивания пылегазовых выбросов с помощью высоких дымовых труб. Чем выше труба, тем больше ее рассеивающий эффект. К сожалению, этот метод позволяет снизить локальное загрязнение, но при этом проявляется региональное.

Устройство санитарно-защитных зон и архитектурно-планировочные мероприятия.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – это полоса, отделяющая источники промышленного загрязнения от жилых или общественных зданий для защиты населения от влияния вредных факторов производства. Ширина этих зон составляет от 50 до 1000 м в зависимости от класса производства, степени вредности и количества выделяемых в атмосферу веществ. При этом граждане, чье жилище оказалось в пределах СЗЗ, защищая свое конституционное право благоприятную среду, могут требовать либо прекращения экологически опасной деятельности предприятия, либо переселения за счет предприятия за пределы СЗЗ.

Архитектурно-планировочные мероприятия включают правильное взаимное размещение источников выброса и населенных мест с учетом направления ветров, выбор под застройку промышленного предприятия ровного возвышенного места, хорошо продуваемого ветрами и т. д.

5.2.2 Защита гидросферы

Поверхностные воды охраняют от засорения, загрязнения и истощения.

Для предупреждения от засорения принимают меры, исключая попадание в водоемы и реки строительного мусора, твердых отходов, разработанного грунта и других предметов, негативно влияющих на качество воды, условия обитания рыб и др.

Важнейшая и очень сложная проблема – защита вод от загрязнения. С этой целью предусматривают следующие мероприятия:

- развитие безотходных и безводных технологий, внедрение систем оборотного водоснабжения, утилизация отходов;
- очистка промышленных, коммунально-бытовых и др. сточных вод;
- передача сточных вод на другие предприятия, предъявляющие менее жесткие требования к качеству воды и если, содержащиеся в ней примеси, не оказывают вредного воздействия на технологический процесс этих

предприятий, а наоборот улучшают качество выпускаемой продукции (например, передача сточных вод химических предприятий на предприятия строительного производства)

- канализованное и санитарная очистка городов;
- очистка поверхностного стока городских, промышленных территорий;
- создание водоохраных зон.

Методы очистки сточных вод. В виду огромного разнообразия состава сточных вод существуют различные способы их очистки: механический, физико-химический, химический, биологический и др. В зависимости от характера загрязнения и степени вредности очистка сточных вод может производиться каким-либо одним методом или комплексом методов (комбинированный способ).

При механической очистке путем процеживания, отстаивания и фильтрования удаляют нерастворимые механические примеси. Для этой цели используют решетки, песколовки, песчаные фильтры, отстойники различных типов. Вещества, плавающие на поверхности сточных вод (нефть, смолы, масла, жиры, полимеры и др.), задерживают нефть- и жироловушками или другого вида уловителями, путем слива верхнего слоя, содержащего плавающие вещества.

Химические и физико-химические способы используют для очистки промышленных сточных вод.

При химической очистке в сточные воды вводят специальные реагенты (известь, кальцинированную соду, аммиак и др.), которые взаимодействуют с загрязнителями и выпадают в осадок.

При физико-химической очистке используют методы коагуляции, сорбции, флотации и др.

Для очистки коммунально-бытовых, промышленных стоков целлюлозно-бумажных, нефтеперерабатывающих, пищевых предприятий после механической очистки используют биологический метод. Этот метод основан на способности природных микроорганизмов, использовать для

своего развития, органические и некоторые неорганические соединения, содержащиеся в сточных водах. Очистку производят на искусственных сооружениях (аэротанках, метантанках, биофильтрах и др.) и в естественных условиях (поля фильтрации, поля орошения, биологические пруды и др.). При очистке сточных вод образуется осадок, который удаляют для подсушивания на иловые площадки, а потом используют как удобрение. Однако при биологической очистке коммунально-бытовых сточных вод совместно с промышленными сточными водами, которые содержат тяжелые металлы и другие вредные вещества, эти загрязнители накапливаются в осадках и использование их в качестве удобрений исключается. Возникает проблема обращения с осадками сточных вод во многих городах, в том числе и в Томске.

Важную защитную роль на любом водном объекте выполняют водоохранные зоны – это специальные зоны, устраиваемые вдоль берегов рек, озер, водохранилищ. Основное назначение – защита водных объектов от загрязнения, засорения, эрозионных наносов поверхностным стоком. Ширина водоохранных зон может составлять от 100 до 300 м и более. В пределах водоохранной зоны почва должна быть закреплена растительностью, высажены защитные лесные полосы, запрещается хозяйственная деятельность: распашка земель, выпас скота, применение ядохимикатов, удобрений, производство строительных работ, размещение складов, гаражей, животноводческих комплексов и др.

Контроль качества воды проводят для оценки возможности ее использования для хозяйственно-питьевого, культурно-бытового, рыбхозяйственного и технического назначения. Для оценки качества воды анализируют ее состав и физические свойства. Определяют температуру, запах, вкус, прозрачность, мутность, содержание растворенного кислорода, биохимическое потребление кислорода, кислотность, содержание вредных веществ, а также количество кишечных палочек в одном литре воды. Все приведенные показатели не должны превышать нормативные требования.

Основные мероприятия по защите подземных вод заключаются в предотвращении истощения запасов их (путем регулирования водосбора) и загрязнения.

5.2.3 Защита литосферы

Общая характеристика:

Принято различать естественное и антропогенное загрязнение почвы. Естественное загрязнение почв возникает в результате природных процессов в биосфере, происходящих без участия человека и приводящих к поступлению в почву химических веществ из атмосферы, литосферы или гидросферы, например, в результате выветривания горных пород или выпадения осадков в виде дождя или снега, вымывающих загрязняющие ингредиенты из атмосферы.

Наиболее опасно для природных экосистем и человека антропогенное загрязнение почвы, особенно техногенного происхождения. Наиболее характерными загрязнителями являются пестициды, удобрения, тяжелые металлы и другие вещества промышленного происхождения.

Источники поступления загрязнителей в почву. Можно выделить следующие основные виды источников загрязнения почвы:

- 1) атмосферные осадки в виде дождя, снега и др.;
- 2) сброс твердых и жидких отходов промышленного происхождения;
- 3) использование пестицидов и удобрений в сельскохозяйственном производстве.

Мы только рассмотрим на сброс твердых и жидких отходов промышленного происхождения;

Основными видами промышленных отходов являются шлаки тепловых электростанций и металлургических заводов, отвалы пород горнодобывающих и горно-обогатительных предприятий, строительный мусор, осадки гальванических производств и т.д.

Промышленные отходы:

Отходами производства следует считать остатки сырья, материалов или

полуфабрикатов, образовавшиеся при изготовлении продукции и полностью или частично утратившие свои потребительские свойства, а также продукты физико-химической или механической переработки сырья, получение которых не являлось целью производственного процесса и которые в дальнейшем могут быть использованы в народном хозяйстве как готовая продукция после соответствующей обработки или в качестве сырья для переработки.

Утилизация твердых отходов:

Утилизация представляет собой переработку отходов, имеющую целью использование полезных свойств отходов или их компонентов. В этом случае отходы выступают в качестве вторичного сырья.

По агрегатному состоянию отходы разделяются на твердые и жидкие; по источнику образования – на промышленные, образующиеся в процессе производства (металлический лом, стружка, пластмассы, зола и т.д.), биологические, образующиеся в сельском хозяйстве (птичий помет, отходы животноводства и растениеводства и др.), бытовые (в частности, осадки коммунально-бытовых стоков), радиоактивные. Кроме того, отходы разделяются на горючие и негорючие, прессуемые и не прессуемые.

При сборе отходы должны разделяться по признакам, указанным выше, и в зависимости от дальнейшего использования, способа переработки, утилизации, захоронения.

После сбора отходы подвергаются переработке, утилизации и захоронению. Перерабатываются такие отходы, которые могут быть полезны. Переработка отходов – важнейший этап в обеспечении безопасности жизнедеятельности, способствующий защите окружающей среды от загрязнения и сохраняющий природные ресурсы.

Вторичное использование материалов решает целый комплекс вопросов по защите окружающей среды. Например, использование макулатуры позволяет при производстве 1 т бумаги и картона экономить 4,5 м³ древесины, 200 м³ воды и в 2 раза снизить затраты электроэнергии. Для изготовления такого же количества бумаги требуется 15–16 взрослых деревьев.

Большую экономическую выгоду дает использование отходов из цветных металлов. Для получения 1 т меди из руды необходимо добыть из недр и переработать 700–800 т рудоносных пород.

Пластмассы в виде отходов естественным путем разлагаются медленно, либо вообще не разлагаются. При их сжигании атмосфера загрязняется ядовитыми веществами. Наиболее эффективными способами предотвращения загрязнения среды пластмассовыми отходами является их вторичная переработка (рецикле) и разработка биodeградирующих полимерных материалов. В настоящее время в мире утилизируется лишь небольшая часть из ежегодно выпускаемых 80 млн. т пластмасс. Между тем, из 1 т отходов полиэтилена получается 860 кг новых изделий. 1 т использованных полимеров экономит 5 т нефти.

Широкое распространение получила термическая переработка отходов (пиролиз, плазмолиз, сжигание) с последующим использованием теплоты. Мусор сжигающие заводы должны оборудоваться высокоэффективными системами пыле- и газоочистки, так как существуют проблемы с образованием газообразных токсичных выбросов.

Отходы, не подлежащие переработке и дальнейшему использованию в качестве вторичных ресурсов, подвергаются захоронению на полигонах. Полигоны должны располагаться вдали от водоохраных зон и иметь санитарно-защитные зоны. В местах складирования выполняется гидроизоляция для исключения загрязнения грунтовых вод.

Для переработки твердых бытовых отходов находят широкое применение биотехнологические методы: аэробное компостирование, анаэробное компостирование или анаэробная ферментация, вермикомпостирование.

5.3 Организационные мероприятия обеспечения безопасности

Правовой основой законодательства в области обеспечения БЖД является Конституция – основной закон государства. Законы и иные правовые

акты, принимаемые в РФ, не должны противоречить Конституции РФ. В состав этих основ входит:

Экологическая безопасность.

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» в комплексе с мерами организационного, правового, экономического и воспитательного воздействия, который содержит свод правил охраны окружающей и регулирует природоохранные отношения в сфере всей природной среды, не выделяя ее отдельные объекты, охране которых посвящено специальное законодательство. Задачами этого законодательства являются: охрана природной среды, предупреждение вредного воздействия хозяйственной или иной деятельности, оздоровление окружающей природной среды, улучшение ее качества.

СанПиН 2.1.2.568-96 - Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды;

Охрана труда – это система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

СанПиН 2.2.4.1329-03 - Требования по защите персонала от воздействия импульсных электромагнитных полей;

СН 2.2.4/2.1.8.562-96 - Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий;

ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. - Электробезопасность.

Федеральный закон «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» определяет общие для РФ организационно-правовые нормы в области защиты населения, всего земельного, водного, воздушного пространства в пределах РФ, объектов производственного и социального назначения, а так же окружающей природной среды от ЧС природного и техногенного характера.

Основные цели закона: предупреждение возникновения и развития ЧС, снижение размеров ущерба и потерь от ЧС, ликвидация ЧС. СНиП 2.01.02-85* - Противопожарные нормы.

5.4 Особенности законодательного регулирования проектных решений

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно–правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

Согласно [18] в условиях непрерывного производства нет возможности использовать режим рабочего времени по пяти– или шестидневной рабочей неделе. По этой причине применяются графики сменности, обеспечивающие непрерывное обслуживание производственного процесса, работу персонала сменами постоянной продолжительности, регулярные выходные дни для каждой бригады, постоянный состав бригад и переход из одной смены в другую после дня отдыха по графику. На объекте применяется четырехбригадный график сменности. При этом ежесуточно работают три бригады, каждая в своей смене, а одна бригада отдыхает. При составлении графиков сменности учитывается положение ст. 110 ТК [18] о предоставлении работникам еженедельного непрерывного отдыха продолжительностью не менее 42 часов.

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно–правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

К таким органам относятся:

- Федеральная инспекция труда;
- Государственная экспертиза условий труда Федеральная служба по труду и занятости населения (Минтруда России Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Госгортехнадзор,

Госэнергонадзор, Госатомнадзор России)).

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Госсанэпиднадзор России) и др.

Так же в стране функционирует Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, положение о которой утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации, в соответствии с которым, система объединяет органы управления, силы и средства.

5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации относятся к совокупности опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности. К ним относятся: высокие и низкие температуры, физическая нагрузка, поражающие токсичные дозы сильнодействующих ядовитых веществ, высокие дозы облучения, производственные шумы и вибрации и многое другое могут приводить к нарушению жизнедеятельности человека.

Основными причинами возникновения чрезвычайных ситуаций являются, во-первых, внутренние, к которым относятся: физический и моральный износ оборудования, низкая трудовая и технологическая дисциплина, проектно-конструкторские недоработки, сложность технологий, недостаточная квалификация персонала. Во-вторых, внешние чрезвычайные ситуации, - это стихийные бедствия, неожиданное прекращение подачи электроэнергии, воды, технологических продуктов, терроризм, войны. Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются взрыв или пожар на рабочем месте. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

На основании рекомендаций определяем категорию помещения по пожар опасности по ППБ – 03. В данном случае помещение относится к категории Г- производства, связанного с процессом обработки негорючих

веществ и материалов в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, который сопровождается выделением лучистой теплоты, искр и пламени.

Причиной возгорания в кабинете могут быть следующие факторы:

- возгорание устройств искусственного освещения.
- возникновение короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электросоединений и электрораспределительных щитов;

- возгорание устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры;

- возгорание мебели или пола по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных бытовых электроприборов и электроустановок;

Пожарная профилактика основывается на исключении условий, необходимых для горения, и использования принципов обеспечения безопасности. При обеспечении пожарной безопасности решаются следующие задачи:

- возгорание;
- локализация возникших пожаров;
- защита людей и материальных ценностей;
- предотвращение пожаров;
- тушение пожара.

Пожаром называют неконтролируемое горение во времени и пространстве, наносящее материальный ущерб и создающее угрозу жизни и здоровью людей.

Предотвращение пожара достигается исключением образования горючей среды и источников зажигания, а также поддержанием параметров среды в пределах, исключающих горение.

Для профилактики возникновения пожаров необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия:

Организационные мероприятия:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

- соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения.

В кабинете имеется порошковый огнетушитель типа ОП–5 и находится пожарный щит, установлен рубильник, обесточивающий всю аудиторию, на двери аудитории приведен план эвакуации в случае пожара;

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.
- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

- обеспечение свободного подхода к оборудованию. В рассматриваемом тех. бюро места размещены так, что расстояние между рабочими местами с видеотерминалами составляет более 4,07 м, расстояния между боковыми поверхностями порядка 1 м, что соответствует нормам, а поэтому дополнительных мер защиты не требуется;

Технические мероприятия:

Так же необходимо предусмотреть наличие эвакуационных выходов для персонала. Число эвакуационных выходов из здания с каждого этажа должно быть не менее двух. Ширину эвакуационного выхода (двери) устанавливают в зависимости от общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход, но не менее 0.8 м. Высота прохода на эвакуационных путях должна быть не менее 2 м.

Заключение

В современном обществе, системы управления промышленными манипуляторами нашли широкое применение. Проекты данной направленности постоянно находятся в развитии и непрерывно совершенствуются.

В данной работе была изучена теория манипуляторов и язык программирования контроллеров, были рассмотрены и изучены сервоприводы, входящие в состав манипулятора и плата Arduino UNO, разработана кинематическая и механическая модель, и описана программа управления манипулятором.

При проектировании всей системы, выбор аппаратных средств является основой данного исследования, для обеспечения надежности и стабильности работы манипулятора. В процессе работы управляющей программы, главный контроллер Arduino выдает сигнал для достижения контроля положения каждого сустава.

Экспериментальные результаты показали, что наш манипулятор может выполнить некоторые простые движения. Он относительно прост в управлении, имеет высокую точность и гибкость. Тем не менее, некоторые недостатки могут быть устранены в дальнейшем, например установкой датчиков давления или ультразвукового датчика расстояния в устройство захвата для обеспечения более полной информацией при управлении.

Учитывая вышесказанное, в будущей работе, мы должны продолжать совершенствовать, улучшать, в целях повышения стабильности и надежности системы манипулятора.

Conclusion

In modern society, the management systems of industrial manipulators have found wide application. Projects of this orientation are constantly in development and are continuously being improved.

In this paper, the manipulator theory and the controller programming language were studied, the servo drives included in the manipulator and the Arduino UNO board were examined and studied, a kinematic and mechanical model was developed, and the manipulator control program was described.

When designing the entire system, the choice of hardware is the basis of this study, to ensure the reliability and stability of the manipulator. During operation of the control program, the Arduino master controller issues a signal to achieve control of the position of each joint.

The experimental results showed that our manipulator can perform some simple movements. It is relatively easy to manage, has high accuracy and flexibility. However, some disadvantages can be eliminated in the future, for example by installing pressure sensors or an ultrasonic distance sensor in the pickup device to provide more complete control information.

Considering the above, in the future work, we must continue to improve, improve, in order to increase the stability and reliability of the manipulator system.

Список используемых источников

1. Arduino// Википедия [Электронный ресурс] URL:
<https://ru.wikipedia.org/wiki/Arduino>
2. Плата Arduino UNO. Описание, характеристики.
[Электронный ресурс] URL: <http://mypractic.ru/urok-2-plata-arduino-uno-r3-opisanie-harakteristiki.html> – Загл. с экрана – Яз. рус. Дата обращения: 22.05.2017 г
3. Сервопривод// Википедия [Электронный ресурс] URL:
<https://ru.wikipedia.org/wiki/Сервопривод>
4. Подключение сервоприводов к Arduino
[Электронный ресурс] URL: <http://zelectro.cc/servoAndArduino/> – Загл. с экрана – Яз. рус. Дата обращения: 20.05.2017 г
5. Arduino для начинающих. Урок 4. Управление сервоприводом
[Электронный ресурс] URL: <http://edurobots.ru/2014/04/arduino-servoprivod/> – Загл. с экрана – Яз. рус. Дата обращения: 18.05.2017 г
6. Программирование Arduino
[Электронный ресурс] URL: <http://arduino.ua/ru/prog/#Structure> – Загл. с экрана – Яз. рус. Дата обращения: 26.05.2017 г
7. Кинематический анализ манипулятора с использованием MathCad
[Электронный ресурс] URL: <http://euroasia-science.ru/tehnicheskie-nauki/kinematcheskij-analiz-manipulyatora-s-ispolzovaniem-mathcad/> – Загл. с экрана – Яз. рус. Дата обращения: 25.05.2017 г
8. Международный стандарт «Социальная ответственность организации. Требования». 2011. URL: <http://www.trud22.ru/partner/socotvrab/standart/> (дата обращения 11.03.2015)
9. СанПиН 2.2.4.548-96. «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

- 10.СНиП 23-05-95. «Естественное и искусственное освещение».
- 11.Назаренко, Ольга Брониславовна. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / О. Б. Назаренко, Ю. А. Амелькович; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 3-е изд., перераб. и доп. — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — 177 с
- 12.ГОСТ 12.1.003-83. «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».
- 13.СанПиН 2.2.4.1191-03. «Электромагнитные поля в производственных условиях».
- 14.СанПиН 2.2.4.1340-03. «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
- 15.ГОСТ 12.1.009-76. «Электробезопасность. Термины и определения»
- 16.ГОСТ 12.1.019-79. ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».
- 17.СНиП 21-01-97. «Пожарная безопасность зданий и сооружений».
- 18.НПБ 105-2003. «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».
- 19.ГОСТ 17.4.3.04-85. «Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения».
- 20.СанПиН 2.1.7.2790-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами».
- 21.ГОСТ 12.2.032-78. «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».
- 22.ГОСТ 12.2.061-81. «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам»

Приложение

```
#include <Servo.h>

//используем библиотеку для работы с сервоприводом

Servo servo1;
Servo servo2;
Servo servo3;
Servo servo4;
Servo servo5;
Servo servo6;

//объявляем переменные servo1, servo2, servo3, servo4, servo5, servo6 типа Servo
int pos1 = 90;
int pos2 = 90;
int pos4 = 0;
int pos5 = 0;
int pos6 = 0;

//Описание переменных выход pos1, pos2, pos4, pos5, pos6
const int TrigPin1 = 2;
const int EchoPin1 = 3;
const int TrigPin2 = 4;
const int EchoPin2 = 5;

//Определяется порт 2 называет TrigPin1
//Определяется порт 3 называет EchoPin1
//Определяется порт 4 называет TrigPin2
//Определяется порт 5 называет EchoPin2
float distance1;
float distance2;

//Описание параметра distance1, distance2

void setup() {
servo1.attach(13);
servo2.attach(12);
servo3.attach(11);
servo4.attach(10);
servo5.attach(9);
servo6.attach(8);
```

```

//привязываем привод1 к порту 13
//привязываем привод2 к порту 12
//привязываем привод3 к порту 11
//привязываем привод4 к порту 10
//привязываем привод5 к порту 9
//привязываем привод6 к порту 8
Serial.begin(9600);
//Инициализируем входы и выходы
pinMode(TrigPin1, OUTPUT);
pinMode(EchoPin1, INPUT);
pinMode(TrigPin2, OUTPUT);
pinMode(EchoPin2, INPUT);
}

void loop() {
servo2.write(90);
delay(200);
servo1.write(90);
delay(200);
servo3.write(90);
delay(200);
servo4.write(0);
delay(200);
servo5.write(0);
delay(200);
servo6.write(0);
delay(200);
//Ставим манипулятор в начальное положение

delay(2000);
//ждем 2 секунды

digitalWrite(TrigPin1, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(TrigPin1, HIGH);

```

```

delayMicroseconds(10);
digitalWrite(TrigPin1, LOW);
// Считываем данные с ультразвукового датчика:
// значение HIGH, которое зависит от длительности
//(в микросекундах) между отправкой акустической
//волны и ее обратном приеме на эхолотаторе.

distance1 = pulseIn(EchoPin1, HIGH) / 58.00;
// преобразование времени в расстояние
if(distance1=10)
//сравнить distance с 10см, если расстояние равно 10см, то берём предмет
{
  for (pos1 = 90; pos1>=0; pos1-= 10)
  {servo1.write(pos1);
  delay(300);}
//Сервопривод 1 идет от 90 градусов до 0 градусов с шагом 10 градусов

  for (pos2 = 90; pos2>20; pos2-= 10)
  {servo2.write(pos2);
  delay(300);}
//Сервопривод 2 идет от 90 градусов до 20 градусов с шагом 10 градусов

  for (pos5 = 0; pos5<70; pos5+= 10)
  {servo5.write(pos5);
  delay(300);}
//Сервопривод 5 идет от 0 градусов до 70 градусов с шагом 10 градусов

  for (pos4 = 0; pos4<40; pos4+= 10)
  {servo4.write(pos4);
  delay(300);}
//Сервопривод 4 идет от 0 градусов до 40 градусов с шагом 10 градусов

  for (pos6 = 0; pos6<=40; pos6+= 10)
  {servo6.write(pos6);
  delay(300);}

```

```

//Сервопривод 6 идет от 0 градусов до 30 градусов с шагом 10 градусов

    for (pos2 = 20; pos2<90; pos2+= 10)
    {servo2.write(pos2);
      delay(300);}
//Сервопривод 2 идет от 20 градусов до 90 градусов с шагом 10 градусов

delay(2000);
//ждем 2 секунды

digitalWrite(TrigPin2, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(TrigPin2, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(TrigPin2, LOW);

distance2 = pulseIn(EchoPin2, HIGH) / 58.00;

wait1:
//ждем

if(distance2=5)
//сравнить distance2 с 5см, если расстояние равно 5см, то кладём предмет
{
  for (pos1 = 0; pos1<180 ; pos1+= 10)
  {servo1.write(pos1);
    delay(300);}
//Сервопривод 1 идет от 0 градусов до 180 градусов с шагом 10 градусов

  for (pos2 = 90; pos2>20;pos2-= 10)
  {servo2.write(pos2);
    delay(300);}
//Сервопривод 2 идет от 90 градусов до 20 градусов с шагом 10 градусов

  for (pos6 = 40; pos6>0; pos6-= 10)

```

```

{servo6.write(pos6);
 delay(300);}
//Сервопривод 6 идет от 30 градусов до 0 градусов с шагом 10 градусов

for (pos2 = 0; pos2<90; pos2+= 10)
{servo2.write(pos2);
 delay(300);}
//Сервопривод 2 идет от 0 градусов до 90 градусов с шагом 10 градусов

for (pos1 = 180; pos1>90 ; pos1-= 10)
{servo1.write(pos1);
 delay(300);}
//Сервопривод 1 идет от 180 градусов до 90 градусов с шагом 10 градусов.
}
else{goto wait1;}
//Сравнить distance2 с 5см, если расстояние не равно 5см, то вернуться в wait1.
}
}

```