

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

РиТК

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Г. Б. Масальский

«14» июня 2018 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

15.03.06 Мехатроника и робототехника

Система локации мобильного робота

Руководитель _____ старший преподаватель А. А. Гагарский

Выпускник _____ А. Л. Комаров

Нормоконтролёр _____ старший преподаватель В. Н. Куликова

Красноярск 2018

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

РиТК

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Г. Б. Масальский

«23» апреля 2018 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
В форме бакалаврской работы

Красноярск 2018

Студенту Комарову Александру Леонидовичу
Группа ФЭ14-08Б Направление (специальность) 15.03.06 (Мехатроника и
робототехника)

Тема выпускной квалификационной работы «Система локации мобильного
робота»

Утверждена приказом по университету № 2264/С от 14.02.2018

Руководитель ВКР А. А. Гагарский

Исходные данные для ВКР:

- 1) мобильный робот;
- 2) датчик расстояния;
- 3) датчик ориентации;
- 4) оптический сенсор;
- 5) микроконтроллер на платформе arduino nano v3;
- 6) микрокомпьютер raspberry pi 2 B+;
- 7) датчик глобальной навигации.

Перечень разделов ВКР.

Глава 1 – Обзор систем локации

Глава 2 – Обзор аппаратных средств

Глава 3 – Разработка системы локации мобильного робота

Глава 4 – Разработка алгоритмического и программного обеспечения

Глава 5 – Разработка и исследование модели системы локации

Глава 6 – Смета затрат для реализации системы локации

Глава 7 – Безопасность и экологичность

Перечень графического или иллюстративного материала.

Лист 1 – Принципиальная электрическая схема платы расширения портов

Лист 2 – Принципиальная электрическая схема системы локации мобильного
робота

Лист 3 – Блок-схема программы системы локации для микрокомпьютера

Лист 4 – Блок-схема программы системы локации для микроконтроллера

Лист 5 – Графическая информация о системе локации

Руководитель ВКР _____

Гагарский А. А.

Задание принял к исполнению _____

Комаров А. Л.

«23» апреля 2018

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Система локации мобильного робота» содержит 98 страниц текстового документа, 2 приложения, 26 использованных источников, 5 листов графического материала.

МОБИЛЬНЫЙ РОБОТ, СИСТЕМА ЛОКАЦИИ, МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ В ПРОСТРАНСТВЕ, ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА, ДАТЧИК ОРИЕНТАЦИИ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗРЕНИЕ, ОДНОПЛАТНЫЙ КОМПЬЮТЕР, ИЗМЕРЕНИЕ РАССТОЯНИЯ.

Цели проекта:

- провести анализ существующих систем локации;
- подобрать составляющие аппаратного обеспечения;
- разработать алгоритмическое и программное обеспечение;
- провести исследования прототипа системы локации.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы, были изучены существующие системы локации, используемые мобильными роботами. Изучены алгоритмические подходы решения задачи ориентирования мобильных роботов в окружающей среде.

На основе полученной информации была реализована модель собственной системы локации с использованием доступных и недорогих сенсоров.

После проведения исследований разработанной системы локации выявлен ряд достоинств, а также, но меньший, ряд недостатков.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			БР 15.03.06 ПЗ						
Изм.	Коллч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата				

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 Обзор систем локации.....	8
1.1 Применение СЛ на мобильных роботах.....	8
1.2 Обзор устройства Mi Robot.....	9
1.3 Метод одновременной локализации и построения карты.....	13
1.4 Постановка задачи.....	15
2 Обзор аппаратных средств.....	16
2.1 Микрокомпьютеры и микроконтроллеры.....	16
2.2 Датчики расстояния.....	18
2.3 Датчик глобальной навигации.....	25
2.4 Датчик ориентации.....	27
2.5 Оптический сенсор.....	28
3 Разработка системы локации мобильного робота.....	30
3.1 Функциональная схема.....	34
3.2 Кинематическая схема.....	35
3.3 Математическое описание.....	36
4 Разработка алгоритмического и программного обеспечения.....	42
4.1 Программа для микроконтроллера.....	42
4.2 Программа для микрокомпьютера.....	46
5 Свойства системы локации.....	48
5.1 Основные возможности.....	48
5.2 Характеристики измерительных устройств.....	49
6 Экономическое обоснование проекта.....	52
6.1 Смета затрат для реализации системы локации.....	52
7 Безопасность и экологичность.....	53
7.1 Режим работы оператора ЭВМ.....	53
7.2 Параметры микроклимата.....	55
7.3 Анализ вредных факторов.....	56
7.4 Охрана окружающей среды. Списание и утилизация отходов.....	62

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

7.5 Чрезвычайные ситуации.....	65
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	73
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	74
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	75
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	78
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	95

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	БР 15.03.06 ПЗ	
							6

ВВЕДЕНИЕ

Роботы представляют собой универсальные устройства для воспроизведения двигательных и интеллектуальных функций человека. Одним из важных классов являются мобильные роботы. Практической целью создания роботов является передача им тех видов деятельности, которые для человека трудоёмки, тяжелы, монотонны, вредны для здоровья и жизни. Это, прежде всего – вспомогательные производственные операции (загрузка и выгрузка установок, станков, автоматов); основные производственные операции (сварка, окраска, резка, сборка и т.д.); работы в так называемых экстремальных условиях (под водой, в космосе, в радиоактивных и ядовитых средах).

Однако до сих пор большая часть всех роботов управляются человеком, или следуют определенной четкой программе и очень малая часть интеллектуальных роботов, которые могут выполнять различные сложные операции без вмешательства человека.

Создание МР, обладающих развитыми возможностями самостоятельного формирования маршрута и продвижения по нему, а также автоматического решения поставленных перед ним задач, является на текущий момент актуальной задачей. Учитывая это, особенно большое значение приобретают устройства систем локации, позволяющие осуществлять автономное функционирование МР, в частности передвижение в незнакомой местности в априори неизвестных условиях и наличии некоторой степени неопределенности данных, получаемых от окружающей среды.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Коллч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата		

БР 15.03.06 ПЗ

1 Обзор систем локации

На сегодняшний день существует огромное разнообразие мобильных роботов, и перед всеми стоит задача ориентирования. Если робот не будет знать где он находится и в какую сторону смотрит, то вероятность достигнуть цель может сводиться к нулю. Рассмотрим на примере различных роботов, как они ориентируются, а главное понимают в какую сторону им необходимо двигаться.

1.1 Применение СЛ на мобильных роботах

Всем известны роботы-пылесосы, которые ежедневно убираются дома. Данный робот должен определять наличие препятствий и различных других границ, например ступенек, чтобы с них не свалиться. Современные модели, такие как Xiaomi Mi Robot Vacuum Cleaner, представлен на рисунке 1, используют для системы локации лидар и контактный датчик, установленный на передней части робота. Основные измерения производит лидар, благодаря которому строится полная карта помещения в котором робот находится, а контактный датчик оповещает робота о том, что он коснулся препятствия. Также роботы этого типа оборудованы датчиком ступеньки.

Как и робот от Xiaomi, промышленные роботы, которые используются в складских помещениях, тоже активно используют лидары для построения карт местности, которая их окружает, чтобы ориентироваться в пространстве стеллажей и различных препятствий.

В более простых системах используют роботов, которые передвигаются по линии. В таких системах используют фотодатчики, которые направлены на пол. На полу прочерчиваются линии, также эти линии могут пересекаться, образуя перекрестки. При движении по линии робот отсчитывает все перекрестки, или какие-либо метки, если такие предусмотрены, благодаря которым понимает, где он находится, и что нужно сделать в данном месте: повернуть направо, налево или начать поднимать объект.

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.							Лист
			Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

БР 15.03.06 ПЗ

Если среда эксплуатации МР будет находиться вне помещений, то система локации с использованием лидара и различных других сенсоров будет невозможна.



Рисунок 1 — Робот-пылесос Xiaomi Mi Robot Vacuum Cleaner

Большинство современных и доступных лидаров имеет радиус действия не более 25 метров, чего явно не хватит, если вдруг робот будет двигаться по какой-либо уличной площади. Также для подобного робота будет непосильной задачей добраться до какого-либо здания, которое имеет определенный адрес и строго закреплённые координаты относительно спутниковой навигации.

1.2 Обзор устройства Mi Robot

Рассмотрим устройство мобильного робота, изображенного на рисунке 1 подробнее. Для начала рассмотрим паспортные данные, выделим из них все датчики, которые используются для ориентации робота в пространстве (на местности). Также рассмотрим функционал робота, связанный с системой локации. Как робот ориентируется, как привязывается к местности, для определения своего местоположения.

Изм. №	Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

В таблице 1, представленной ниже, отображены все технические характеристики мобильного робота.

Таблица 1 — Технические характеристики Mi Robot

Параметр	Определение
Кинематическая система	Два ведущих колеса, один опорный поворотный ролик
Датчики препятствий	Сканирующий лазерный дальномер инфракрасного диапазона (лидар), механический передний/боковой бампер, фронтальный ультразвуковой датчик, ИК-датчики перепада высоты, боковой ИК-датчик
Датчики ориентации	Лидар, одомер, гироскоп, акселерометр, электронный компас
Особенности	Создание карты и выбор оптимального маршрута уборки, магнитный ограничитель движения

Робот оснащен системой ориентации, основой которой является сканирующий лазерный дальномер инфракрасного диапазона (лидар). Лидар установлен в башенке на верхней панели. Через горизонтальные «бойницы» этой башенки можно разглядеть объективы излучающего лазерного диода и фотоприемника. Лазерный диод и фотоприемник установлены на роторе, который вращается в горизонтальной плоскости, и именно это позволяет роботу получать данные о расстоянии до препятствий с обзором в 360 градусов по горизонтали 5 раз за секунду. Производитель также указывает, что частота сканирования составляет 1800 отсчетов в секунду, расстояние до препятствия определяется на дистанции до 6 м с точностью до 2%. То есть, в отличие от большинства моделей, робот не обязательно должен подъезжать к препятствию вплотную, чтобы определить его наличие. Кроме того, дистанционное определение препятствий и их геометрии позволяет роботу составлять карту помещения и отслеживать свое собственное местоположение. Робот «знает», где он находится, где находится базовая станция (при запуске с нее), где он уже убрал, где нужно убрать и где в периметре территории еще остаются неисследованные участки.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

По идее, меняющаяся обстановка — перемещение предметов мебели или люди, попадающие в зону сканирования — могут сбивать ориентирование робота, но на практике ходить вокруг робота не возбраняется, т. к. есть алгоритм отбрасывания непостоянных во времени преград. Также нужно учитывать то, что лидар работает в плоскости на определенной высоте от пола, то есть все, что ниже или выше, робот «не видит». Впрочем, на случай «ниже» робот оснащен механическим бампером и УЗ-датчиком препятствий на нем. Вариант препятствий, находящихся выше плоскости действия лидара, в теории может приводить к некоторым проблемам, так как крыша башенки находится над этой плоскостью.

Оси ведущих колес расположены на одном диаметре (350 мм) окружности корпуса. Такая кинематическая схема позволяет роботу совершать разворот на месте без изменения границ, занимаемой роботом площади, поэтому пылесос отличается хорошей маневренностью. Диаметр ведущих колес относительно большой (70 мм), а ход шарниров в точке центров колес достигает почти 30 мм, поэтому робот без особых проблем преодолевает встречающиеся препятствия небольшой глубины и высоты. Эти колеса имеют глубокий протектор из нескользящего резино-подобного материала, рисунок 2. Потенциально робот способен преодолевать препятствия высотой где-то до 18 мм — примерно такое расстояние от пола до нижней точки бампера пылесоса, что согласуется с проходимостью, то есть робот не будет пытаться залезть на то, на чем с большой вероятностью застрянет.



Рисунок 2 — Робот Mi Robot вид снизу

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

Как пишет производитель, при запуске с базы робот будет убирать или пока не уберет всю доступную площадь, или до снижения заряда батареи ниже, чем 20%. Во втором случае, он вернется на базу, зарядит аккумулятор, затем продолжит уборку с того места, где закончил.

Зеленая точка — место нахождения робота и зарядной базы, рисунок 3. При фронтальном приближении к препятствию, робот за несколько сантиметров до него замедляет скорость, но обычно продолжает двигать вплоть до касания бампером и срабатывания датчиков перемещения бампера. Если преграда легко сдвигается, например, занавеска, робот ее отодвигает на несколько сантиметров (датчики бампера не срабатывают), но потом все равно от преграды отворачивает. Во время движения вдоль препятствия, хорошо отражающего ИК-свет, робот движется впритык боком к препятствию, но не касается его. А если препятствие плохо отражает ИК-свет, то происходит периодическое касание боковой частью бампера.



Рисунок 3 — Карта местности

На рисунке 3 представлена карта местности, просканированная лидаром робота. Также на карте видны все перемещения робота, его траектория. Так как этот робот разработан для уборки пыли в помещений, его траектория движения форми-

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

руется «змеевидной», так, чтобы вся площадь помещения имела оптимальную плотность траектории. Зона перекрытия роботом составляет около 30%, т. е. Если робот двигался в одну сторону, потом у препятствия развернулся и начал движение вдоль той же линии, но, например чуть левее, таким образом, чтобы часть робота находила на часть предыдущего пути.

1.3 Метод одновременной локализации и построения карты

Определение своего местоположения робот может выполнять как на основании априорно имеющейся карты пространства (местности), так и на основании своих наблюдений.

В идеальном случае имеется возможность загрузить роботу карту окружающего пространства, однако на практике такая возможность имеется не всегда (чаще всего она отсутствует), поэтому встаёт естественная задача: научить робота строить карту местности и одновременно определять своё положение на этой местности и траекторию движения. Область знаний, описывающая методы решения данной задачи получила название SLAM (Simultaneous Localization And Mapping)[1].

Стоит отметить, что SLAM это не какой-то конкретный алгоритм, а набор методов и техник, которые позволяют решать задачу об определении местоположения робота и построения карты местности. На данный момент существует значительно количество алгоритмов, использующих как аппаратные так и программные возможности. Рассмотрим, кратко, основные подходы.

Работа любого из методов SLAM предполагает, что имеется возможность измерять расстояние до объектов внешнего мира, а также оценивать своё смещение относительно предыдущего местоположения. Поэтому, с аппаратной точки зрения SLAM реализуется посредством разного рода систем определения расстояния и систем одометрии. В качестве измеряющих расстояние механизмов чаще всего используются лазерные дальномеры. В частности, так называемые лидары (приборы, способные строить двумерную и трёхмерную картину окружающего мира, основанные на явлении отражения света) используются в беспилотных транспортных средствах.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

В качестве замены дальномерам могут выступать видеокамеры. Для определения расстояния необходимо минимум 2 камеры (или же 3D-камеру). Использование камер связано с погрешностями при измерениях и разного рода сложностями с освещением, а также с эффективностью (анализ видео потока для встроенных систем является сложной задачей).

Тем не менее целесообразно использовать синтезированные подходы, включающие в себя как использование оптических дальномеров, так и видеокамер для уточнения результатов измерений.

Для оценки изменения положения робота в пространстве чаще всего применяются датчики угла поворота моторов, приводящих робота в движение (энкодеры), хотя допустимо и использование систем визуальной одометрии (какие, например, используются в обычных оптических "мышках").

Если смотреть на SLAM с точки зрения алгоритмов обработки данных, то можно выделить 3 основных подхода:

- расширенный фильтр Калмана;
- фильтр частиц;
- SLAM, основанный на графах.

На самом деле, алгоритмов, применяемых для решения задач SLAM существенно больше, но перечисленные выше являются яркими представителями.

Основная идея большинства алгоритмов SLAM проста. Находясь в некотором положении, робот начинает обнаруживать объекты вокруг. Сделав первые замеры расстояний он их запоминает и движется в направлении других объектов. После того, как все объекты в некотором помещении найдены и расстояние до них измерено робот возвращается на исходную позицию. Скорее всего он попадет в другое место, а не в то, в котором находился изначально. Происходит это из-за ошибок одометрии. Далее робот начинает второй круг измерений, на котором ошибка сокращается.

На данный момент наиболее популярны методы, основанные на расширенном фильтре Калмана и на фильтре частиц. Постепенно второй подход вытесняет первый. Основным недостатком расширенного фильтра Калмана является его

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

квадратичная вычислительная сложность от числа объектов на карте. Фильтр частиц же (в частности алгоритм DP-SLAM) имеет логарифмическую сложность (зависит от количества ячеек на карте и числа частиц).

Существуют 2 главные проблемы, которые возникают при решении задачи SLAM. Первая из них - проблема сходимости. Она напрямую связана с точностью вычислений. Любые датчики и системы одометрии имеют определённую модель ошибки. Тем не менее, точно определить эту модель чаще всего не представляется возможным, поэтому пользуются различного рода упрощениями, которые влекут за собой неточности в построении карты.

Вторая проблема — вычислительная сложность алгоритмов. Частично, эта проблема решена и на данный момент существуют алгоритмы, которые асимптотически решают данную задачу за логарифмическое время. Тем не менее, структурная сложность окружающего пространства такова, что даже при такой сложности вычислений не всегда удастся решать задачу в приемлемое время (особенно, это касается летающих роботов, движущихся с большими скоростями).

Дополнительной проблемой является то, что задача SLAM чаще всего ставится перед мобильными роботами, для которых вопрос потребления электроэнергии является первостепенным, следовательно в целях энергосбережения разработчики мобильных роботов вынуждены ограничивать вычислительные мощности используемых аппаратных платформ.

Выходит, что не смотря на то, что глаза робота (вернее его сенсоры), зачастую, позволяют видеть ему в темноте, робот не всегда может справиться объемом и качеством получаемой информации.

1.4 Постановка задачи

В выпускной работе необходимо разработать систему локации мобильного робота, которая будет находить препятствия и строить карту местности. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- сделать анализ существующих датчиков для локации роботов;
- подобрать необходимые датчики для локации;
- разработать структурную схему конечного устройства;

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

2 Обзор аппаратных средств

Перед тем как начать разработку какого-либо устройства, необходимо ознакомиться с аппаратными средствами, которые может предложить рынок. Это касается как различных датчиков и модулей, так и контроллеров, которые должны будут обрабатывать информацию, получаемую от сенсоров.

2.1 Микрокомпьютеры и микроконтроллеры

Raspberry Pi — одноплатный компьютер, рисунок 4, обладающий малыми размерами, изначально разработанный как бюджетная система для обучения информатике. Разрабатывается Raspberry Pi Foundation.



Рисунок 4 — Микрокомпьютер Raspberry Pi 2 B+

Внешне Raspberry Pi 2 представляет собой небольшую плату чуть больше банковской карты. Процессор одноплатного компьютера является четырёхъядерный ARM Cortex-A7 с частотой 900 МГц. Кроме этого, на плате распаян гигабайт оперативной памяти, часть которой (до 128 МБ) можно выделить для работы видеоядра. Более подробные характеристики приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Технические характеристики микрокомпьютера

Параметр	Расшифровка
Процессор	ARM Cortex-A7
Частота процессора	0,9 ГГц
Количество ядер процессора	4

Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

БР 15.03.06 ПЗ

Продолжение таблицы 2

Параметр	Расшифровка
Объём оперативной памяти	1 ГБ
Графический чипсет	интегрированный VideoCore IV 3D
Звуковой контроллер	интегрированный
Внешние порты	4 USB, 1 HDMI, 1 Audio Jack (Mic in/Headphone out), 1 LAN
Память ПЗУ	MicroSD карта
Питание микрокомпьютера	5 В, 2 А через microUSB
Дополнительные интерфейсы	Camera interface (CSI), Display interface (DSI), 40 GPIO pins

Основные достоинства таких микрокомпьютеров — это наличие портов GPIO. Эти пины не имеют специального назначения и, как правило, остаются неиспользованными. Идея состоит в том, что иногда системному интегратору для построения полной системы, используется тот или иной чип, может оказаться полезным иметь несколько дополнительных линий цифрового управления.

Pin#	NAME		NAME	Pin#
01	3.3v DC Power		DC Power 5v	02
03	GPIO02 (SDA1 , I ² C)		DC Power 5v	04
05	GPIO03 (SCL1 , I ² C)		Ground	06
07	GPIO04 (GPIO_GCLK)		(TXD0) GPIO14	08
09	Ground		(RXD0) GPIO15	10
11	GPIO17 (GPIO_GEN0)		(GPIO_GEN1) GPIO18	12
13	GPIO27 (GPIO_GEN2)		Ground	14
15	GPIO22 (GPIO_GEN3)		(GPIO_GEN4) GPIO23	16
17	3.3v DC Power		(GPIO_GEN5) GPIO24	18
19	GPIO10 (SPI_MOSI)		Ground	20
21	GPIO09 (SPI_MISO)		(GPIO_GEN6) GPIO25	22
23	GPIO11 (SPI_CLK)		(SPI_CE0_N) GPIO08	24
25	Ground		(SPI_CE1_N) GPIO07	26
27	ID_SD (I ² C ID EEPROM)		(I ² C ID EEPROM) ID_SC	28
29	GPIO05		Ground	30
31	GPIO06		GPIO12	32
33	GPIO13		Ground	34
35	GPIO19		GPIO16	36
37	GPIO26		GPIO20	38
39	Ground		GPIO21	40

Рисунок 5 — Распиновка пинов GPIO

На рисунке 5, представлена распиновка пинов GPIO. Все представленные пины могут работать, как на ввод так и на вывод. Также за некоторыми пинами закреплён определенный функционал, такой как интерфейсы UART, I²C, SPI.

Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

БР 15.03.06 ПЗ

няются для сканирования отдельных поверхностей, предметов целиком или определения положения группы предметов в зоне обнаружения. На основе оптических датчиков создают электронные тахометры. Фотоэлектрические датчики применяются во многих отраслях промышленности. Датчики с дискретным выходным сигналом используются для подсчета, обнаружения, позиционирования и решения других задач. Устройства с аналоговым выходом устанавливают в дальнометры, оптические локаторы. Множество датчиков объединенные узлом обработки данных представляют собой примитивную модель технического зрения. На рисунке 7 представлена система ультразвуковых датчиков системы «парктроник»[15].

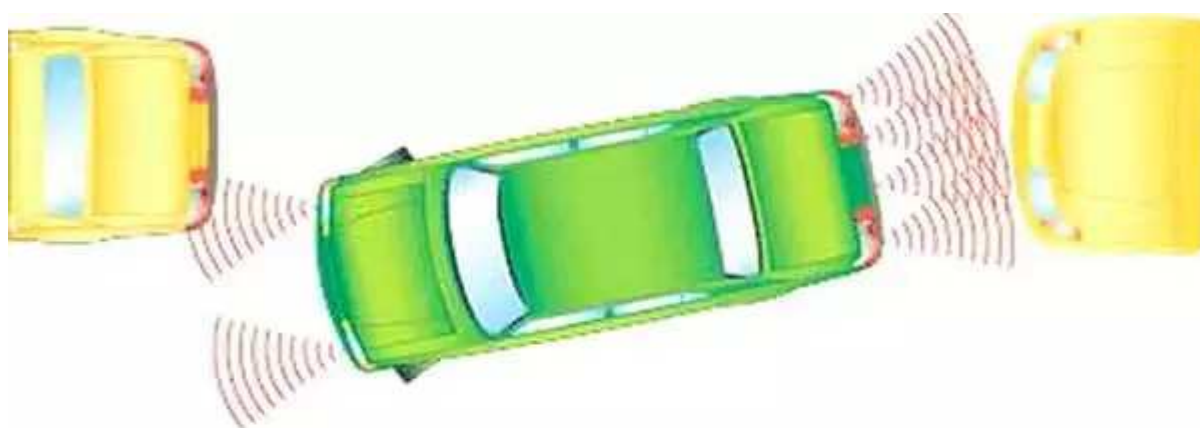


Рисунок 7 — Пример парктроника, использующий датчики расстояния

Оптический датчик регистрирует изменение светового потока в контролируемой зоне, вызванное подвижными деталями механизмов, а также отсутствием, появлением объектов. Или наоборот датчик находится на подвижном объекте и определяет свое положение относительно окружающего пространства. Простейший случай применения это установка факта наличия вблизи датчика предмета без уточнения дистанции до него. Оптический датчик используется в простых проектах автоматики в том числе с использованием микроконтроллеров. Например, для подвижных роботов или в системах безопасности для обнаружения движения. В устройство входят два полупроводниковых фотоприбора светодиод и фотодиод или фототранзистор. Излучение светодиода отражается от препятствия и воспринимается фотоприемником. Приводимые примеры оптических датчиков расстояния относятся к классу диффузных датчиков. Это название класса возник-

Инв. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	

Изм.	Колуч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

ло из-за распространения, отражения по множествам направлений – диффузии излучения поверхностью преграды, представлено на рисунке 8.

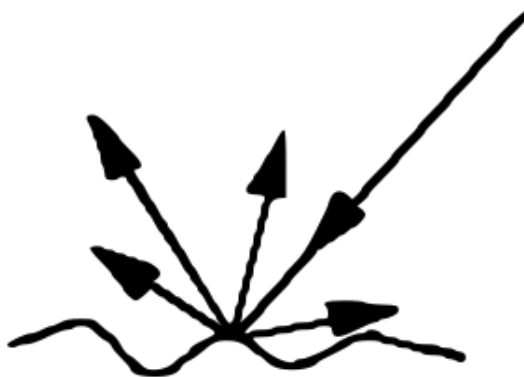


Рисунок 8 — Диффузное отражение

Принцип действия состоит в определении освещенности фотодиода ИК излучением, отраженным от предмета. Электроника усиливает ток фоточувствительного элемента, преобразуя его в выходной сигнал. Если ИК излучение не возвращается, то состояние выхода не изменится. Такие датчики представляют собой недорогое и легко устанавливаемое решение. Поскольку они работают с отраженным светом, то возникает погрешность измерения расстояния при отражении от предметов разных цветов, сделанных из различных материалов. Высокая точность возможна только на относительно коротких расстояниях. Этому недостатка лишен датчик GP2Y0A21YK0F. В датчике GP2Y0A21YK0F используется принцип триангуляции, а не измерение уровня освещенности фотоприемника. Поэтому его используют для измерения расстояния. В параметре дальности датчиков указывается дистанция до отражающей белой матовой плоскости. В зависимости от характера поверхности обнаруживаемого объекта применяются корректирующие коэффициенты расстояния: бумага белая матовая 1, ткань хлопчатобумажная 0.6, Серый поливинилхлорид 0.57, легко окрашенное дерево 0.73, дерево необработанное 0.4, белый пластик 0.7, черный пластик 0.22, черная резина 0.2–0.15, матовый алюминий 1.2, нержавеющая полированная сталь 2.3.

Свойства различных материалов по-разному отражать ИК излучение используется в бесконтактных цифровых тахометрах. Достаточно приклеить на вращающуюся деталь клочок ярко белой бумаги, навести луч датчика и тахометр по-

Инв. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	

Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

чти готов. Для уменьшения влияния шумов обрабатывающим микроконтроллером производится несколько измерений расстояния до объекта. Результаты измерений запоминаются и усредняются, тем самым повышается точность измерений. Для усреднения измерений применяются различные алгоритмы, но платой за повышение точности будет снижение быстродействия. Поиск оптимального алгоритма усреднения является на сегодняшний день весьма актуальной задачей.



Рисунок 9 — Датчик HC-SR04

Ультразвуковой датчик расстояния – модуль HC-SR04, представленный на рисунке 9 (самый распространенный и единственный подобный датчик) использует акустическое излучение для определения расстояния до объекта. Этот бесконтактный датчик обеспечивает высокую точность и стабильность измерений. Диапазон измерений составляет: от 2 см до 500 см. На показания датчика практически не влияют солнечное излучение и электромагнитные шумы. Модуль поставляется в комплекте с трансмиттером и ресивером. В таблице 3 представлены характеристики дальномера[15].

Таблица 3 — Характеристики ультразвукового дальномера

Параметр	Значение
Напряжение питания	5 В
Сила тока покоя	< 2 мА

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

БР 15.03.06 ПЗ

Продолжение таблицы 3

Параметр	Значение
Рабочая сила тока	15 мА
Эффективный рабочий угол	<15°
Расстояние измерений	2 - 500 см
Разрешающая способность	0.3 см
Угол измерений	30°
Ширина импульса триггера	10 мкс

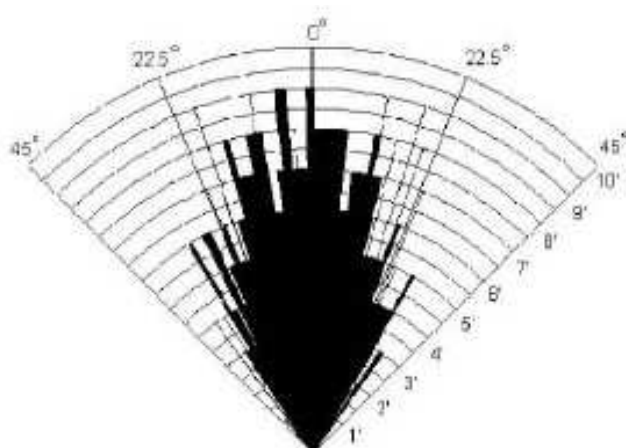


Рисунок 10 — Диаграмма направленности

Разъём сенсора — 4 обычных пина (2.54), что позволяет просто воткнуть его в безопасную плату, припаять к макетной плате или использовать для подключения обычные проводники (типа мама). Диаграмма направленности расхождения пучка представлена на рисунке 10.

Сенсор излучает короткий ультразвуковой импульс (в момент времени 0), который отражается от объекта и принимается сенсором. Расстояние рассчитывается исходя из времени до получения эха и скорости звука в воздухе. На рисунке 6 представлена временная диаграмма работы ультразвукового датчика HC-SR04.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

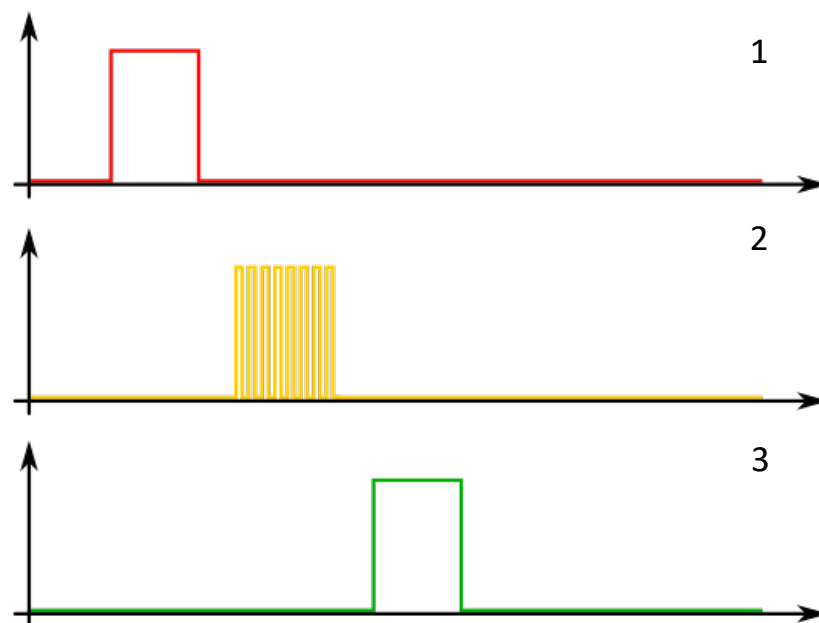


Рисунок 11 — Диаграмма работы сенсора

Для того чтобы инициализировать отправку сигнала дальномером, необходимо подать высокий сигнал длительностью $10 \mu\text{s}$ на пин Trig (рисунок 11 график 1). После получения высокого сигнала длительностью $10 \mu\text{s}$ на пин Trig, модуль генерирует пучок из восьми сигналов частотой 40 кГц (рисунок 11 график 2) и устанавливает высокий уровень на пине Echo (рисунок 11 график 3). После получения отраженного сигнала модуль устанавливает на пине Echo низкий уровень. Зная продолжительность высокого сигнала на пине Echo можем вычислить расстояние, умножив время, которое потратил звуковой импульс, прежде чем вернуться к модулю, на скорость распространения звука в воздухе (340 м/с)[17].



Рисунок 12 — Концевой выключатель

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

В роли датчика касания можно использовать любой концевой выключатель, например изображенный на рисунке 12. Данное решение имеет маленькие габариты и цифровой выходной сигнал, высокий или низкий уровень. В данном концевом выключателе присутствует три контакта: общий, нормально закрытый и нормально открытый. Таким образом, когда рычаг выключателя находится в верхнем положении, то контакты общий и нормально закрытый — соединены, а общий и нормально открытый — разъединены, и наоборот, если рычаг выключателя находится в нижнем положении, нормально закрытая пара контактов разъединяется, а пара нормально открытых контактов соединяется.

Однако, концевой выключатель неудобно использовать в роли датчика присутствия поверхности (или датчика пола). Для таких целей подойдет Оптический датчик с цифровым выходным сигналом GP2Y0D805, изображенный на рисунке 13.

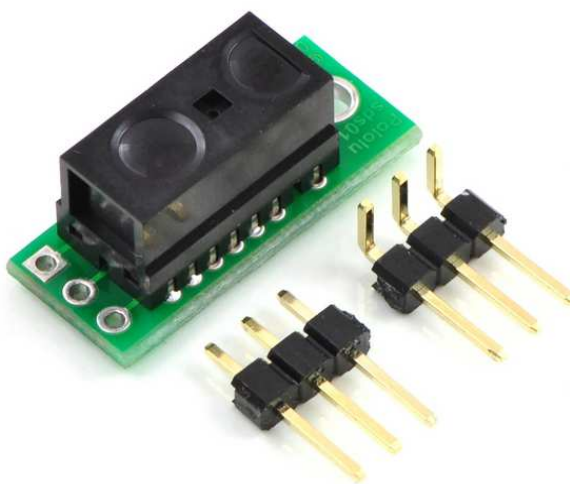


Рисунок 13 — Датчик дальности

GP2Y0D805, GP2Y0D810 и GP2Y0D815 - самые маленькие и быстрые датчики компании Sharp. Благодаря небольшой плате, на которой помимо них установлены все необходимые компоненты, вы можете сразу приступить к работе с этими сенсорными модулями. С частотой почти в 400 Гц и максимальным измеряемым расстоянием 5 см (GP2Y0D805), 10 см (GP2Y0D810) или 15 см (GP2Y0D815), этот датчик является привлекательной альтернативой оптопаре с

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

меньшим измеряемым расстоянием, а также аналоговому датчику Sharp GP2Y0A21YK0F с большим измеряемым расстоянием, но при этом более медленным. Выходное напряжение V_o находится на постоянном высоком уровне, и падает до низкого при обнаружении объекта.

GP2Y0D805 определяет объекты на расстоянии от 0,5 до 5 см от поверхности датчика. На максимальном пороге обнаружения обнаруживается несколько миллиметров гистерезиса, на минимальном пороге гистерезиса нет. Датчики не определяют точное расстояние до объекта, а лишь определяют находится ли он в данном диапазоне.

2.3 Датчик глобальной навигации

Для определения долготы и широты на открытой местности, предлагается использовать модуль GPS/ГЛОНАСС. С помощью этого модуля можно не только определять местоположения, но и скорость движения объекта, а также время с огромной точностью, вплоть до наносекунд.



Рисунок 14 — Модуль BN-280

На сегодняшний день, рынок предлагает большое количество разнообразных модулей навигации, как дешевых, так и дорогих. Однако работоспособность модулей отличается мало чем друг от друга. Основная разница между модулями — это поддерживаемые сети навигации, так как в крупных странах, есть свои навигационные сети, в США GPS, в России ГЛОНАСС, в Китае BeiDou.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

Предлагается использовать модуль глобальной навигации BN-280, представленный на рисунке 14. Рассмотрим технические характеристики данного модуля, представленные в таблице 4.

Таблица 4 — Характеристики модуля GPS

Параметр	Значение	
Основные особенности	микросхема	U-blox M8030-KT
	Поддерживаемые пакеты данных	GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou, QZSS, SBAS
	Частота	GPS L1, GLONASS L1, BeiDou B1, SBAS L1, Galileo E1
	Каналы	72 поисковых канала
Чувствительность	Слежение	-167dBm
	Повтор	-160dBm
	Холодный старт	-148dBm
	Горячий старт	-156dBm
Точность	Горизонтальное положение	2.0 CEP 2D RMS SBAS
	Скорость	0.1м/с 95%
	Синхронизация	1мкс
Время запуска	Холодный старт	26с
	Теплый старт	25с
	Горячий старт	1с
Скорость обмена данными, данные	Бaudрейт	4800 - 921600
	Логический уровень	ТТЛ/RS232
	Протокол	NMEA-0183/UBX
	Частота опроса (одинарный)	1-18Гц
	Частота опроса (параллельный)	1-10Гц
Питание	Напряжение	3.0 — 5.5В
	Ток	70мА (5В)

Инв. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №

Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

БР 15.03.06 ПЗ

2.4 Датчик ориентации

Для того чтобы МР мог ориентироваться в пространстве, а именно понимать, в какую сторону двигаться, ему необходимо знать азимут, на который нужно повернуться во время движения по запланированной траектории. Для решения данной задачи необходим компас. Однако для точности и достоверности получаемых данных необходимо на борту иметь гироскоп и акселерометр. Связан это с физическими свойствами датчиков, которые изготавливают по технологии CMOS MEMS[21].

Используя в совокупности все три типа датчиков, можно добиться максимальной точности и достоверности данных, получаемых с подобных модулей.

Самым распространенным датчиком подобного типа, является модуль MPU-9250, представленный на рисунке 15.

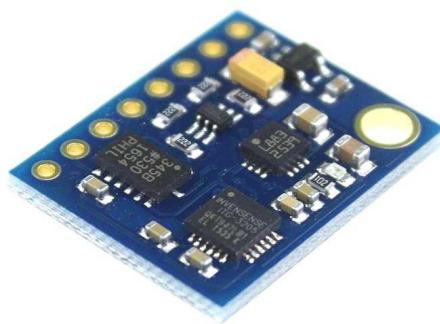


Рисунок 15 — Модуль MPU-9250

В корпусе микросхемы объединены два кристалла: на одном размещён трёхосевой гироскоп и трёхосевой сенсор, а на втором — также трёхосевой магнитометр Asahi Kaisei Microdevices. Данные с сенсоров оцифровываются 16-битными АЦП, обрабатываются с применением алгоритмов Motion Fusion сигнальным процессором DMP (Digital Motion Processor) и передаются внешнему микроконтроллеру по шине I2C/SPI.

Ниже в таблице 5 представлены технические характеристики микросхемы MPU-9250.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

Таблица 5 — Характеристики датчика компаса

Параметр	Значение
Рабочие диапазоны гироскопа	$\pm 250, \pm 500, \pm 1000, \pm 2000$ °/с
Чувствительность гироскопа	131, 65,5, 32,8, 16,4 LSB/°/с
Рабочие диапазоны акселерометра	$\pm 2, \pm 4, \pm 8, \pm 16$ g
Рабочий диапазон магнитометра	± 4800 мкТл
Напряжение питания	2,4-3,6 В
Рабочий ток гироскопа	3,2 мА
Рабочий ток акселерометра	450 мкА
Рабочий ток магнитометра	280 мкА
Ток в режиме сна	8+8 мкА (гироскоп+акселерометр)

2.5 Оптический сенсор

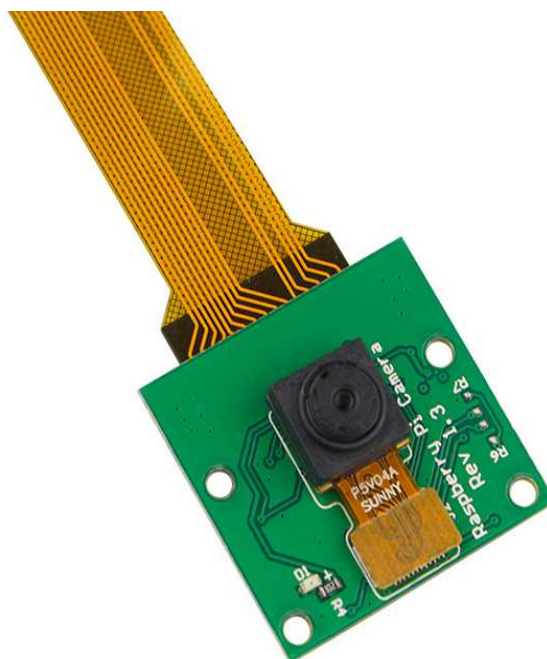


Рисунок 16 — Модуль камеры

Данный модуль, рисунок 14, имеет 5-мегапиксельный датчик OmniVision OV5647. На плате с обратной стороны размещается контроллер сенсора и вся необходимая развязка. Также на плате присутствует разъем под шлейф CSI (Camera Serial Interface).

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

Благодаря специализированной библиотеки для технического зрения «openCV», которую разработала компания IBM, будет происходить обработка полученного изображения, для выделения границ объектов, таким образом, основной фон изображения будет черным, а границы (ребра) объектов будут белыми, и если мы будем знать расстояние до этих границ, то система управления сможет создавать карту местности, расстояние будет измеряться дальномером.

В таблице 6 представлены технические характеристики модуля камеры.

Таблица 6 — Технические характеристики сенсора OV5647

Параметр	Значение
Разрешение матрицы	5 Мрх
Разрешение матрицы ШxВ	2592 x 1944 рх
Угол поля зрения объектива	72.4°
Размер	25 x 24 x 9 мм

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							<i>БР 15.03.06 ПЗ</i>	Лист
			Изм.	Колуч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата		29

3 Разработка системы локации мобильного робота

Выбор электрических и электронных компонентов при разработке системы локации – важный шаг, который в дальнейшем повлияет на возможности и ограничения в разработке алгоритмов управления. Набор элементов системы локации должен удовлетворять условиям задачи.

Возьмем за основу кинематическую схему робота, представленного в 1 главе, изображенного на рисунке 1. Но для большей устойчивости добавим еще одно свободно вращающееся подпорное колесо, получим кинематическую схему, изображенную на рисунке 17.

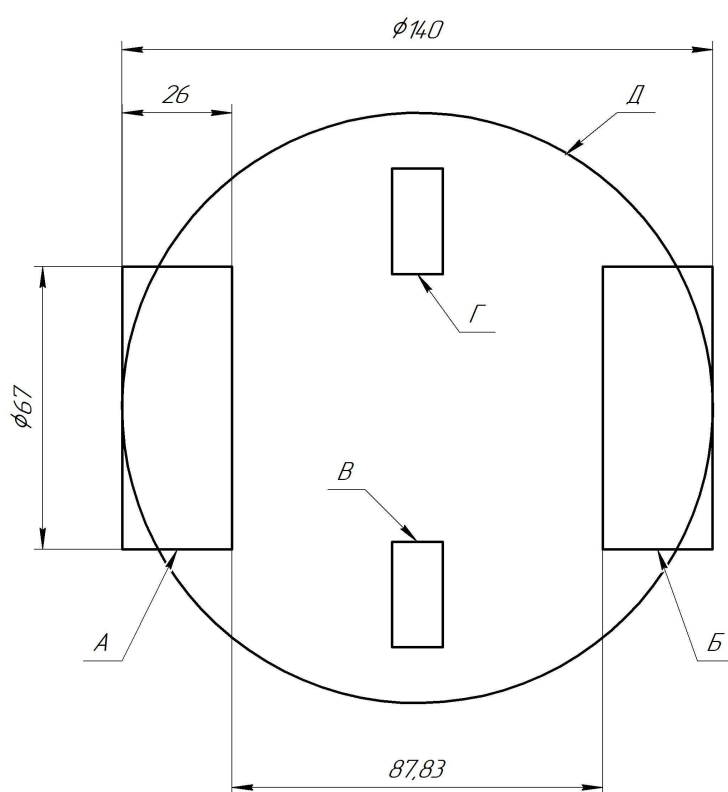


Рисунок 17 — Кинематическая схема объекта управления

Рассмотрим схему подробнее:

- элементы А и Б — ведущие колеса;
- элементы В и Г — вспомогательные колеса, свободно вращающиеся вокруг своей оси;
- элемент Д — основа робота на которой закреплены все перечисленные элементы, в том числе и контроллеры управления.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Колуч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата	БР 15.03.06 ПЗ	

Каждый элемент имеет свои геометрические размеры:

- элементы А и Б — 67x26 мм;
- элемент Д — 144 мм.

Из рассмотренного оборудования в главе 2, имеются следующие датчики и контроллеры:

- ультразвуковой дальномер (описанный в разделе 2.2);
- датчик глобальной навигации (описанный в разделе 2.3);
- датчик ориентации (описанный в разделе 2.4);
- оптический сенсор (описанный в разделе 2.5);
- микрокомпьютер (описанный в разделе 2.2);
- микроконтроллер, аналог платформы arduino nano v3 (чип описанн в разделе 2.1).

Каждый датчик/модуль имеет определенный интерфейс подключения, как в плане физических контактов, так и в плане интерфейсов обмена информацией.

Рассмотрим интерфейс I²C (ИС), по которому будет осуществляться связь между микрокомпьютером, контроллером и датчиком ориентации.

Данные передаются по двум проводам — проводу данных и проводу тактов. Такты генерирует master, ведомый лишь «поддакивает» при приёме байта. Всего на одной двухпроводной шине может быть до 127 устройств.

Мастер инициирует обмен. Для этого он начинает генерировать тактовые импульсы и посылает их по линии SCL пачкой из 9-ти штук. Одновременно на линии данных SDA он выставляет адрес устройства, с которым необходимо установить связь, которые тактируются первыми 7-ми тактовыми импульсами (отсюда ограничение на диапазон адресов: $2^7 = 128$ минус нулевой адрес). Следующий бит посылки – это код операции (чтение или запись) и ещё один бит – бит подтверждения (ACK), что ведомое устройство приняло запрос. Если бит подтверждения не пришёл, на этом обмен заканчивается. Или мастер продолжает посылать повторные запросы.

Взам. инв. №							Лист
	Подп. и дата						
Инв. № подл.							
Изм.	Коллч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата	БР 15.03.06 ПЗ	

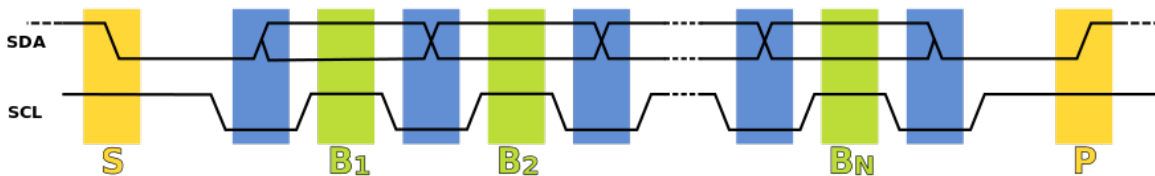


Рисунок 18 — Тактирование последовательности передачи данных

I²C использует две двунаправленные линии, подтянутые к напряжению питания и управляемые через открытый коллектор или открытый сток — последовательная линия данных (SDA — Serial Data) и последовательная линия тактирования (SCL, — Serial Clock). Стандартные напряжения +5 В или +3,3 В, однако допускаются и другие. На рисунке 18 представлена временная диаграмма передачи сигнала по I²C. Классическая адресация включает 7-битное адресное пространство с 16 зарезервированными адресами. Это означает, что разработчикам доступно до 112 свободных адресов для подключения периферии на одну шину.

Основной режим работы — 100 кбит/с; 10 кбит/с в режиме работы с пониженной скоростью. Также немаловажно, что стандарт допускает приостановку тактирования для работы с медленными устройствами[26].

Далее рассмотрим интерфейс UART. По данному интерфейсу будет осуществляться связь между микроконтроллером и модулем глобальной навигации.

Передача данных в UART осуществляется по одному биту в равные промежутки времени. Этот временной промежуток определяется заданной скоростью UART и для конкретного соединения указывается в бодах (что в данном случае соответствует битам в секунду). Существует общепринятый ряд стандартных скоростей: 300; 600; 1200; 2400; 4800; 9600; 19200; 38400; 57600; 115200; 230400; 460800; 921600 бод. Скорость (S, бод) и длительность бита (T, секунд) связаны соотношением $T=1/S$. Скорость в бодах иногда называют сленговым словом бодрейт или битрейт.

Помимо информационных бит, UART автоматически вставляет в поток синхронизирующие метки, так называемые стартовый и стоповый биты. При приёме эти лишние биты удаляются из потока. Обычно стартовый и стоповый биты обрамляют один байт информации (8 бит), при этом младший информационный бит

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

передаётся первым, сразу после стартового. Встречаются реализации UART, передающие по 5, 6, 7, или 9 информационных бит. Обрамленные стартом и стопом биты являются минимальной посылкой. Некоторые реализации UART используют два стоповых бита при передаче для уменьшения вероятности рассинхронизации приёмника и передатчика при плотном трафике. Приёмник игнорирует второй стоповый бит, воспринимая его как короткую паузу на линии.

Принято соглашение, что пассивным (в отсутствие потока данных) состоянием входа и выхода UART является логическая 1. Стартовый бит всегда логический 0, поэтому приёмник UART ждёт перепада из 1 в 0 и отсчитывает от него временной промежуток в половину длительности бита (середина передачи стартового бита). Если в этот момент на входе всё ещё 0, то запускается процесс приёма минимальной посылки. Для этого приёмник отсчитывает 9 битовых длительностей подряд (для 8-битных данных) и в каждый момент фиксирует состояние входа. Первые 8 значений являются принятыми данными, последнее значение проверочное (стоп-бит). Значение стоп-бита всегда 1, если реально принятое значение иное, UART фиксирует ошибку.

Для формирования временных интервалов передающих и приёмный UART имеют источник точного времени (тактирования). Точность этого источника должна быть такой, чтобы сумма погрешностей (приёмника и передатчика) установки временного интервала от начала стартового импульса до середины стопового импульса не превышала половины (а лучше хотя бы четверти) битового интервала. Для 8-битной посылки $0,5/9,5 = 5\%$ (в реальности не более 3%). Поскольку эта сумма ошибок приёмника и передатчика плюс возможные искажения сигнала в линии, то рекомендуемый допуск на точность тактирования UART — не более 1,5%.

Поскольку синхронизирующие биты занимают часть битового потока, то результирующая пропускная способность UART меньше скорости соединения. Например, для 8-битных посылок формата 8-N-1 синхронизирующие биты занимают 20% потока, что при физической скорости линии 115 200 бод означает полезную скорость передачи данных 92 160 бит/с или 11 520 байт/с.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

3.1 Функциональная схема

Разберем принцип работы системы локации, изображенной на рисунке 19. Основной компьютер, отправляет устройству локации два типа команды: исполнение и чтение. Команду на выполнение, для того чтобы отклонить сервоприводы на нужные углы. Команду на чтение, например, получить данные с дальномера или данные с модуля глобального позиционирования.

Во время работы всей системы модуль глобальной навигации отсылает еже-секундно пакет данных. Также частоту отправки данных можно увеличить до 10 Гц. Контроллер системы локации принимает эти данные и размещает принятые данные в оперативной памяти. Когда приходит запрос с командой по шине I²C, контроллер считывает данные из ячеек оперативной памяти и отправляет эти дан-ные микрокомпьютеру.

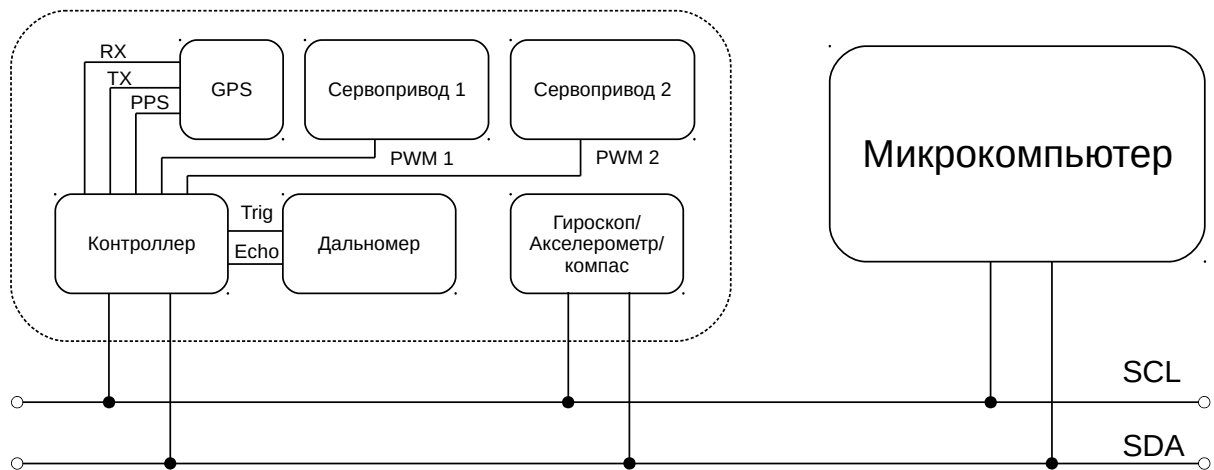


Рисунок 19 — Функциональная схема системы локации

Когда приходит команда на измерение расстояния, контроллер ее обрабаты-вает, понимает, что ему нужно измерить расстояние, и устанавливает высокий уро-вень на линии Trig длительностью 10 мкс, затем включает таймер и ожидает высо-кого уровня на линии Echo. После получения сигнала на линии Echo, таймер оста-навливается. Преобразуя разницу во времени между двумя полученными сигнала-ми от дальномера, получим расстояние до измеряемого объекта. Для реализации элементов управления устройства локации используются 2 сервопривода. Таким образом роботу не нужно будет поворачиваться самому, для исследования окружа-

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

ющей среды, что будет занимать меньше времени. Сервопривода управляются широтно-импульсной модуляцией, т. е. период импульса должен составлять 2 мс, контроллер сервопривода измеряет скважность сигнала и высчитывает задание для мотора, который отклоняет рычаг сервопривода.

В виду особенностей используемого интерфейса связи микросхемой гироскопа, к нему можно будет обращаться не через контроллер устройства локации, а на прямую. Данные с компаса необходимы как для робота, так и для системы локации, т. к. данные два элемента управления могут работать асинхронно, например, робот может двигаться по запланированной траектории и одновременно сканировать окружающую обстановку.

3.2 Кинематическая схема

Для удобства обозначим используемые параметры, в частности декартовы оси. Пусть ось Z направлена вертикально, а оси X и Y пусть располагаются в горизонтальной плоскости. Так как у сервоприводов максимальный угол отклонения от нулевого положения равен 180° , то и максимальные отклонения от центральных положений составит $\pm 90^\circ$.

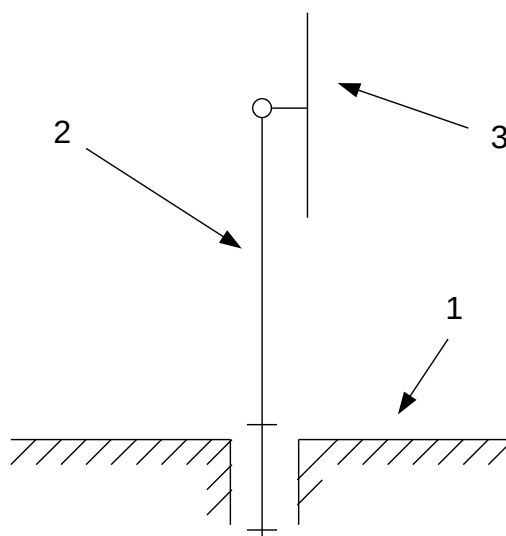


Рисунок 20 — Кинематическая схема СЛ. 1 - основание; 2 - вертикальное крепление; 3 - крепление камеры, дальномера

На рисунке 20 изображена кинематическая схема системы локации. Основание 1 должно жестко крепиться на робота, на крепление 3 подключается камера и

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

дальномер. Подвижные элементы 2 и 3 приводятся в движение с помощью сервоприводов. Таким образом дальномер и камера будут вращаться вокруг оси Z, и наклоняться в горизонтальной плоскости.

3.3 Математическое описание

Для оптимального управления элементами системы локации необходимо описать математически данное устройство. Математическое описание — содержит описание методов и алгоритмов, разработанных при создании данной системы локации робота и обеспечивает решение технологических задач, в данном случае, связанных с измерением расстояния, азимута и поиска препятствий. Иначе говоря, математическая модель объекта, характеризуемого не очень сложными дифференциальными уравнениями, которые можно реализовать на микропроцессорной или аналоговой вычислительной машине. Исходя из всего сказанного, нужно составить математическую модель таким образом, чтобы не возникло проблем с реализацией на языке программирования.

Необходимые параметры: физические размеры устройства, а также различные предельные величины, например, углы отклонения по осям или максимальные скорости поворота на предельные углы отклонения сервоприводов.

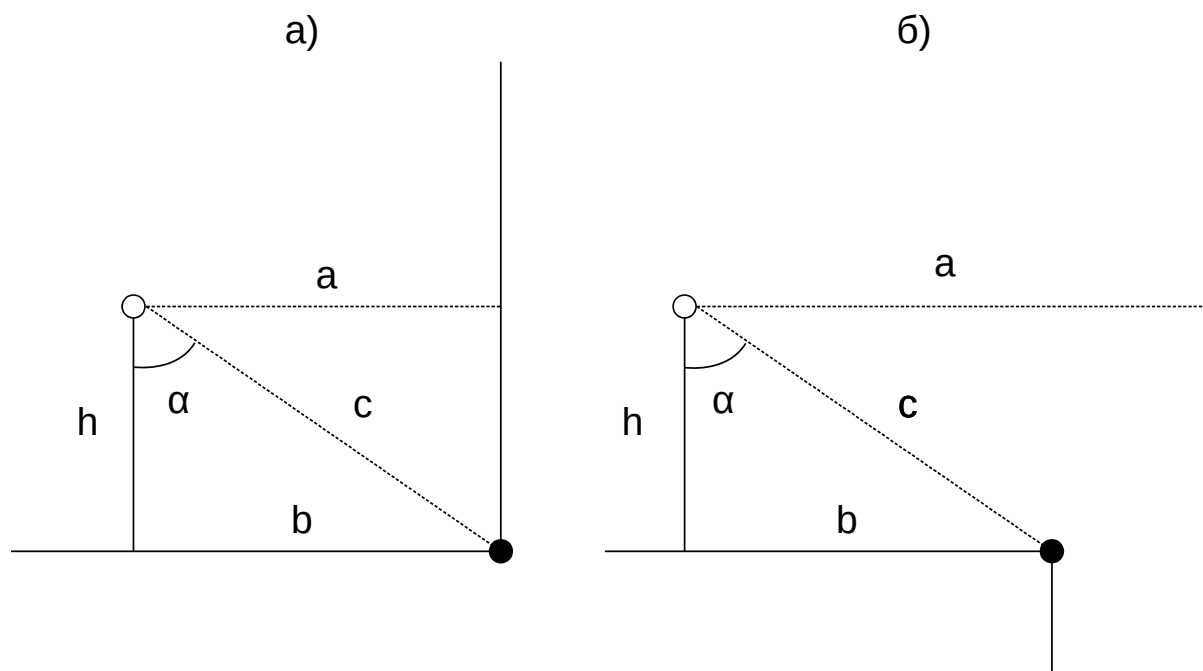


Рисунок 21 — Случаи когда робот находится рядом со стеной и рядом с обрывом

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Колуч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

Данную систему локации можно установить на любую робототехническую платформу, исходя из физических размеров самого робота и места установки данного устройства на работе. Опишем аналитически модель СЛ для дальнейшей разработки ПО. Для начала начнем описывать простые задачи, а затем более сложные. Первым делом опишем аналитически проверку на наличия стены и отсутствия пола перед роботом. Для этого рассмотрим схемы представленные на рисунке 18, где изображены два варианта развития событий во время движения робота.

На рисунке 21 а), мы видим что ОУ находится рядом со стеной, но чтобы быть уверенным что это стена или какое либо препятствие, необходимо измерить расстояние в горизонтальной плоскости до стены/препятствия, и до точки/угла, которые разделяют поверхность пола и поверхность стены. Если расстояние a и расстояние b равны то данное препятствие является стеной или чем-либо подобным. Также стоит отметить, что из всех величин обозначенных на рисунке 17 а) и б) неизвестна только длина b , которую можно вычислить используя несложные тригонометрические вычисления с помощью функции синуса:

$$b = \sin(\alpha) \cdot c \quad , \quad (4.1)$$

где b – противолежащий катет угла α , c — гипотенуза прямоугольного треугольника, α — угол между гипотенузой c и прилежащим катетом h .

Теперь разберем случай, когда нужно обнаружить вертикальное препятствие или особенность местности. На рисунке 22, изображен вид местности сверху. В данном случае мы имеем препятствие, которое располагается в плоскости стены. На данном этапе будет достаточно измерить расстояния до ключевых элементов: расстояние до вертикальных граней, расстояние до точки между граней, расстояние до дальней грани. Также необходимо знать угол направление робота, так как направление системы локации будет задаваться относительно угла робота.

По измеренным углам и расстояниям до точек можно построить карту местности, если соединить точки А, В, С и D, то мы получим часть местности, которая окружает робота, что изображено на рисунке 22.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

На рисунке 23 изображено два кадра с камеры. На правом кадре изображены две плоскости, горизонтальная и вертикальная, а также угол монитора, различные провода. На левой части рисунка 23 отображается правое изображение, но после обработки алгоритма по определению границ. Для определения границ на изображениях используется алгоритм Джона Ф. Канни.

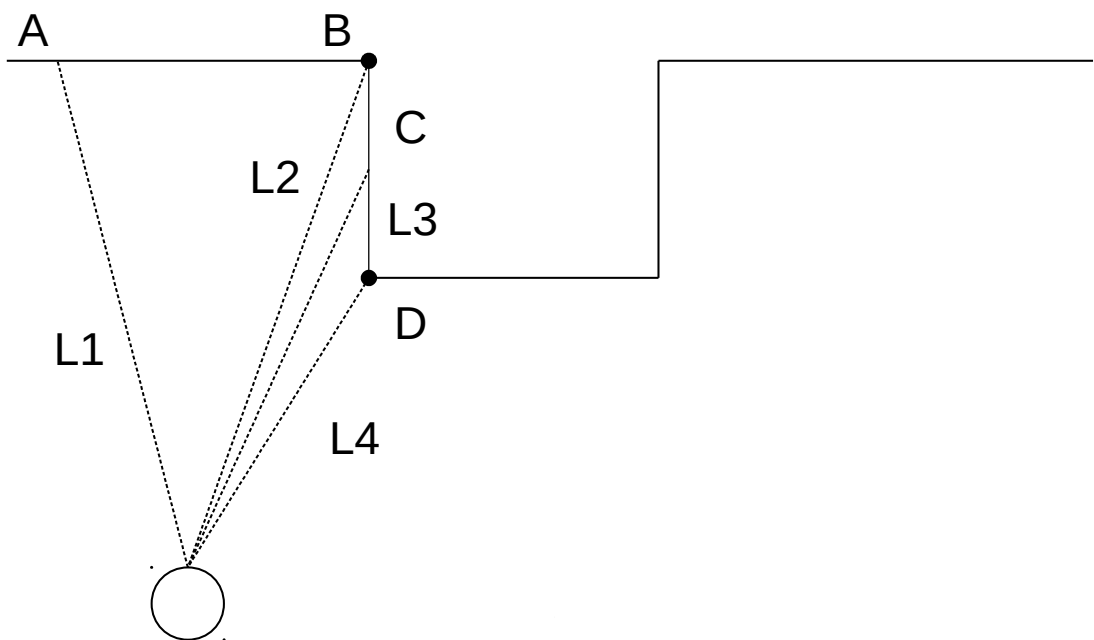


Рисунок 22 — Определение вертикальных препятствий

На английском языке используют термин Canny Edge Detection. Данный алгоритм является самым распространенным среди прочих для определения границ объектов, который входит в состав библиотеки для технического зрения open cv, предоставляемую компанией IBM.

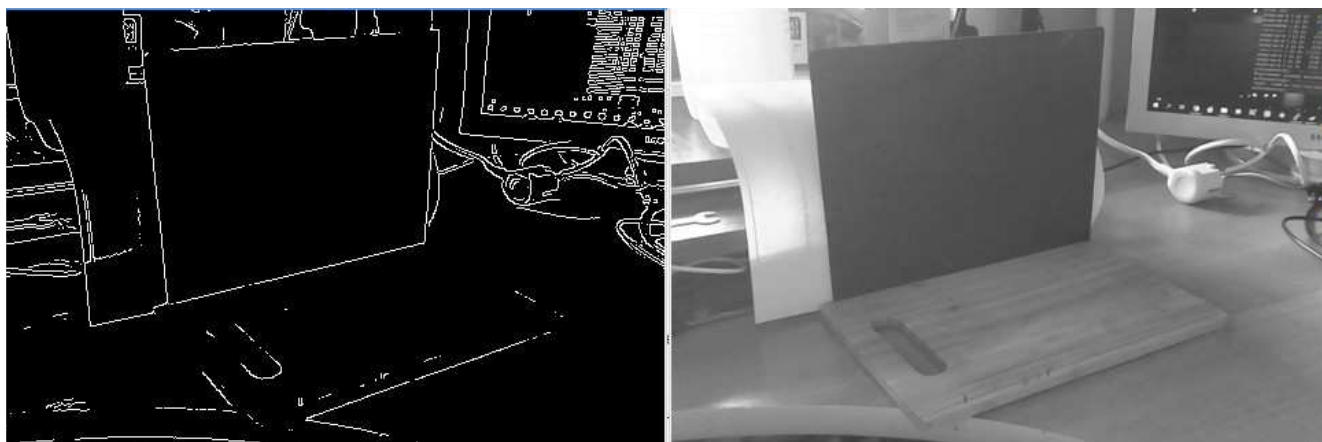


Рисунок 23 — Определение границ объектов

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Колуч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

Данный алгоритм использует 4 этапа обработки и подготовки изображения: 1) шумоподавление; 2) поиск градиента интенсивности изображения; 3) непрерывное подавление; 4) пороговое значение гистерезиса.

Шумоподавление.

Обнаружение края объектов чувствительно к шуму на изображении, первым шагом является удаление шума в изображении с помощью гауссовского фильтра 5x5.

Поиск градиента интенсивности изображения.

Сглаженное изображение затем фильтруется оператором Собеля как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении, чтобы получить первую производную в горизонтальном направлении G_x и в вертикальном направлении G_y . Из этих двух производных мы можем найти градиент и направление градиента для каждого пикселя следующим образом:

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad , \quad (4.2)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{G_y}{G_x}\right) \quad , \quad (4.3)$$

где G — градиент; θ — направление градиента; G_x — горизонтальное направление градиента; G_y — вертикальное направление градиента.

Направление градиента всегда перпендикулярно границам. Он округлен до одного из четырех углов, представляющих вертикальное, горизонтальное и два диагональных направления.

Непрерывное подавление.

После получения величины и направления градиента выполняется полное сканирование изображения для удаления любых нежелательных пикселей, которые могут не формировать край. Для этого каждый пиксель проверяется, если он является локальным максимумом в своей окрестности в направлении градиента, что представлено на рисунке 24.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

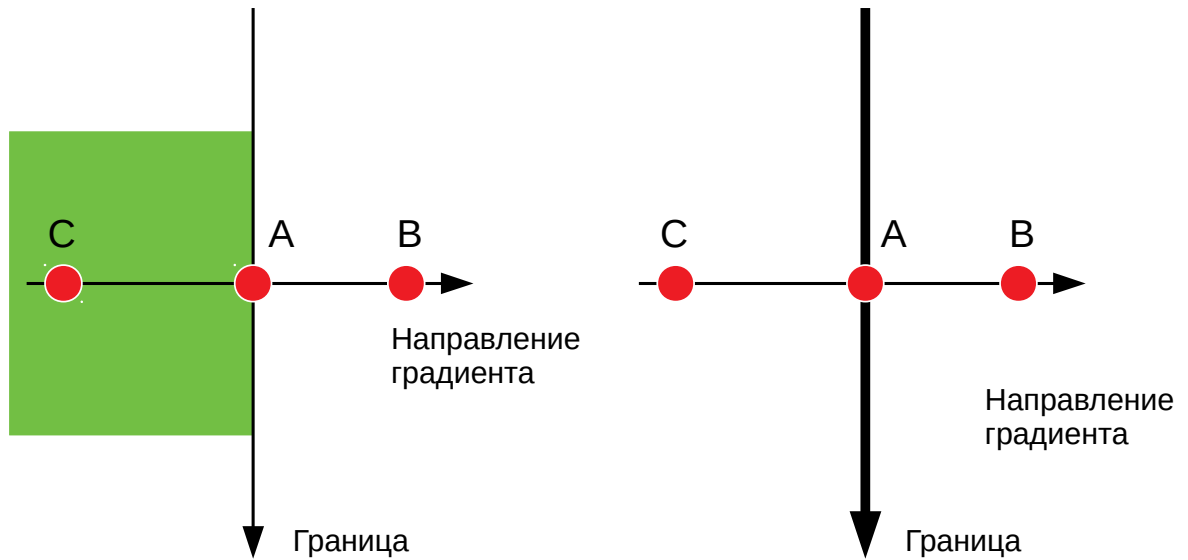


Рисунок 24 — Градиент границы объекта

Точка А находится на краю (в вертикальном направлении). Градиентное направление является нормальным к краю. Точки В и С находятся в направлениях градиента. Итак, точка А проверяется с точками В и С, чтобы увидеть, образует ли он локальный максимум. Если это так, то он рассматривается для следующего этапа, иначе он подавляется (ставится на ноль). Таким образом получается двоичное изображение с тонкими краями.

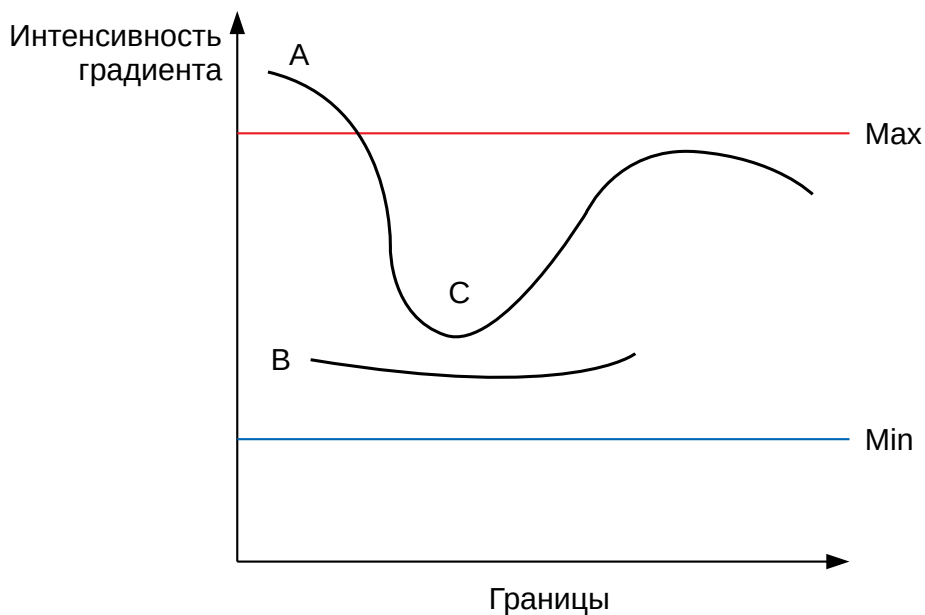


Рисунок 25 — Определение границ объекта

Инв. № подл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

Пороговое значение гистерезиса.

На этом этапе определяются, какие границы действительно являются частью объекта, а какие нет. Для этого нам нужны два пороговых значения: Min и Max. Любые грани с градиентом интенсивности больше, чем Max, обязательно будут выбраны, а те, которые ниже Min, обязательно будут не краями, и будут отброшены. Те, кто находится между этими двумя порогами, представляют собой классифицированные грани или некрая, основанные на их связности. Если они соединены с «принятыми гранями» пикселей, то они считаются частью объекта. В противном случае они также будут отброшены.

На рисунке 25, изображен график выбора границ объекта. Край А находится выше Max, поэтому считается «верной границей». Хотя край С ниже Max, он связан с гранью А, поэтому он также рассматривается как допустимый фронт, и мы получаем эту полную кривую. Но граница В, хотя и выше Min и находится в той же области, что и край С, но он не связан ни с какой «верной границей», поэтому он отбрасывается. Поэтому очень важно, правильно выбрать Min и Max соответственно, чтобы получить правильный результат.

Этот этап также удаляет небольшие шумы, предполагая, что ребра являются длинными линиями.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	БР 15.03.06 ПЗ	

4 Разработка алгоритмического и программного обеспечения

Разработка программного обеспечения как инженерная дисциплина является составной частью (областью) программной инженерии, наряду с дисциплинами, отвечающими за функционирование и сопровождение программных продуктов.

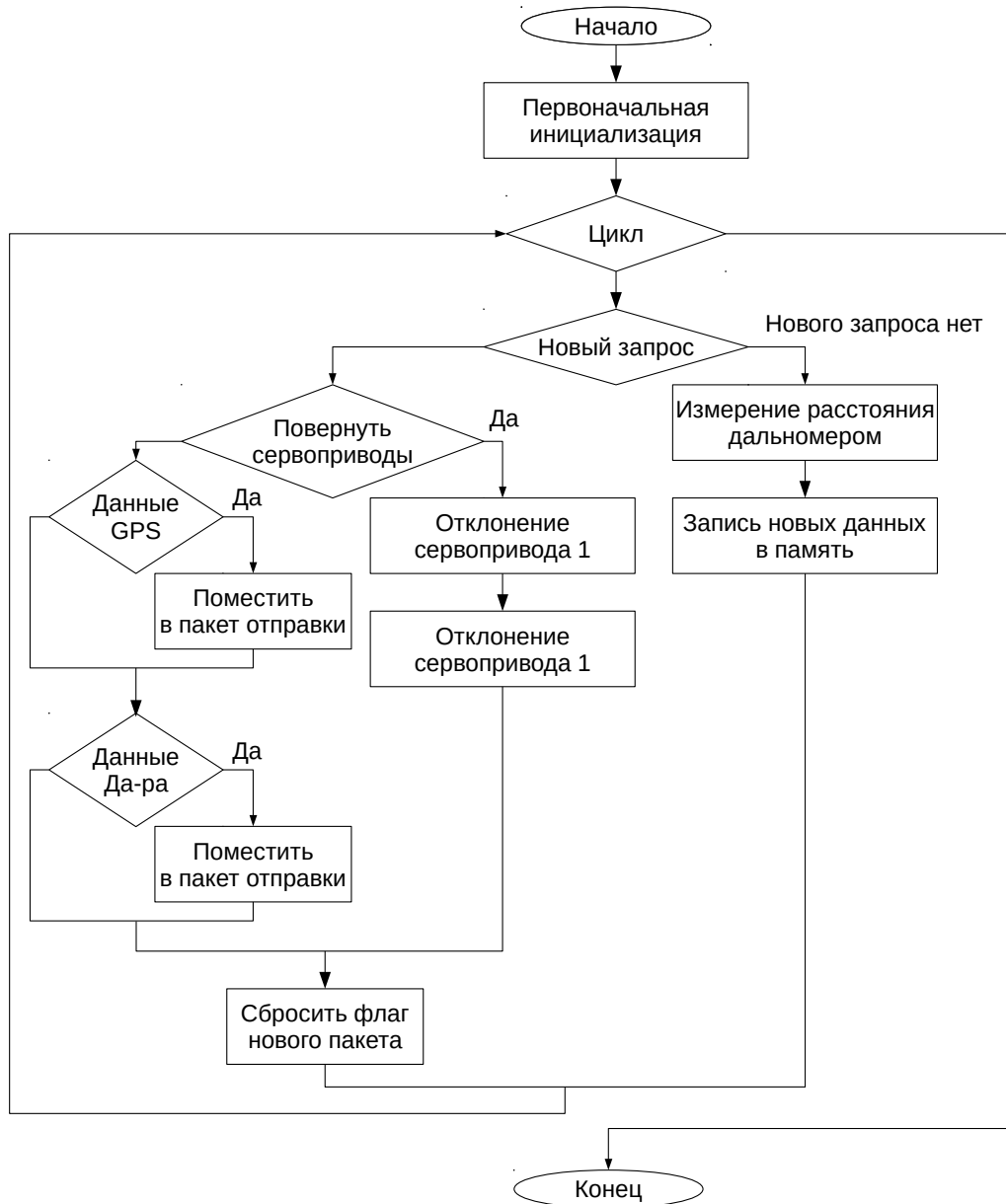


Рисунок 26 — Блок-схема основной программы для СЛ

4.1 Программа для микроконтроллера

Как и другие традиционные инженерные дисциплины, разработка программного обеспечения имеет дело с проблемами качества, стоимости и надёжности. Некоторые программы содержат миллионы строк исходного кода, которые,

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	БР 15.03.06 ПЗ	
							42

как ожидается, должны правильно исполняться в изменяющихся условиях. Сложность ПО сравнима со сложностью наиболее сложных из современных машин, таких как самолёты[24].

Для начала разработаем блок-схемы. Блок-схема — это распространенный тип схем (графических моделей), описывающих алгоритмы или процессы, в которых отдельные шаги изображаются в виде блоков различной формы, соединенных между собой линиями, указывающими направление последовательности.

ПО будет состоять из двух частей: 1 часть будет находиться на микроконтроллере системы локации, 2 часть будет являться модулем основной программы мобильного робота.

Так как контроллер системы локации будет собирать информацию с датчиков и хранить ее в своей оперативной памяти, а делиться ей только по запросу от главного микрокомпьютера, то блок-схема будет выглядеть следующим образом, представлено на рисунке 26.

В виду особенностей микроконтроллеров производителя atmel, общение по различным интерфейсам связи осуществляется через прерывание.

Прерывание — сигнал от программного или аппаратного обеспечения, сообщающий процессору о наступлении какого-либо события, требующего немедленного внимания. Прерывание извещает процессор о наступлении высокоприоритетного события, требующего прерывания текущего кода, выполняемого процессором. Процессор отвечает приостановкой своей текущей активности, сохраняя свое состояние и выполняя функцию, называемую обработчиком прерывания (или программой обработки прерывания), которая реагирует на событие и обслуживает его, после чего возвращает управление в прерванный код[25].

Исходя из свойств микроконтроллера, изобразим прерывания для двух интерфейсов связи: UART и I²C, на рисунках 27 и 28 соответственно.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

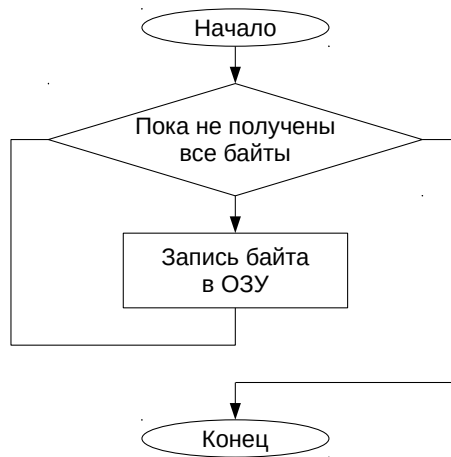


Рисунок 27 — Работа прерывания UART

Разберем блок-схему изображенную на рисунке 26. При подаче питания на контроллер происходит начальная инициализация, в этом блоке мы создаем необходимые переменные в оперативной памяти, например, массив байт для хранения команды для приема пакета от микрокомпьютера, массив байт для записи информации получаемой от модуля глобального позиционирования, настройка портов ввода/вывода, а именно установка режима работы: ввод или вывод.

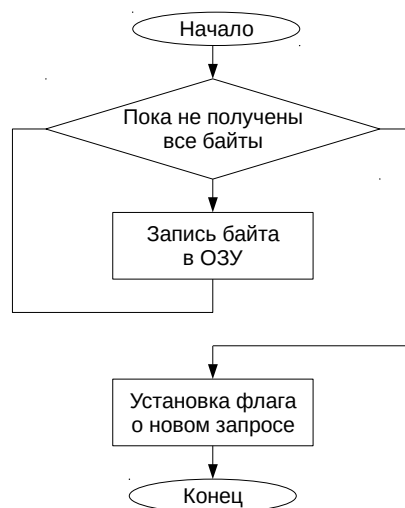


Рисунок 28 — Работа прерывания приема ПС

После завершения всех настроек, программа выполняется в цикле. Сразу, после входа в цикл проверяется флаг о наличии нового сообщения. Если запроса от главного контроллера не обнаружено, то выполняется измерение расстояния, и данные записываются в оперативную память. Также во время выполнения основ-

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

ной программы котроллера, может сработать прерывание на прием данных от модуля глобальной навигации, блок-схема рисунка 27. В данной ситуации все данные, которые приходят от модуля записываются также в ОЗУ, после завершения прерывания, программа продолжает выполнение программы с того шага, на котором была прервана.

Если по шине I²C пришел какой либо байт, то также, как и в случае USART сработает прерывание, блок-схема которого показана на рисунке 28. Также, все входящие байты записываются в ОЗУ, и после получения всех байт (пакета от главного микрокомпьютера), выставляется флаг о наличии нового принятого пакета. После этого прерывание завершается, и программа продолжает работать с того места, с которого вызвано прерывание.

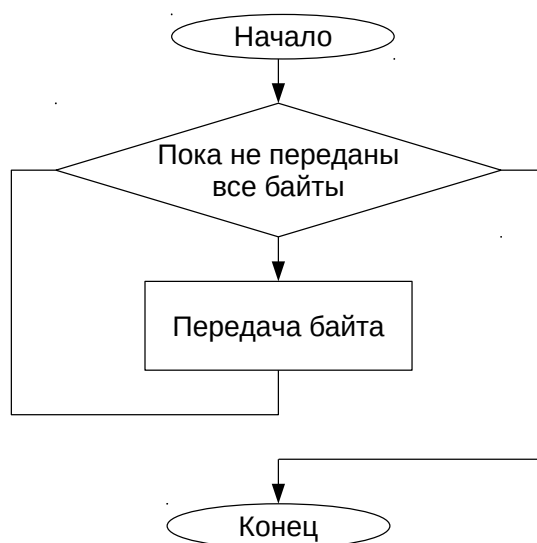


Рисунок 29 — Работа прерывания на передачу ИС

Когда основная программа проходит по ветке, после проверки на наличие нового пакета, проходит проверка байта команды, если этот байт адресован для изменения угла сервоприводов, то сервомашинка поменяет угол отклонения рычага. В ином случае, происходит проверка, какие данные подготовить для отправки: данные дальномера или данные GPS.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ



Рисунок 30 — Блок-схема обработки информации с оптического сенсора с использование других сенсоров

4.2 Программа для микрокомпьютера

Вторая часть ПО будет находиться на микрокомпьютере, так как 8-ми битный микроконтроллер не сможет справиться с потоковым изображением, и тем более с обработкой этого изображения в реальном времени или с минимальными задержками, приемлемыми для дальнейшей работы.

Во время работы основной программы МР при попадании на ветку связанную с обновлением местоположения, будет задействована программа описываемая блок-схемой, изображенной на рисунке 30. Для того чтобы понять до куда нужно измерять расстояние, сперва вызывается функция захвата изображения. Кадр с камеры записывается в оперативную память, переводится из цветного изображения

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

в серое, и проходит через алгоритм Канни для выделения контуров. Далее Вызывается функция обработки полученного изображения границ. Эта функция определяет наличие горизонталей и их количество. Если такие обнаружены, то вызывается следующая функция, которая отправляет органам управления системы локации, в данном случае сервоприводам, команду на поворот оптического сенсора и дальномера соответственно. После этого, как дальномер повернулся на заданный угол, отправляется запрос к микроконтроллеру системы локации, в ответ от которого микрокомпьютер получает расстояние зафиксированное дальномером. Далее считываем расстояние и проверяем что перед нами: стена или обрыв. По завершению, определения горизонтальной составляющей, алгоритм будет определять вертикальные составляющие. Вызывается функция которая проверяет изображение, записывает количество вертикально направленных граней. После этого, если проверка на наличие прошла успешно, вызывается функция для отклонения датчиков, чтобы объектив оптического сенсора был направлен на вертикальную границу. Как дальномер с оптическим сенсором заняли свое положение, отправляется запрос к микроконтроллеру системы локации, в ответ от которого микрокомпьютер получает расстояние зафиксированное дальномером.

После всех манипуляций, полученные данные используются для дальнейшего построения карты местности, чтобы в будущем ориентироваться по ней, а рабочий орган системы локации возвращается в исходное положение.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	БР 15.03.06 ПЗ	

5 Свойства системы локации

5.1 Основные возможности

Приведем основные возможности данной системы локации ниже:

- измерение расстояния до объекта;
- измерение угла отклонения мобильной платформы;
- измерение ускорения мобильной платформы;
- измерение глобального отклонения угла мобильной платформы.

Также стоит отметить что данные системы локации могут использоваться:

- для создания карты местности 2D;
- для создания карты местности 3D;
- для распознавания образов;
- для распознавания геометрии объектов.

Ниже на рисунке 31 представлена система локации, установленной на мобильном роботе.



Рисунок 31 — Система локации установлена на мобильном роботе

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

5.2 Характеристики измерительных устройств

Рассмотрим технические характеристики ультразвукового дальномера, представленные в таблице 3.

Основные параметры, которые необходимы это точность измерения. Так как для передвижения вблизи различных объектов и увеличения производительности системы в целом, измерять расстояние будем в сантиметрах без десятичной части. Далее эмпирическим путем вычислим точность измерения расстояния дальномером. Для этого поставим перед модулем дальномера какое-либо препятствие или направим его в стену, таким образом, чтобы плоскости излучателя и приемника были параллельны плоскости объекта (в нашем случае стена). И измерим расстояние 10 раз. Заранее известно что расстояние между стеной и дальномером ровно 50 см. В таблице 7 представлены результаты экспериментов.

Таблица 7 — Экспериментальные результаты УЗ-датчика

Номер опыта	Расстояние, см
1	50
2	49
3	49
4	49
5	50
6	50
7	50
8	50
9	50
10	50

Найдем среднее арифметическое из данных таблицы 7, которое составит 497 мм или 49,7 см.

Далее определим интервал неопределенности. Для этого отнимем от наибольшего измеренного значения среднее и от среднего отнимем наименьшее значение:

$$50 - 49,7 = 0,3 \text{ см}, \quad (5.1)$$

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

$$49,7 - 49 = 0,7 \text{ см.}$$

(5.2)

Сложим вычисленные интервалы неопределенности и получим 1 см ровно. Таким образом измеряемое расстояние до объекта будет рассчитываться с точностью ± 1 см.

Далее определим точность определения угла гироскопа. Проведем точно такой же эксперимент. Будем отклонять закрепленный на стенде гироскоп на 90° . Результаты приведены в таблице 8.

Таблица 8 — Экспериментальные результаты гироскопа

Номер опыта	Угол, °
1	90,6
2	90,6
3	89,2
4	90,2
5	90
6	89,6
7	89,5
8	90,4
9	89,8
10	89,9

Найдем среднее арифметическое сделанных измерений: $89,98^\circ$

Определим интервал неопределенности:

$$90,6 - 89,98 = 0,62 \text{ }^\circ, \quad (5.3)$$

$$89,98 - 89,2 = 0,78 \text{ }^\circ. \quad (5.4)$$

Сложим вычисленные интервалы неопределенности и получим $1,4^\circ$. Таким образом измеряемое отклонение до объекта будет рассчитываться с точностью $\pm 1,4^\circ$.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

Определим точность отклонения сервопривода, установленного в кронштейне с закрепленной камерой и дальномером. Для этого распечатаем на пленке (прозрачной) транспортир с ценой деления в 1° и закрепим рядом с кронштейном. Повторим эксперимент описанные выше. Будем отклонять сервопривод из 0 до 90° . Результаты опытов приведены в таблице 9.

Таблица 9 — Экспериментальные результаты сервопривода

Номер опыта	Угол, °
1	91
2	90
3	90
4	90
5	89
6	90
7	91
8	90
9	90
10	90

Найдем среднее арифметическое сделанных измерений: $90,1^\circ$

Определим интервал неопределенности:

$$91 - 90,1 = 0,9 \quad ^\circ, \quad (5.5)$$

$$90,1 - 89 = 1,1 \quad ^\circ. \quad (5.6)$$

Сложим вычисленные интервалы неопределенности и получим 2° . Таким образом измеряемое отклонение до объекта будет рассчитываться с точностью $\pm 2^\circ$.

Инв. № инв. №	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

6 Экономическое обоснование проекта

Смета затрат — это выражение в денежной форме затраченных на оборудование для реализации системы локации мобильного робота.

6.1 Смета затрат для реализации системы локации

В таблице 10 представлены позиции и их стоимости необходимые для реализации системы локации МР.

Таблица 10 — Список затрат на элементы системы локации

Наименование позиции	Сумма за единицу, руб.	Количество, шт.
Датчик MPU-9250	350	1
Оптический сенсор (камера)	513,60	1
Шлейф для камеры	250	1
Дальномер HC-SR04	90	1
Сервопривод SG90	120	2
Датчик BN-280	415,46	1
Контроллер Arduino nano V3	128,88	1
Логический согласователь уровней	40	1
Плата макетная для пайки	60	1
Конденсатор 100 мкф	10	2
Разъем PLS	10	3
Итого:		2137,94 руб.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

Лист

52

7 Безопасность и экологичность

Представляемая бакалаврская работа является исследовательской и не предполагает выполнения каких-либо физических работ. Следовательно, в разделе безопасности жизнедеятельности может быть описано рабочее место инженера-программиста. В этом случае должны быть указаны рекомендации по организации режима работы за ЭВМ (ПК), рассмотрены меры по обеспечению эргономичности и безопасности рабочего места инженера. Также в данном разделе будет произведен расчет освещенности производственного помещения, и приведены сведения по утилизации производственных материалов и устаревшей оргтехники.

В работе рассматривается рабочий кабинет инженера-программиста; габариты помещения: 7х4х3,5м; в помещении установлены два светильника УВЛН-4х80-1 по 4 лампы ЛБ-80 в каждом. Имеются два оконных проема размером 1,6х2,2 м; общая площадь оконных проемов равна 7,04 м². Размещение оборудования и документации в кабинете так же, как и расчет указанных параметров, приведен далее.

7.1 Режим работы оператора ЭВМ

Как известно, при работе с компьютером человек подвергается воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов: ВЧ-электромагнитных полей, инфракрасного и ионизирующего излучений, шума и вибрации, статического электричества. Кроме всего вышперечисленного, работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением и нервно-эмоциональной нагрузкой операторов, высокой напряженностью зрительной работы и достаточно большой нагрузкой на мышцы рук при работе с клавиатурой ПК. Большое значение имеет рациональная конструкция и расположение элементов рабочего места, что важно для поддержания оптимальной рабочей позы человека-оператора ПК.

Организация эффективного режима работы.

Для снижения вредного воздействия ЭВМ до пренебрежимо малого требуется соблюдение правильного режима труда и отдыха. В противном случае у персонала отмечаются значительное напряжение зрительного аппарата с появлением

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

Лист

53

жалоб на неудовлетворенность работой, головные боли, раздражительность, нарушение сна, усталость и болезненные ощущения в глазах, в пояснице, в области шеи и руках. Все это приводит к снижению эффективности и является симптомами вреда, наносимого здоровью людей. Для предотвращения вредных последствий работы за ПК Минздравом РФ были выработаны соответствующие нормы работы.

В таблице 11 представлены сведения о регламентированных перерывах, которые необходимо делать при работе на компьютере, в зависимости от продолжительности рабочей смены, видов и категорий трудовой деятельности с ВДТ (видеодисплейным терминалом) и ПЭВМ (в соответствии с СанПиН 2.2.2 542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ»):

Таблица 11 — Время регламентированных перерывов при работе на компьютере

Категория работы с ВДТ или ПЭВМ	Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работы с ВДТ			Суммарное время регламентированных перерывов	
	Группа А, количество знаков	Группа Б, количество знаков	Группа В, часов	При 8-часовой смене	При 12-часовой смене
I	До 20 000	До 15 000	До 2.0	30	70
II	До 40 000	До 30 000	До 4.0	50	90
III	До 60 000	До 40 000	До 6.0	70	120

Примечание: Время перерывов дано при соблюдении указанных Санитарных правил и норм. При несоответствии фактических условий труда требованиям Санитарных правил и норм время регламентированных перерывов следует увеличить на 30%.

В соответствии с СанПиН 2.2.2 546-96 все виды трудовой деятельности, связанные с использованием компьютера, разделяются на три группы:

А: Работа по считыванию информации с экрана ВДТ или ПЭВМ с предварительным запросом.

Б: Работа по вводу информации.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Коллч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата
------	--------	------	-------	-------	------

БР 15.03.06 ПЗ

В: Творческая работа в режиме диалога с ЭВМ.

Работа инженера-программиста по приведенной выше классификации соответствует группе В по виду работы и категории работы II или III в зависимости от поставленной задачи. Режим труда должен неукоснительно соблюдаться; при этом эффективность перерывов повышается при сочетании с производственной гимнастикой или организации специального помещения для отдыха персонала с удобной мягкой мебелью, аквариумом и т.п.

7.2 Параметры микроклимата

Параметры микроклимата могут меняться в широких пределах, в то время как необходимым условием жизнедеятельности человека является поддержание постоянства температуры тела благодаря терморегуляции, т.е. способности организма регулировать отдачу тепла в окружающую среду. Принцип нормирования микроклимата – создание оптимальных условий для теплообмена тела человека с окружающей средой.

Вычислительная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата. В санитарных нормах СН-245-71 установлены величины параметров микроклимата, создающие комфортные условия. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения.

Объем помещений, в которых размещены работники вычислительных центров, не должен быть меньше 19,5 м³/человека с учетом максимального числа одновременно работающих в смену. Нормы микроклимата подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры, приведены в таблицах 12 и 13.

Для обеспечения комфортных условий могут быть использованы как организационные методы (рациональная организация проведения работ в зависимости от времени года и суток, чередование труда и отдыха), так и технические средства (вентиляция, кондиционирование воздуха, современная отопительная система).

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

Таблица 12 — Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Холодный	Температура воздуха в помещении	22...24 °С
	Относительная влажность	40...60 %
	Скорость движения воздуха	до 0,1 м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении	23...25 °С
	Относительная влажность	40...60 %
	Скорость движения воздуха	0,1...0,2 м/с

Таблица 13 — Нормы подачи свежего воздуха в помещения с ПК

Характеристика помещения (объем помещения, в м ³ на человека)	Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м ³ на человека/час
До 20	Не менее 30
20...40	Не менее 20
Более 40	Естественная вентиляция

7.3 Анализ вредных факторов

При работе с персональным компьютером может проявиться ряд вредных факторов и опасностей, к числу которых относятся:

- повышенная или пониженная влажность воздуха;
- повышенная или пониженная подвижность воздуха;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- прямая и отраженная блескость;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенный уровень электромагнитных излучений;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека;

Освещение

Остановимся подробнее на недостаточной освещенности рабочей зоны

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

Лист

56

помещения, где установлены ПЭВМ. Правильно спроектированное и выполненное производственное освещение улучшает условия зрительной работы, снижает утомляемость, способствует повышению производительности труда, благотворно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работающего, повышает безопасность труда и снижает травматизм.

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах. Неправильное направление света на рабочем месте может создавать резкие тени, блики, дезориентировать работающего. Все эти причины могут привести к несчастному случаю или профзаболеваниям, поэтому столь важен правильный расчет освещенности.

Существует три вида освещения — естественное, искусственное и совмещенное. Рассмотрим подробнее данную классификацию.

1. Естественное освещение - освещение помещений дневным светом, проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях помещений. Естественное освещение характеризуется тем, что меняется в широких пределах в зависимости от времени дня, времени года, характера области и ряда других факторов.

2. Искусственное освещение применяется при работе в темное время суток и днем, когда не удастся обеспечить нормированные значения коэффициента естественного освещения (пасмурная погода, короткий световой день).

3. Совмещенным называется освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

Искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, эвакуационное, охранное. Рабочее освещение, в свою очередь, может быть общим или комбинированным. Общее - освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно или применительно к расположению оборудования. Комбинированное - освещение, при котором к общему освещению добавляется местное.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

Согласно СНиП 23-05-95 в помещениях вычислительных центров необходимо применить систему комбинированного освещения.

При выполнении работ категории высокой зрительной точности (наименьший размер объекта различения 0,3...0,5мм) величина коэффициента естественного освещения (КЕО) должна быть не ниже 1,5%, а при зрительной работе средней точности (наименьший размер объекта различения 0,5...1,0 мм) КЕО должен быть не ниже 1,0%. В качестве источников искусственного освещения обычно используются люминесцентные лампы типа ЛБ или ДРЛ, которые попарно объединяются в светильники, которые должны располагаться над рабочими поверхностями равномерно.

Требования к освещенности в помещениях, где установлены компьютеры, следующие: при выполнении зрительных работ высокой точности общая освещенность должна составлять 300лк, а комбинированная - 750лк; аналогичные требования при выполнении работ средней точности - 200 и 300лк соответственно.

Кроме того, все поле зрения должно быть освещено достаточно равномерно – это основное гигиеническое требование. Иными словами, степень освещения помещения и яркость экрана компьютера должны быть примерно одинаковыми, т.к. яркий свет в районе периферийного зрения значительно увеличивает напряженность глаз и, как следствие, приводит к их быстрой утомляемости. Произведем далее расчет естественного и искусственного освещения для стандартного производственного помещения (кабинета инженера-программиста).

Расчет естественного освещения производится согласно СНиП 23.05-95 «Естественное и искусственное освещение». Помещение имеет длину в 7; ширину в 4 и высоту в 4 метра.

Освещение боковое, одностороннее, выделение пыли и других аэрозолей допустимо с концентрацией не более 5 мг/м³. Остекление помещения – вертикальное; рамы деревянные двойные.

1) Определим необходимую площадь световых проемов:

Площадь пола помещения $S=7\cdot4=28 \text{ м}^2$. Нормальный коэффициент естественного освещения (КЕО) $=e\cdot m\cdot c=2\cdot1\cdot1=2$, где: $e=2$ – значение КЕО в % при

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

рассеянном свете от небосвода, определяемое с учетом характера зрительной работы, $m=1$ – коэффициент светового климата, $c=1$ – коэффициент солнечного климата.

Далее также будут применены следующие величины: $n_0 = 9$ – световая характеристика окна; она зависит от глубины помещения, выступа окна и соотношения длин сторон; $K_{зд} = 1.2$ — коэффициент, учитывающий уменьшение КЕО от затемнения противостоящим зданием; $r_i = 3$ — коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от внутренних поверхностей; t_0 — общий коэффициент светопропускания, вычисляющийся как $t_0=t_1 \cdot t_2 \cdot t_3 \cdot t_4=0.8 \cdot 0.6 \cdot 0.7 \cdot 0.8 = 0.27$, при этом: $t_1 = 0.8$ — зависит от вида светопропускающего материала; $t_2 = 0.6$ — зависит от вида проема; $t_3 = 0.7$ — зависит от степени загрязнения светопропускающего материала; $t_4 = 0.8$ - зависит от несущих конструкций.

Итак, в рассматриваемом нами случае эквивалентная площадь необходимых световых проемов может быть найдена по следующей формуле:

$$S_0 = \frac{S \cdot KEO \cdot n_0 \cdot K_{зд}}{t_0 \cdot r_i \cdot 100} = 6,72 \text{ м}^2 \quad (7.1)$$

В случае использования стандартных окон размером 1,6 х 2,2 м получаем необходимое для осуществления естественного освещения количество окон:

$$N \approx \frac{S_0}{S_{\text{окна}}} = \frac{6,72}{1,6 \cdot 2,2} \approx 2 \quad (7.2)$$

В этом случае площадь световых проемов равна 7,04 м².

Предположим, что в рассмотренном выше помещении установлены потолочные люминесцентные светильники на высоте 3,5 м. Существует таблица коэффициента использования светового потока η в зависимости от так называемого «индекса помещения». Рассчитаем значение данного индекса:

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

$$i = \frac{S}{h} \cdot (A+B) = \frac{28}{4} \cdot (7+4) = 2,54 \quad (7.3)$$

где S — площадь пола в помещении [м^2]; h — высота помещения [м]; A, B — длина и ширина [м];

Примем далее за исходные следующие данные: освещенность в 300 лк; коэффициент запаса $k=1,5$; светильники типа УВЛН-4x80-1; лампы типа ЛБ-80; световой поток лампы $F=4160$ лм; коэффициент отражения потолка 70%; коэффициент отражения стен 50%.

Таким образом, по имеющимся данным становится возможным найти недостающие данные: получаем по таблице коэффициент использования светового потока $n=0,31$; отношение средней освещенности к минимальной $z=1,1$; требуемое количество ламп:

$$N = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{F \cdot n} = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 28 \cdot 1,1}{4160 \cdot 0,31} = 7,16 \quad (7.4)$$

Таким образом количество требуемых светильников равно 2-м, по 4 лампы в каждом.

Шум ухудшает условия труда, оказывая вредное действие на организм человека. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и т.д. Такие нарушения в работе ряда органов и систем организма человека могут вызвать негативные изменения в эмоциональном состоянии человека, вплоть до стрессовых. Под воздействием шума снижается концентрация внимания, нарушаются физиологические функции, появляется усталость в связи с повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, ухудшается речевая коммуникация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда. Длительное воздействие интенсивного шума (выше 80 дБ) на слух человека приводит к его частичной или полной потере.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист 60
			БР 15.03.06 ПЗ						
Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

Ниже, в таблице 14, указаны предельные уровни звука в зависимости от категории тяжести и напряженности труда, являющиеся безопасными в отношении сохранения здоровья и работоспособности.

Таблица 14 — Предельные уровни звука, дБ, на рабочих местах

Категория напряженности труда	Категория тяжести труда			
	I. Легкая	II. Средняя	III. Тяжелая	IV. Очень тяжелая
I. Мало напряженный	80	80	75	75
II. Умеренно напряженный	70	70	65	65
III. Напряженный	60	60	-	-
IV. Очень напряженный	50	50	-	-

Уровень шума на рабочем месте математиков-программистов и операторов видеоматериалов не должен превышать 50 дБ, а в вычислительных залах – 65 дБ. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлены компьютеры, могут быть облицованы звукопоглощающими материалами. Уровень вибрации в помещениях вычислительных центров может быть снижен путем установки оборудования на специальные виброизоляторы.

Большинство ученых считают, что как кратковременное, так и длительное воздействие всех видов излучения от экрана монитора не опасно для здоровья персонала, обслуживающего компьютеры. Однако исчерпывающих данных относительно опасности воздействия излучения от мониторов на работающих с компьютерами не существует и исследования в этом направлении продолжаются.

Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений от монитора компьютера представлены в таблице 15.

Максимальный уровень рентгеновского излучения на рабочем месте оператора компьютера обычно не превышает 10 мкбэр/ч, а интенсивность ультрафиолетового и инфракрасного излучений от экрана монитора лежит в пределах 10...100 мВт/м².

Инв. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №

Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

БР 15.03.06 ПЗ

Таблица 15 — Допустимые значения параметров неионизирующих ЭМ-излучений (в соответствии с СанПиН 2.2.2.542-96)

Наименование параметра	Допустимые значения
Напряженность электрической составляющей электромагнитного поля на расстоянии 50см от поверхности видеомонитора	10 В/м
Напряженность магнитной составляющей электромагнитного	0,3 А/м
Напряженность электростатического поля не должна превышать для взрослых пользователей	20 кВ/м
Напряженность электростатического поля не должна превышать для детей дошкольных учреждений и учащихся средних специальных и высших учебных заведений	15 кВ/м

Для снижения воздействия этих видов излучения рекомендуется применять мониторы с пониженным уровнем излучения (ТСО-95 и выше); устанавливать защитные экраны, а также соблюдать регламентированные режимы труда и отдыха, описанные выше.

7.4 Охрана окружающей среды. Списание и утилизация отходов

Использование компьютеров требует решения таких важных вопросов, как утилизация отходов (микросхемы с содержанием цветных металлов, платы, дискеты). При утилизации старых компьютеров происходит их разработка на семь фракций: металлы, пластмассы, штекеры, провода, батареи, стекло. Ни одна деталь не идет для повторного использования, так как нельзя гарантировать их надежность, но в форме вторичного сырья они идут на изготовление новых компьютеров или других устройств. Подробно рассмотрим несколько примеров переработки отходов вычислительной техники. Гадолиниево-галлиевые гранаты (ГГГ) используются в производстве компонентов запоминающих устройств. В ходе обработки около 80% исходного материала превращается в отходы или отбраковывается. ГГГ имеют высокую стоимость и их выделение из отходов представляет интерес с экономической точки зрения. При получении достаточно чистых продук-

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

тов возможно повторное их использование в качестве исходного материала. При этом значительно повышается экономичность производства заготовок из ГГГ. Под термином отходы подразумеваются кристаллические остатки (остатки среды для роста кристаллов, части кристаллов, образующиеся на разных стадиях производства), а также мелкий порошок, получающийся при резке, шлифовке, полировке кристаллов граната или подобных материалов. Переработка этих отходов в течении ряда последних лет вызывает трудности и не решена до сих пор. Все предыдущие попытки были безуспешными из-за низкой растворимости этих сложных оксидов. Усовершенствованный процесс, разработанный Е.Гуссетом (патент США 4-198231 от 15 апреля 1980 года, фирма «Свисс Алюминиум Лтд.», Швейцария), предназначен для выделения галлия и гадолиния из отходов, содержащих оба эти элемента в виде оксидов или соединений, переводимых в оксиды. Отходы мелко измельчаются и затем растворяются в сильных минеральных кислотах. Гадолиний осаждается из очищенных растворов в виде оксалата, галлий выделяется в металлическом виде электролитически. Электролитическое выделение галлия может проводиться до выделения гадолиния в виде оксалата из раствора.

При эксплуатации персонального компьютера расходуются следующие ресурсы: электроэнергия; бумага для принтера; картриджи с красящей лентой. Для рационального использования электроэнергии не следует оставлять включенным компьютер и принтер, если они не нужны в настоящее время. Печатать можно с двух сторон. Расходы на бумагу вряд ли удастся сократить вдвое, однако экономия будет весьма существенной. Проблему с утилизацией бумажных отходов может решить вторичная переработка. Для повторного использования картриджей с красящей лентой необходимо купить устройство для пропитки лент и тогда картриджи можно будет использовать 20-40 раз.

Современная технология изготовления элементов средств вычислительной техники (СВТ) позволяет достичь очень низкого уровня отказов элементов во время эксплуатации (приблизительно 1000000 ч/отказ). В связи с этим отпадает необходимость проведения ремонтных работ на месте эксплуатации современных средств вычислительной техники и как следствие не образуются отходы (неис-

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Колуч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

правные микросхемы), содержащие драгоценные и редкоземельные металлы. Естественно, в сервисных центрах, специализирующихся на ремонте и техническом обслуживании СВТ, должен быть организован сбор и учет материалов, содержащих ценные металлы, с последующей обработкой этих материалов на специализированных заводах с целью извлечения. В связи с тем, что отечественное производство современных компонентов информационных технологий находится в сегодняшние дни только в зачаточном состоянии, СВТ состоят из парка импортных машин и оборудования. Из-за отсутствия информации о содержании драгоценных металлов в элементах оборудования, строгий учет не представляется возможным и должен быть возложен на специалистов экспортных фирм. При работе в условиях рыночной экономики предприятия должны быть сами заинтересованы во вторичной переработке, содержащих драгоценные металлы узлов и элементов при условии невозможности их использования. Суммарная масса драгоценных металлов в компьютере типа IBM PC/XT, составляет: золото - 0,22968 г; серебро - 5,091336 г.

Технологический процесс извлечения драгоценных металлов из печатных плат осуществляется по следующей схеме. Печатные платы сортируются по преобладанию в них количества драгоценных металлов, дробятся и измельчаются, обжигаются и плавятся. В процессе обжига перолитическому разложению подвергается пластмассовая основа, а основа драгоценных металлов в виде металлических остатков восстанавливается до оксидов. Металлический остаток измельчается, гранулируется, проходит магнитную сепарацию и происходит отделение магнитных от немагнитных частиц. Полученный таким образом порошок, разделенный по видам драгоценных металлов, в виде гранул расплавляется в индукционных плавильных печах с последующим разделением каждого металла в отдельности. При использовании данных рекомендаций возможно существенно сократить наносимый экологии вред и снизить действующие значения вредных факторов до приемлемого минимума.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							<i>БР 15.03.06 ПЗ</i>	Лист
			64							
Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата					

7.5 Чрезвычайные ситуации

В соответствии с ГОСТом, чрезвычайная ситуация (ЧС) есть состояние, при котором в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации на объекте, определённой территории или акватории, нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде. Понятие чрезвычайной ситуации основано на том, что источником чрезвычайной ситуации является опасное происшествие, в результате которого создаются поражающие факторы прямого или косвенного воздействия на человека. Чрезвычайной ситуацией, возникающей при работе пользователя на персональной ЭВМ можно и необходимо считать случай «заражения» компьютерным вирусом.

Компьютерный вирус — это специально написанная небольшая по размерам программа, которая может "приписывать" себя к другим программам (т.е. "заражать" их), а также выполнять различные нежелательные действия на компьютере (например, портить файлы или таблицу размещения файлов на диске, "засоряя" оперативную память, и т.д.). Подобные действия выполняются достаточно быстро, и никаких сообщений при этом на экран не выдается. Далее вирус передает управление той программе, в которой он находится. Внешне работа зараженной программы выглядит так же, как и не зараженной.

Некоторые разновидности вируса устроены таким образом, что после первого запуска зараженной этим вирусом программы вирус остается постоянно (точнее до перезагрузки ОС) в памяти компьютера и время от времени заражает файлы и выполняет другие вредные действия на компьютере. По прошествии некоторого времени одни программы перестают работать, другие - начинают работать неправильно, на экран выводятся произвольные сообщения или символы и т.д. К этому моменту, как правило, уже достаточно много (или даже большинство) программ оказываются зараженными вирусом, а некоторые файлы и диски испорченными. Более того, зараженные программы могут быть перенесены с помощью дискет или по локальной сети на другие компьютеры.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

Одна из причин, из-за которых стало возможным такое явление, как компьютерный вирус, отсутствие в операционных системах эффективных средств защиты информации от несанкционированного доступа. В связи с этим различными фирмами и программистами разработаны программы, которые в определенной степени восполняют указанный недостаток. Эти программы постоянно находятся в оперативной памяти (являются "резидентными") и "перехватывают" все запросы к операционной системе на выполнение различных "подозрительных" действий, т.е. операций, которые используют компьютерные вирусы для своего "размножения" и порчи информации в компьютере.

При каждом запросе на такое действие на экран компьютера выводится сообщение о том, какое действие затребовано и какая программа желает его выполнять. Пользователь может либо разрешить выполнение этого действия, либо запретить его.

Такой способ защиты не лишен недостатков. Прежде всего, резидентная программа для защиты от вируса постоянно занимает какую-то часть оперативной памяти компьютера, что не всегда приемлемо. Кроме того, при частых запросах отвечать на них может надоесть пользователю. И, наконец, имеются виды вирусов, работа которых не обнаруживается резидентными программами защиты. Однако преимущества этого способа весьма значительны. Он позволяет обнаружить вирус на самой ранней стадии, когда вирус еще не успел размножиться и что-либо испортить. Тем самым можно свести убытки от воздействий компьютерного вируса к минимуму.

В качестве примера резидентной программы для защиты от вируса можно привести программу VSAFE фирм Carmel и Central Point Software.

Более ранняя диагностика вируса в файлах на диске основана на том, что при заражении и порче вирусом файлы изменяются, а при заражении, как правило, еще и увеличиваются в своем размере. Для проверки того, не изменился ли файл, вычисляется его контрольная сумма — некоторая специальная функция всего содержимого файла. Для вычисления контрольной суммы необходимо прочесть весь файл, а это относительно длительный процесс. В связи с этим, как правило, при

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

обычной проверке на наличие вируса вычисление контрольной суммы производится только для нескольких особо важных файлов, а у остальных файлов проверяется лишь их размер, указанный в каталоге. Подобную проверку наиболее целесообразно производить для файлов на жестком диске. В качестве программ ранней диагностики компьютерного вируса могут быть рекомендованы программы CRCLIST и CRCTEST.

Защитить файлы от записи можно и на жестком диске. Для этого поле памяти диска следует разбить с помощью специальных программ на несколько частей - условных логических дисков. Если на жестком диске имеется несколько логических дисков, доступных операционной системе MS DOS, то некоторые из них можно сделать доступными только для чтения, что также послужит средством защиты от заражения или порчи вирусом.

Если заранее известно, какую часть жесткого диска могут занимать программы и данные, не изменяемые в процессе выполнения текущей задачи, то целесообразно разбить жесткий диск на два логических диска, один из которых отвести для хранения изменяемых программ и данных, а другой с защитой от записи - для хранения программ и данных, которые будут использоваться, но не изменяться.

Другой уровень защиты основывается:

- на сегментации жесткого диска с помощью специального драйвера, обеспечивающего присвоение отдельным логическим дискам атрибута READ ONLY;
- на системе парольного доступа;
- на использовании для хранения ценной информации разделов жесткого диска, отличных от C и D и не указываемых в PATH. При этом рекомендуется раздельное хранение исполняемых программ и баз данных.

При правильном размещении операционной системы можно гарантировать, что после канальной загрузки она не будет заражена резидентным файловым вирусом. Главное в этом случае - разместить операционную систему в защищенном от записи разделе, например на диске D. Кроме того, вновь полученные утилиты

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

нельзя включать в состав этого диска без тщательной проверки на отсутствие вирусов и прохождения "карантинного" режима хотя бы в течение месяца.

Если программное изделие получено без сертификата, из сомнительного источника или не эксплуатировалось в том месте, откуда было получено, первые несколько дней его полезно эксплуатировать в карантинном режиме с использованием, если это возможно, ускоренного календаря. Это повышает вероятность обнаружения "троянской" компоненты, срабатывающей в определенное время. При работе со вновь поступившими программами целесообразно употребление специального имени пользователя. Для выбранного имени все остальные разделы должны быть либо невидимы, либо иметь статус READ ONLY. При этом для всех компонент операционной системы и некоторых утилит, используемых как "ловушки" для вируса, следует записать в соответствующий файл контрольные суммы, вычисленные соответствующей программой.

Основным средством защиты от вирусов служит архивирование. Другие методы заменить его не могут, хотя и повышают общий уровень защиты.

Архивирование необходимо делать ежедневно. Архивирование заключается в создании копий используемых файлов и систематическом обновлении изменяемых файлов. Для этой цели удобно использовать специально разработанные программы. Они дают возможность не только экономить место на специальных архивных дискетах, но и объединять группы совместно используемых файлов в один архивный файл, в результате чего гораздо легче разбираться в общем архиве файлов. Наиболее уязвимыми считаются таблицы размещения файлов (AT), главного каталога (MB) и бутсектор. Файлы, создаваемые этими утилитами, рекомендуется периодически копировать на специальную дискету. Их резервирование важно не только для защиты от вирусов, но и для страховки на случай аварийных ситуаций или чьих-то действий, в том числе собственных ошибок. В целях профилактики для защиты от вирусов рекомендуется: работа с дискетами, защищенными от записи; минимизация периодов доступности дискет для записи; разделение дискет между конкретными ответственными пользователями; разделение передаваемых и поступающих дискет; отдельное хранение вновь полученных программ

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

и эксплуатировавшихся ранее; хранение программ на жестком диске в архивированном виде.

Вновь поступившие программные изделия должны подвергаться входному контролю - проверке соответствия длины и контрольных сумм в сертификате полученным длинам и контрольным суммам. Систематическое обнуление первых трех байтов сектора начальной загрузки на полученных дискетах до их использования поможет уничтожению "бутовых" вирусов.

Обнаружение вируса основано на том, что каждая конкретная версия вируса, как любая программа, содержит присущие только ей комбинации байтов. Программы-фильтры проверяют, имеется ли в файлах на указанном пользователем диске специфическая для данного вируса комбинация байтов. При ее обнаружении в каком-либо файле на экран выводится соответствующее сообщение. Для обнаружения вирусов также используется специальная обработка файлов, дисков, каталогов - вакцинирование: запуск резидентных программ-вакцин, имитирующих сочетание условий, в которых заработает данный тип вируса и проявит себя.

Существуют также специальные программы удаления конкретного вируса в зараженных программах. Такие программы называются программами-фагами. С зараженными файлами программа-фаг выполняет действия, обратные тем, которые производятся вирусом при заражении файла, т.е. делает попытку восстановления файла. Те файлы, которые не удалось восстановить, как правило, считаются неработоспособными и удаляются.

Следует подчеркнуть, что действия, которые надо предпринять для обнаружения и удаления вируса, индивидуальны для каждой версии вируса. Пока не существует универсальной программы, способной обнаружить любой вирус.

Проблему защиты информации и программных продуктов от вирусов необходимо рассматривать в общем контексте проблемы защиты от несанкционированного доступа. Основной принцип, который должен быть положен в основу методологии защиты от вирусов, состоит в создании многоуровневой распределенной системы защиты. Наличие нескольких уровней позволяет компенсировать недостатки одних средств защиты достоинствами других. Если вирус обойдет

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

один вид защиты, то может быть остановлен другим. Для того чтобы избежать появления компьютерных вирусов, необходимо соблюдать прежде всего следующие меры: не переписывать программное обеспечение с других компьютеров. Если это необходимо, то следует принять перечисленные выше меры; не допускать к работе на компьютере посторонних лиц, особенно если они собираются работать со своими дискетами; не пользоваться посторонними дискетами, особенно с компьютерными играми.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» были изложены требования к рабочему месту инженера-программиста. Созданные условия должны обеспечивать комфортную работу. На основании изученной литературы по данной проблеме, также проведен выбор системы и расчет оптимального освещения производственного помещения, рассмотрены методы утилизации производственных материалов, устаревшей компьютерной техники. Соблюдение условий, определяющих оптимальную организацию рабочего места инженера-программиста, позволит сохранить хорошую работоспособность в течение всего рабочего дня, повысит как в количественном, так и в качественном отношении производительность труда программиста, что в свою очередь будет способствовать быстрейшей разработке и отладке программного продукта.

Действие электрического тока на организм человека может быть тепловым (ожог), механическим (разрыв тканей), химическим (электролиз) и биологическим (сокращение мышц, паралич дыхания и сердца). При подключении оборудования к силовой электрической сети питания напряжением 220В или 380В, существует опасность поражения электрическим током. Причина возникновения такого опасного фактора связана с нарушением изоляции токоведущих элементов.

К защитным средствам от прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся: изоляция, ограждение, блокировка, электрозащитные средства, сигнализация и плакаты. Высокое сопротивление изоляции проводов от земли и корпусов электроустановок создаёт безопасные условия для обслуживающего персонала.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам (индуктивное влияние соседних токоведущих частей, вынос потенциала, разряд молнии и т. п.).

Эквивалентом земли может быть вода реки или моря, каменный уголь в карьерном залегании и т. п.

Назначение защитного заземления — устранение опасности поражения током в случае прикосновения к корпусу электроустановки и другим нетоковедущим металлическим частям, оказавшимся под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам.

Пожарная безопасность на предприятии обеспечивается техническими, эксплуатационными, организационными и режимными мероприятиями, устраняющими причины пожаров и взрывов. К техническим мероприятиям относится соблюдение противопожарных норм при строительстве зданий и сооружений, выборе и монтаже электрооборудования, устройстве молниезащиты. Эксплуатационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию производственных установок и оборудования, правильное содержание зданий и территорий. К организационным мероприятиям относится обучение производственного персонала противопожарным правилам, издание и изучение необходимых инструкций и плакатов, создание добровольных пожарных дружин в цехах и на участках, имеющих боевые расчеты и оснащенных противопожарной техникой.

Согласно СНиП II-М2 предприятия лесной и деревообрабатывающей промышленности относятся к категории В — пожароопасных, что обусловлено наличием твердых сгораемых материалов при незначительном запылении воздушной среды древесной пылью. В зависимости от категории пожароопасности к зданиям, сооружениям и оборудованию предприятий предъявляются соответствующие требования: заданная огнестойкость зданий и сооружений; наличие противопожарных преград, разрывов и зон; выбор взрывобезопасных электродвигателей и т. п.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

В каждом здании и на каждом участке в случае возникновения пожара следует обеспечить быструю безопасную эвакуацию людей, для чего должны быть предусмотрены эвакуационные выходы и проходы. Число выходов должно быть не менее двух (по возможности в противоположных сторонах помещения).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			<i>БР 15.03.06 ПЗ</i>						
Изм.	Колуч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата				

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы, были изучены существующие системы локации, используемые мобильными роботами. Изучены алгоритмические подходы решения задачи ориентирования мобильных роботов в окружающей среде.

На основе полученной информации была реализована модель собственной системы локации с использованием доступных и недорогих сенсоров.

После проведенных испытаний разработанной системы локации выявлена точность измерения используемых датчиков, а также точность отклонения механики сервоприводов.

Для дальнейшего развития системы локации предстоит модернизировать программное обеспечение, как контроллера СЛ, для повышения надежности работы системы, увеличения быстродействия ответов на запрос главного микрокомпьютера, так и ПО самого микрокомпьютера, добавить оптимизированные алгоритмы для максимально быстрого сканирования, а также алгоритмы для проверки на различные ситуации, с которыми может столкнуться мобильный робот.

Для уменьшения колебательных движений кронштейна, на котором закреплены камера и дальномер, необходимо разработать и изготовить кронштейн другой, более жесткой конструкции.

Основными достоинствами данной системы является, построение карты местности не двухмерного пространства, а трех мерного. Так как данная система локации снабжена камерой, то в дальнейшем можно разработать алгоритмы для распознавания не только препятствий, а типы объектов.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	<i>БР 15.03.06 ПЗ</i>			

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

МР — мобильный робот;

ОУ — объект управления;

МК — микроконтроллер;

ЭВМ — электронно-вычислительная машина (микрокомпьютер);

ПО — программное обеспечение;

РТК — робототехнический комплекс;

ВВТ — вооружения и военная техника;

НИОКР — научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы;

ИК — инфракрасное (излучение);

УН — устройство навигации;

СЛ — система локации;

ГСЛ — глобальная система локации;

ЛСЛ — локальная система локации;

GPS (Global Positioning System) — система глобального позиционирования (спутниковая система навигации);

ГЛОНАСС — глобальная навигационная спутниковая система;

ПС или I²C (Inter-Integrated Circuit) — последовательная асимметричная шина;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	БР 15.03.06 ПЗ	Лист

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Как роботы ориентируются в пространстве. (Введение в SLAM) [Электронный ресурс] : Робототехнические заметки - Режим доступа: <http://robotics.osll.ru/2014/12/slam.html>
2. Робот [Электронный ресурс] : Википедия свободная энциклопедия - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Робот>
3. Робототехника [Электронный ресурс] : Википедия свободная энциклопедия - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Робототехника>
4. Нефедов Виктор Викторович. Численно-аналитические методы исследования состояний и управление колебаниями робота - манипулятора : Дис. ... канд. техн. наук : 05.13.01 Москва, 2005 111 с.
5. Современная робототехника в наши дни [Электронный ресурс] : Robotics Экспр — Режим доступа: <https://robot-ex.ru/ru/article/robototehnika-v-nashi-dni>
6. Тенденции развития робототехнических систем [Электронный ресурс] : Умное производство — Режим доступа: http://www.umpro.ru/index.php?page_id=17%20&art_id_1=702&group_id_4=74&m_id_4=36
7. Boston Dynamics [Электронный ресурс] : Википедия свободная энциклопедия – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Boston_Dynamics
8. KUKA Roboter [Электронный ресурс] : Википедия свободная энциклопедия - Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/KUKA_Roboter
9. ABB [Электронный ресурс] : Википедия свободная энциклопедия - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ABB>
10. Классификация мобильных роботов [Электронный ресурс] : Хелпикс.Орг - Интернет помощник — Режим доступа: <http://helpiks.org/6-11883.html>
11. И.В. Рубцов, А.А. Бошляков, В.С. Лапшов, К.Ю. Машков, В.П. Носков. Проблемы и перспективы развития мобильной робототехники военного назначения: МГТУ им. Н.Э. Баумана 20 с.
12. Бытовые роботы [Электронный ресурс] : RoboTrends - Режим доступа: <http://robotrends.ru/robopedia/uborka-i-roboty>

Инв. № подл.	Взам. инв. №						<i>БР 15.03.06 ПЗ</i>	Лист 75
	Подл. и дата							
Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подл.	Дата			

13. Indoor «GPS» с точностью ± 2 см [Электронный ресурс] : Habr - Режим доступа: <https://habr.com/post/254361/>

14. Анализ и выбор систем навигации робота для позиционирования в лесной местности [Электронный ресурс] : Международный научно-исследовательский журнал - Режим доступа: <https://research-journal.org/physics-mathematics/analiz-i-vybor-sistem-navigacii-robota-dlya-pozicionirovaniya-v-lesnoj-mestnosti/>

15. Оптические датчики расстояния [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://electromicro.ru/arduino_proekty/opticheskie_datchiki_rasstoyaniya_arduino

16. Ультразвуковой датчик расстояния [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://arduino-diy.com/arduino-ultrazvukovoy-datchik-rasstoyaniya>

17. Ультразвуковой дальномер HC-SR04 [Электронный ресурс] : Википедия свободная энциклопедия - Режим доступа: <http://wiki.amperka.ru/продукты:hc-sr04-ultrasonic-sensor-distance-module>

18. Локализация и составление карты с помощью DP-SLAM [Электронный ресурс] : Разработка роботов - Режим доступа: <http://robot-develop.org/archives/3954#more-3954>

19. GPS [Электронный ресурс] : Википедия свободная энциклопедия - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/GPS>

20. ГЛОНАСС [Электронный ресурс] : Википедия свободная энциклопедия - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ГЛОНАСС>

21. MPU-9250 [Электронный ресурс] : Компэл - Режим доступа: <https://www.compel.ru/infosheet/INSENSE/MPU-9250>

22. Основы стереозрения [Электронный ресурс] : Habr - Режим доступа: <https://m.habr.com/post/130300/>

23. Мобильный робот [Электронный ресурс] : Omron - Режим доступа: <https://industrial.omron.ru/ru/products/mobile-robot>

24. Разработка программного обеспечения [Электронный ресурс] : Википедия свободная энциклопедия - Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Разработка_программного_обеспечения

Взам. инв. №	
Подл. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подл.	Дата

БР 15.03.06 ПЗ

25. Прерывание [Электронный ресурс] : Википедия свободная энциклопедия
- Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Прерывание>

26. ИС [Электронный ресурс] : Википедия свободная энциклопедия - Режим
доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ИС>

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Колуч.	Лист	№зак.	Подп.	Дата	БР 15.03.06 ПЗ	Лист


Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

РиТК

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Г. Б. Масальский

«29 июня» апреля 2018 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

15.03.06 Мехатроника и робототехника
Система локации мобильного робота

Руководитель




старший преподаватель А. А. Гагарский

Выпускник



А. Л. Комаров

Нормоконтролёр

 14.06.18

старший преподаватель В. Н. Куликова

Красноярск 2018