

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт кибернетики  
 Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника  
 Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
Проектирование системы GPS трекинга автономного робота

УДК

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8E21	Попов Владимир Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ИКСУ	Богомолов Евгений Николаевич			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. МЕН	Хаперская Алена Ваасильевна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ	Мезенцева Ирина Леонидовна			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ИКСУ	Лиепиньш Андрей Вилнисович	к.т.н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i><b>Профессиональные компетенции</b></i>	
P1	Применять глубокие естественно-научные, математические знания в области анализа, синтеза и проектирования для решения научных и инженерных задач производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических устройств и систем, в том числе их систем управления
P2	Воспринимать, обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области теории, проектирования, производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических устройств и систем, принимать участие в командах по разработке и эксплуатации таких устройств и систем
P3	Применять полученные знания для решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных мехатронных и робототехнических устройств и систем (в том числе интеллектуальных) с использованием технологий мирового уровня, современных инструментальных и программных средств
P4	Определять, систематизировать и получать необходимую информацию в области проектирования, производства, исследований и эксплуатации мехатронных и робототехнических модулей, устройств и систем
P5	Планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования для целей проектирования, производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических средств и систем с использованием передового отечественного и зарубежного опыта, уметь критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы
<i><b>Универсальные компетенции</b></i>	
P6	Интегрировать знания в области анализа, проектирования, производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических устройств и систем со знаниями из смежных областей
P7	Понимать используемые современные методы, алгоритмы, модели и технические решения в мехатронике и робототехнике и знать области их применения, в том числе в автоматизированных производствах.
P8	Эффективно работать в профессиональной деятельности индивидуально и в качестве члена команды
P9	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально-экономических различий
P10	Проявлять широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, демонстрировать понимание вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Следовать кодексу профессиональной этики и ответственности и международным нормам инженерной деятельности
P12	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт кибернетики  
 Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника  
 Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Лиепиньш

А.В.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
8E21	Попову Владимиру Владимировичу

Тема работы:

Проектирование системы GPS трекинга автономного робота

Утверждена приказом директора (дата, номер)

\_\_\_\_\_

Срок сдачи студентом выполненной работы:

10.06.2015 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Устройство для мониторинга и обнаружения местоположения робота, за которым ведется наблюдение</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Аналитический обзор по аналогичным системам. Аналитический обзор по патентным базам данных существующих технических решений по тематике работы.</li> <li>2) Разработка структурной и функциональной схем проектируемой системы, выбор элементов и разработка электрической-принципиальной схемы устройства.</li> <li>3) Разработка алгоритма работы данного устройства.</li> </ol>

работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Хаперская Алена Васильевна, ст. преподаватель каф. МЕН, к.э.н.
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна, ассистент каф. ЭБЖ.

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

Нет

**Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику**

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент каф. ИКСУ	Богомолов Евгений Николаевич			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8E21	Попов Владимир Владимирович		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт кибернетики  
 Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника  
 Кафедра интегрированных компьютерных систем управления  
 Уровень образования – бакалавр  
 Период выполнения – весенний семестр 2015/2016 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа
---------------------

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	6.06.2016 г.
--	--------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
20.05.2016 г.	Основная часть	60
22.05.2016 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
25.05.2016 г.	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
ассистент каф. ИКСУ	Богомолов Евгений Николаевич			

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
ИКСУ	Лиепиньш Андрей Вилнисович	к.т.н.		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 81 страницу, 9 рисунков, 26 таблиц, список используемых источников содержит 18 наименования и приложение на 4 листах.

Ключевые слова: ТРЕКИНГ, НАВИГАЦИЯ, GPS, GSM, ТРЕКИНГ РОБОТА, ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ

Цель работы – проектирование устройства GPS трекинга робота

В процессе выполнения работы был проведен анализ датчиков и методов определения местоположения, была разработана аппаратная часть системы трекинга робота и алгоритм работы устройства. Были рассмотрены методы повышения точности определения местоположения устройством, а так же подобраны необходимые компоненты для проектируемого прибора.

В будущем планируется продолжение работы по данной тематике.

Дипломная работа в текстовом редакторе Microsoft Word 2012, графический материал – в пакете Microsoft Visio 2012.

## **Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки**

В представляемой работе использовались следующие термины с соответствующими определениями:

Микроконтроллер (МК): микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами..

GSM: Глобальный стандарт цифровой мобильной связи (Global System for Mobile Communication).

GPS: Система глобального позиционирования (Global Positioning System).

GPRS: надстройка над технологией мобильной связи GSM, осуществляющая пакетную передачу данных (General Packet Radio Service).

USB: последовательный интерфейс передачи данных (Universal Serial Bus)

UART: Универсальный асинхронный приёмопередатчик (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter)

SMS: технология, позволяющая осуществлять приём и передачу коротких текстовых сообщений с помощью сотового телефона (Short Message Service).

Wi-Fi: беспроводная связь по стандарту передачи данных IEEE 802.11.

## Оглавление

Введение.....	11
1.1 Обзор литературы .....	13
1.2 Обзор имеющихся систем .....	14
1.2.1 Виды трекеров по исполнению .....	14
1.2.2 Виды трекеров по назначению .....	15
1.3 Разработка системы трекинга .....	17
1.3.1 Разработка функциональной схемы проектируемого устройства.....	17
1.3.2 Разработка структурной схемы .....	19
1.3.3 Выбор и обоснование элементов проектируемого устройства.....	24
1.4 Разработка принципиальной электрической схемы.....	27
1.4.1 Подключение GPS модуля.....	27
1.4.2 Подключение GSM модуля.....	28
1.4.3 Микроконтроллер .....	29
1.5 Системы повышения точности GPS обнаружения.....	30
1.5.1 Системы дифференциальных навигационных измерений .....	30
1.6 Разработка алгоритма работы для проектируемого устройства .....	32
2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	34

2.1	Потенциальные потребители результатов исследования .....	34
2.2	Анализ конкурентных технических решений .....	35
2.3	Технология QuaD .....	37
2.4	SWOT-анализ.....	39
2.5	Определение возможных альтернатив проведения научных исследований .....	42
2.6	Планирование научно-исследовательских работ .....	44
2.6.1	Структура работ в рамках научного исследования .....	44
2.6.2	Определение трудоемкости выполнения работ.....	45
2.6.3	Разработка графика проведения научного исследования.....	48
2.6.4	Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	50
2.6.4.1	Расчет материальных затрат НТИ.....	51
2.6.4.2	Основная заработная плата исполнителей темы .....	52
2.6.4.3	Дополнительная заработная плата.....	53
2.6.4.4	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) 54	
2.6.4.5	Накладные расходы .....	55
2.6.4.6	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	55
2.7	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	56

3	Производственная безопасность.....	62
3.1	Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.....	63
3.1.1	Отклонение показателей микроклимата в помещении.....	63
3.1.2	Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	65
3.1.3	Повышенный уровень шума на рабочем месте .....	66
3.1.4	Превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений.....	67
3.2	Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.....	69
<b>3.2.1</b>	<b>Электробезопасность.....</b>	<b>69</b>
3.3	Экологическая безопасность.....	70
3.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	71
3.5	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	73
	Заключение .....	74
	Список публикаций студента .....	75
	Список источников .....	76
	Приложение А .....	78
	Приложение Б.....	80

## Введение

Современные технологии за последние несколько лет сделали огромный прорыв. Человеком уже были созданы различные модели роботов, имитирующие какую-либо деятельность. Однако данные устройства всегда ассоциировались с далеким нереальным будущим, а сегодня некоторые модели можно легко купить через Интернет. Особо продвинутые роботы могут самостоятельно загружать стиральную машину, подогревать и приносить пищу, убираться и тому подобное. И даже некоторые европейские отели начали пользоваться подобными устройствами. Так же промышленность претерпела изменения. Одним из видов таких изменений является автоматизация различных процессов, являющаяся весьма актуальной задачей, которая помогает решать проблемы управления процессами. При этом контроль реализуется с помощью исполнительных механизмов, осуществляющих воздействие на технологический объект по сигналу от системы управления. Примером задачи автоматизации процессов может служить робот, миссией которого является транспортировка объектов в производственных цехах. В условиях цеха это сделать достаточно просто, одним из способов является разметка цеха линией, но возможно роботу может понадобится решить задачу транспортировки в окрестностях завода, где произвести располосовку будет достаточно проблематично, здесь для ориентирования и навигации можно применить технологию GPS трекинга.

Для успешного выполнения обширного круга задач роботы должны обладать способностью интерпретировать, планировать и автоматически выполнять полученное задание, используя бортовую вычислительную систему. Уже разрабатываются всевозможные роботы полицейские, мусорщики, почтальоны. Американская служба доставки Amazon с 2013 года использует для доставки своих посылок летательные аппараты с четырьмя несущими винтами, называемыми квадрокоптеры, при этом время доставки будет занимать не более 30 минут. Естественно, есть и ограничения.

Максимальный вес, который способен поднять аппарат, ограничен 2,27 кг. По статистике около 86% доставляемых Amazon товаров весят меньше указанного предела. Также дальность полёта ограничена 10 милями (16 км) в одну сторону. Эти роботы автономны и работают далеко от своей базы, поэтому человеку необходимо обеспечивать непрерывное слежение за объектом, что бы в чрезвычайных ситуациях или программных сбоях можно было легко найти потерявшегося робота.

Устройством выполняющим задачи контроля за автомобилями, людьми или другими объектами, использующее GPS для точного определения местонахождения объекта, называют трекер. С помощью GPS трекера возможно отслеживание перемещений объекта в реальном времени, а так же истории перемещений в целом, называемой треком объекта. Для навигации робота по средствам GPS координат, необходима установка GPS модуля на робота. Это своего рода автоматизированная система слежения, благодаря которой имеются широкие возможности для определения местоположения робота.

## 1.1 Обзор литературы

В процессе выполнения данной работы было просмотрено множество интернет-источников, посвященным разработке устройств, позволяющих отслеживать объекты. Так же изучены журналы и статьи различных вузов планеты, в которых были рассмотрены всевозможные темы, связанные с глобальным позиционированием. Был проведен аналитический обзор существующих систем отслеживания автономных роботов и их алгоритмов.

При проектировании системы GPS трекинга были изучены такие статьи как «Мониторинг и навигация: комплексное решение» Бабушкина Ю.Н., «Оценивание времени прихода сигнала, устойчивое к влиянию многолучевости, в приемных устройствах спутниковых навигационных систем типа GPS» Бишофа Р.

Так же был изучен дифференциальный режим коррекции – метод улучшения характеристик работы навигационной системы, таких, как точность, надежность и доступность, через интеграцию внешних данных в процессе расчета. В изучении данного материала в первую очередь были использованы интернет источники посвященные GPS навигации, робототехнике и программированию контроллеров, а так же форумы разработчиков электронных устройств и микропроцессорной техники.

## 1.2 Обзор имеющихся систем

Устройство для отслеживания перемещения объекта в постоянном режиме это GPS трекер с английского слово трекинг (tracking) означает слежение, отслеживание (наблюдение за процессом или результатами действия). GPS трекер по своему исполнению может быть двух типов: софт трекер и аппаратный трекер.

### 1.2.1 Виды трекеров по исполнению

Трекер по исполнению может быть двух видов: аппаратный трекер и софт трекер.

**Аппаратным трекером** называют устройство, предназначенное для слежения за расположением и состоянием объекта, на котором он установлен. Аппаратные трекеры в зависимости от своей цели могут справляться с разными задачами, такими как аварийная сигнализация, режим измерения скорости, маршрутные отклонения, несанкционированный доступ, аварийный сигнал низкого напряжения и удаленный контроль датчиков электрооборудования.

**Софт трекером** называют программное обеспечение, которое позволяет использовать такие приборы как смартфон, планшет в качестве аппаратной платформы GPS трекера. Такие приложения получают доступ к встроенному GPS приемнику, и обмен данными со спутником осуществляется через GSM и Wi-Fi модуль устройства. Так как программные трекеры не имеют аппаратной части, они выигрывают по стоимости у аппаратных трекеров, но их функциональные возможности ограничены передачей и определением своего местоположения.

## 1.2.2 Виды трекеров по назначению

Трекер по назначению можно условно разделить на несколько групп по назначению: мониторинг транспорта, персональный трекинг и мониторинг иных объектов.

**Автомобильный трекер** (мониторинг транспорта) – это стационарное устройство, подключаемое к бортовому компьютеру транспортного средства и осуществляющее контроль за местоположением и состоянием объекта. Кроме этого, такой тип устройства позволяет подключать к нему различные типы дополнительных систем автомобиля, например датчик уровня топлива, видеорегистраторы, системы управления зажиганием, температурные датчики, системы контроля технического состояния автомобиля и множество других устройств и датчиков.

Достоинства: настройка и конфигурация устройства могут осуществляться удаленно через загрузку прошивки и отправку управляющих команд, такие трекеры многофункциональны и надежны. Немаловажным плюсом данного типа устройств является возможность скрытого монтажа.

Недостатки: трудоемкость монтажа и ремонта.

**Персональный трекер** – GPS устройство малых размеров, предназначенное для контроля над людьми или животными, они имеют компактные размеры и обязательно автономный источник питания. Принцип работы персональных трекеров аналогичен работе транспортных. Различия заключаются лишь в размерах и возможностях анализа данных с внешних датчиков, а так же персональные трекеры встроены в смартфоны и планшеты [8]. Данный тип трекеров используют компании для наблюдения за мобильными сотрудниками компаний: курьеры, торговые агенты, командированные лица и т.д.

Достоинства: компактность и удобство.

Недостатки: достаточно просто сломать (уронить, раздавить).

Трекеры для иных объектов – устройства данного типа похожи на персональные, но обладают своими особенностями. Например трекеры для мониторинга грузов должны обладать емкой батареей и мощной внешней антенной (GPS и GSM), т. к. металлический корпус контейнера является серьезным препятствием для проникновения внешних сигналов, а так же герметичным корпусом.

Так же GPS трекеры помимо контроля подвижных объектов, используются для мониторинга стационарных объектов. В этом случае данные о местоположении не играют важной роли. Тем не менее, сигнал со спутников GPS может использоваться для синхронизации времени. В остальном при мониторинге стационарных объектов в первую очередь важны данные датчиков, подключенных к трекеру. Эти данные обрабатываются программным обеспечением и визуализируются в виде таблиц, диаграмм и отчетов.

## 1.3 Разработка системы трекинга

### 1.3.1 Разработка функциональной схемы проектируемого устройства

Рассмотрим задачи проектируемой системы и подберем функциональные блоки.

- определение координат в пространстве – работа со спутником;
- прием-отправка SMS сообщения, отправка данных о местоположении на сервер – модуль связи с сотовой вышкой;
- связь блоков работы с сотовой вышкой и спутником, – модуль обработки данных;
- информация о текущем местоположении – спутник;
- передача данных оператору – сотовая вышка.

Исходя из рассмотренных задач и функциональных блоков к ним, определим взаимосвязи. Составим функциональную схему проектируемой системы.

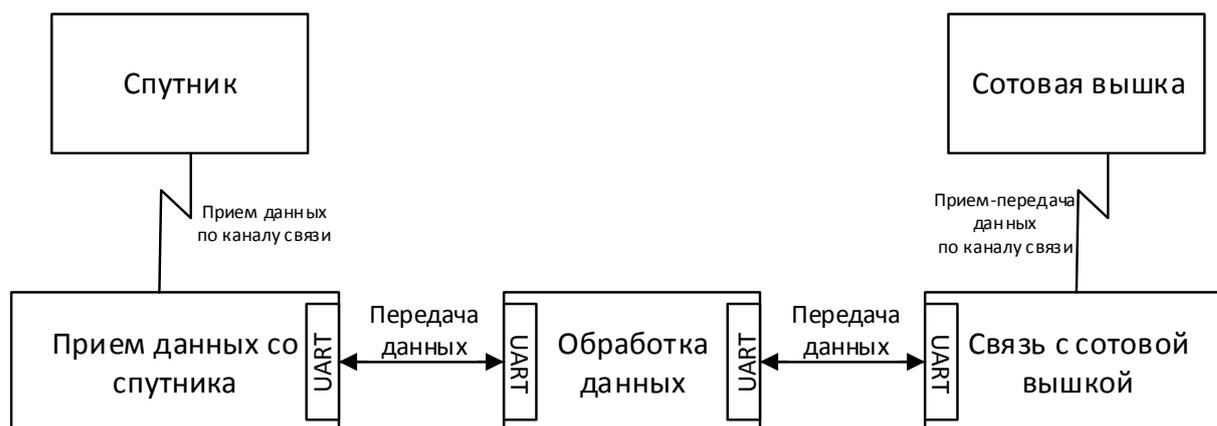


Рисунок 1 – Функциональная схема

Для понимания принципа работы устройства поясним принцип работы каждого блока, чтобы ориентироваться на дальнейший выбор конкретных типов устройств и их параметров.

## **Работа со спутником**

Модуль связи со спутником это радиоприемное устройство, которое предназначено для определения географических координат месторасположения приемной антенны в текущий момент времени на основе данных временных задержек прихода радиосигналов [3]. В проектируемой системе необходим для определения траектории движения робота.

## **Блок обработка данных**

Микроконтроллер, предназначен для управления различными типами электронных устройств. Микроконтроллер имеет в своём составе процессор, память, ПЗУ и периферию внутри одного корпуса. В создаваемой системе предполагается использовать микроконтроллер как устройство связи между блоками связи со спутником и сотовой вышкой.

## **Блок связи с сотовой вышкой**

Блок связи с сотовой вышкой предназначен для приема-передачи данных от сотовой вышки по средствам GPRS пакета или SMS сообщения. Необходим для передачи данных о местоположении через сотовую вышку на сервер, а так же для приема дополнительных команд блоку работы со спутником.

## **Блок спутников**

Спутники, используемые системой глобального позиционирования NAVSTAR. Позволяет в любом месте Земли (исключая приполярные области), почти при любой погоде определять местоположение и скорость объектов. Система разработана, реализована и эксплуатируется Министерством обороны США, при этом в настоящее время доступна для

использования для гражданских целей — нужен только навигатор или другой аппарат (например, смартфон) с GPS-приёмником.

### **1.3.2 Разработка структурной схемы**

На основе функциональной схемы необходимо составить структурную схему. Для этого необходимо выполнить анализ составных частей, используемых в функциональной схеме устройства, разработанной в пункте 1.2.1, и интерпретировать эти части в блоки структурной схемы.

Интерпретируем блоки функциональной схемы в устройства, необходимые для структурной схемы проектируемого устройства и дадим пояснение к этим блокам:

- работа со спутником – для осуществления приема данных со спутника разрабатываемому устройству необходим GPS модуль;
- модуль связи с сотовой вышкой – для связи с сотовой вышкой прибор необходимо оснастить GSM модулем;
- модуль обработки данных – связь GPS и GSM модулей будет осуществляться через микроконтроллер по средствам UART интерфейса;

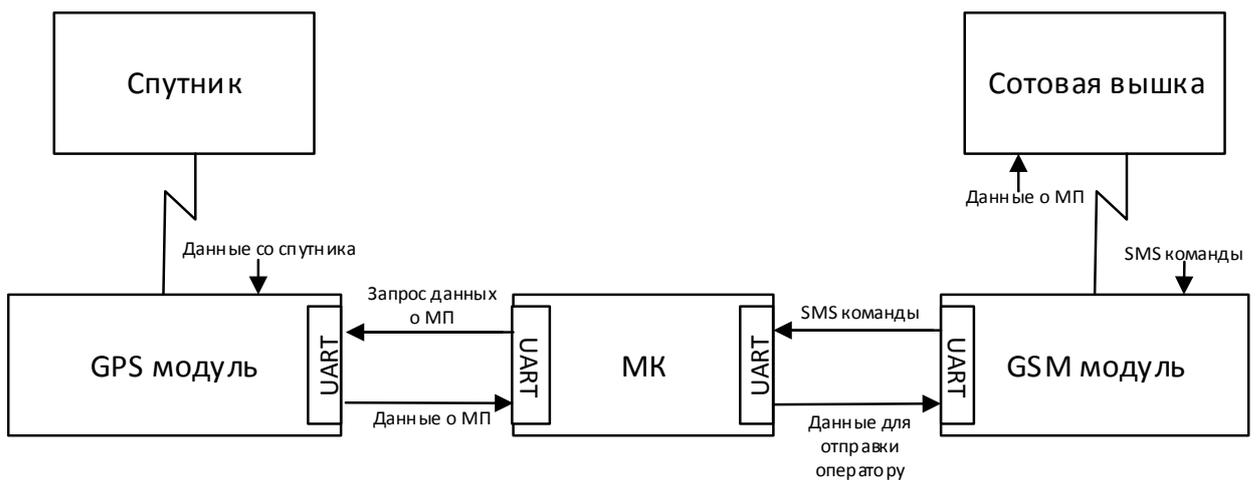


Рисунок 2 – Структурная схема

Прежде чем приступить к выбору какого-либо элемента для принципиальной схемы, стоит дать некоторые пояснения к каждому из блоков, указанных в структурной схеме. Также это поможет при составлении таблицы анализа устройств различного типа, исходя из их технико-экономических показателей.

### **GPS модуль**

Для создания устройства нам необходим малогабаритный GPS модуль, который предназначен для определения географических координат месторасположения приемной антенны в текущий момент времени на основе данных временных задержек прихода радиосигналов. Необходимо подобрать GPS модуль, поддерживающий как можно больше каналов связей для более точного обнаружения объекта, и имеющий большой диапазон входных напряжений. А так же простой в подключении и работе.

Приемный модуль GPS ничего не передает, он только получает данные со спутников и определяет свое местонахождение по средствам решения математической задачи. Чтобы устройство смогло определить свое месторасположение, требуется, чтобы прибор увидел не менее чем четыре спутника. Координаты будут тем точнее, чем больше спутников увидит

модуль GPS. Скорость работы и чувствительность приемника определяются используемой в устройстве микросхемой. Под скоростью понимают, как быстро прибор способен определить координаты. Под чувствительностью имеют в виду способность приемника определять максимальное количество спутников.

### **GSM модуль**

GSM модуль предназначен для приема-передачи данных от сотовой вышки, через которую оператор сможет получать данные от устройства слежения за объектом. Применительно к проектируемой системе необходим GSM модуль, имеющий большой диапазон частот, возможность работать с GPRS и GSM данными, малые габариты, а так же требованием будет простота подключения и работы

### **Микроконтроллер**

Микроконтроллер в данной системе необходим для связи GPS и GSM модулей. Основной критерий при выборе контроллера в данном случае - простота использования для решения наших задач (с точки зрения быстродействия, объема памяти, энергопотребления и др. критериев можно использовать практически любой современный контроллер), поэтому стоит сделать акцент на семействе AVR фирмы Atmel. Для связи модулей проектируемого устройства необходимы пины с UART интерфейсом, причем их должно быть по одному на каждый модуль.

Таблица 1– Сравнительная характеристика GPS модулей

	1	2	3	4	5	6
Название	Gmm-u1	Gmm-u5j	SkyLab	Quectel L10	Quectel L20	EB-500
Размеры	13x10x2.1	22.4x17x2.2	18.2x18.2x4	10.1x9.7x2.5	16x12.2x2.4	13x15x2.2
Интерфейс	USB	USB	UART	UART	UART	UART
Каналы	66 channels	66 channels	66 channels	33 channels	48 channels	66 channels
Хол. старт	35	35	36	35	<35s	35
Гор.старт	1	1	1	1	<1s	1.5
Acceleration	Max 4G	Max 4G	4G	4G	Max 4G	Max 4G
I/O voltage	3.3V~5.5V	3.0V~3.6V	3.3V~5V	2.8V ~ 4.3V	2.0V~3.6V	2.0V~4.3V
Тип антенны	active	Passive and active	Встроенная пассивная	Active or Passive	Passive and active	Active and passive

Таблица 2 – Сравнительная характеристика Gsm модулей

	1	2	3	4	5
Название	M12 QUECTEL	M66 QUECTEL	M72 QUECTEL	SIM900 SIMCOM	GL868-DUAL Telit
Тип передачи данных	GSM/GPRS	GSM/GPRS	GPRS	GSM/GPRS	GSM/GPRS
Частотные диапазоны	900/1800 МГц	850/900/1800/1900 МГц	900/1800 МГц	850/ 900/ 1800/ 1900 МГц	900/1900 МГц
Размер	29x29x3,6 мм	17,7x15,8x2,3 мм	27,5x24x3,6 мм	33x33x3 мм	24,4x24,4x2,7 мм
Напряжение питания	3,4~4,5 В	3.3~4.6 В	3,4~4,5 В	3,2~4,8 В	1,8~3 В

### 1.3.3 Выбор и обоснование элементов проектируемого устройства

#### GPS модуль

Исходя из сравнения всех представленных GPS модулей, целесообразней будет выбрать устройство EB-500 tsi, так как он имеет относительно небольшие размеры, 66 каналов связи, большим диапазоном входных напряжений. 66 каналов связи позволят работать системе позиционирования намного точнее. Данный GPS модуль имеет UART интерфейс, что удовлетворяет требованиям к проектируемому устройству. Еще одним преимуществом является большой диапазон вход – выходных напряжений данного модуля они варьируются в диапазоне 2.0 – 4.3 В, что так же подходит разрабатываемому устройству. Единственным недостатком является большее время горячего старта, по сравнению с аналогами, оно на полсекунды больше, но у данного модуля самые компактные размеры из подходящих нам устройств, поэтому можно позволить пожертвовать таким незначительным временем горячего старта.



Рисунок 3 – Выбранный GPS модуль EB-500

#### GSM модуль

Среди рассмотренных в пункте 3 GSM приемников, для проектируемой системы следует выбрать M66 компании QUECTEL. Данный выбор обоснован тем, что этот модуль имеет самые наименьшие размеры относительно других рассмотренных устройств. Диапазон вход – выходных напряжений схожий с GPS модулем, большинство поддерживаемых в России частотных диапазонов, а так же модуль может работать с 2 типами передачи данных. GSM и GPRS, это даст нам возможность отправлять команды как через SMS, а так же с персонального компьютера, через интернет.



Рисунок 4 – Выбранный GSM модуль QUECTEL M66

### **Микроконтроллер**

Микроконтроллеры AVR фирмы Atmel наиболее просты в обращении и программировании не только для человека с опытом программирования, но и для начинающего.

Так как нам предстоит подсоединить к микроконтроллеру GSM и GPS модули через UART интерфейс, то нам потребуется микроконтроллер Atmega 162, т.к. он представляет собой идеальное сочетание цены, функциональности и простоты применения в проектируемых устройствах.

Также, для прошивки микроконтроллера Atmega 162 не требуется сложного специализированного оборудования: данная задача решается

программаторами для Atmega 162, благодаря которым можно записать/считать информацию в постоянное запоминающее устройство микроконтроллера. Так же данный микроконтроллер имеет два UART входа, что необходимо для проектируемой системы.



Рисунок 5 – Микроконтроллер ATMEGA 162

## 1.4 Разработка принципиальной электрической схемы

Разработанную схему можно разбить условно на три части:

- подключение GPS модуля;
- подключение GSM модуля;
- микроконтроллер.

Рассмотрим функционал каждой схемы в отдельности.

### 1.4.1 Подключение GPS модуля

Для работы GPS модуля нам понадобится порт UART для передачи данных о местоположении. Так же порт для антенны и порт питания модуля. Все для подключения можно узнать из даташита данного модуля: Datasheet EB-500 [6]. Пины V28A и V28D нужны для фильтрации шумов.

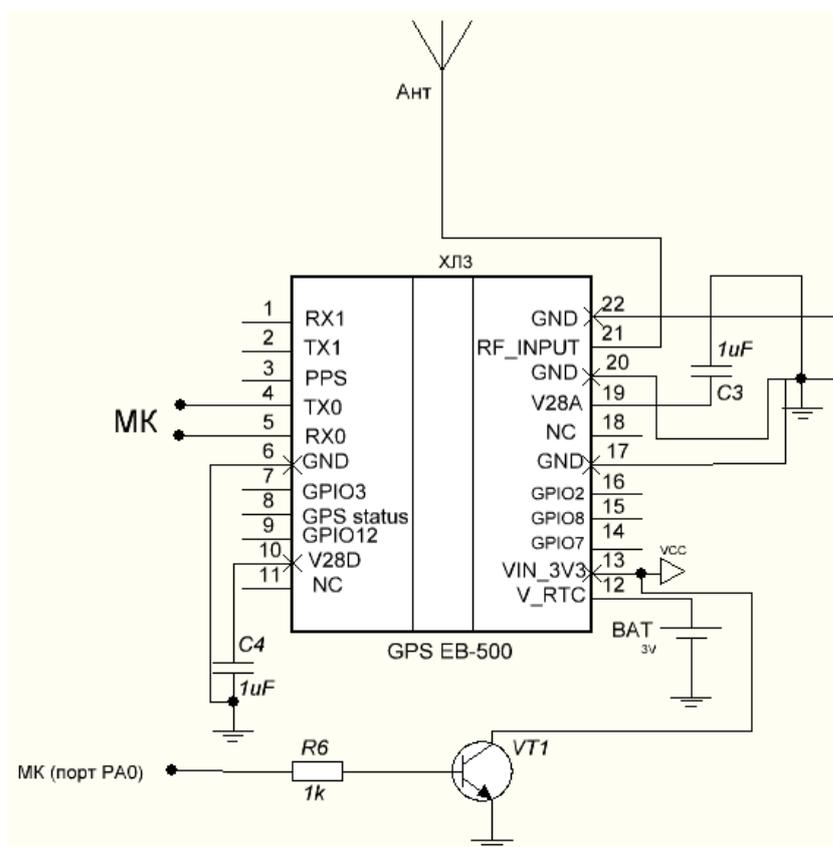


Рисунок 6 – Подключение GPS модуля

Порт RXD GPM модуля необходимо подключить к порту PB3 микроконтроллера, а порт TXD модуля к порту PB2 микроконтроллера.

На рисунке 6 представлена схема подключения GPS модуля EB-500 к микроконтроллеру, а так же питание и антенна.

### 1.4.2 Подключение GSM модуля

Для работы GSM модуля нам понадобится порт UART для передачи данных команд для обработки на микроконтроллер. Так же необходимо к модулю подключить Sim карту, для связи с сотовой вышкой и приема SMS сообщений. Для того что бы подключить модуль к микроконтроллеру и подсоединить необходимые компоненты необходимо воспользоваться Datasheet Quectel M66 [7].

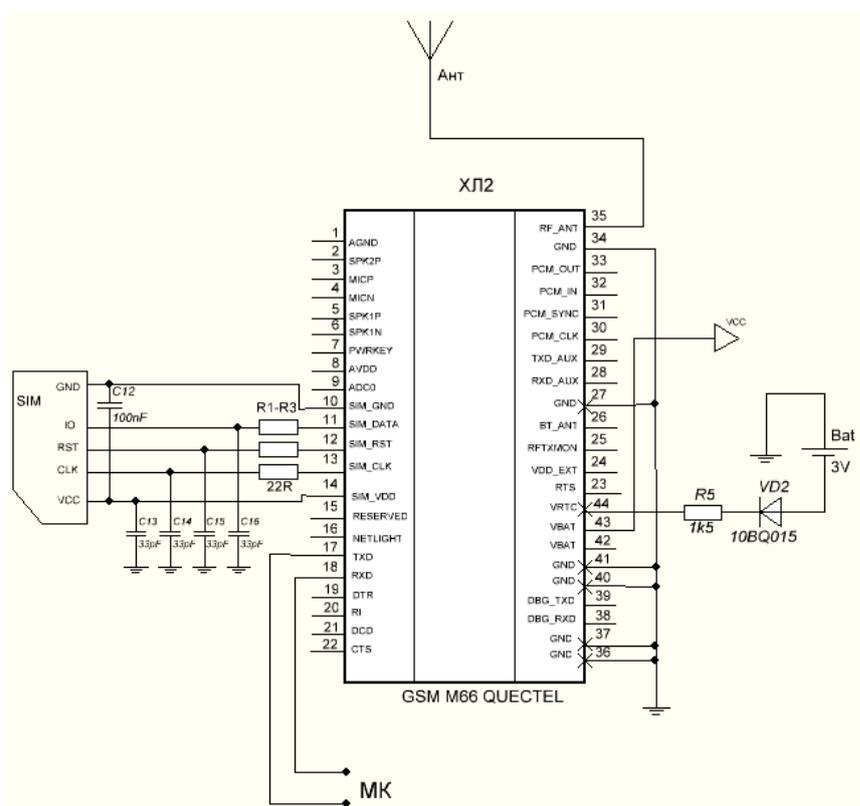


Рисунок 7 – Подключение GSM модуля

Порт RXD GSM модуля необходимо подключить к порту PD1 микроконтроллера, а порт TXD модуля к порту PD0 микроконтроллера.

### 1.4.3 Микроконтроллер

Для проектируемой системы потребуется 2 UART входа и 2 UART выхода, по одному входу и выходу на каждый модуль. Так же кварц для уменьшения шумов и сброс микроконтроллера. Схема подключения приведена на рисунке 8.

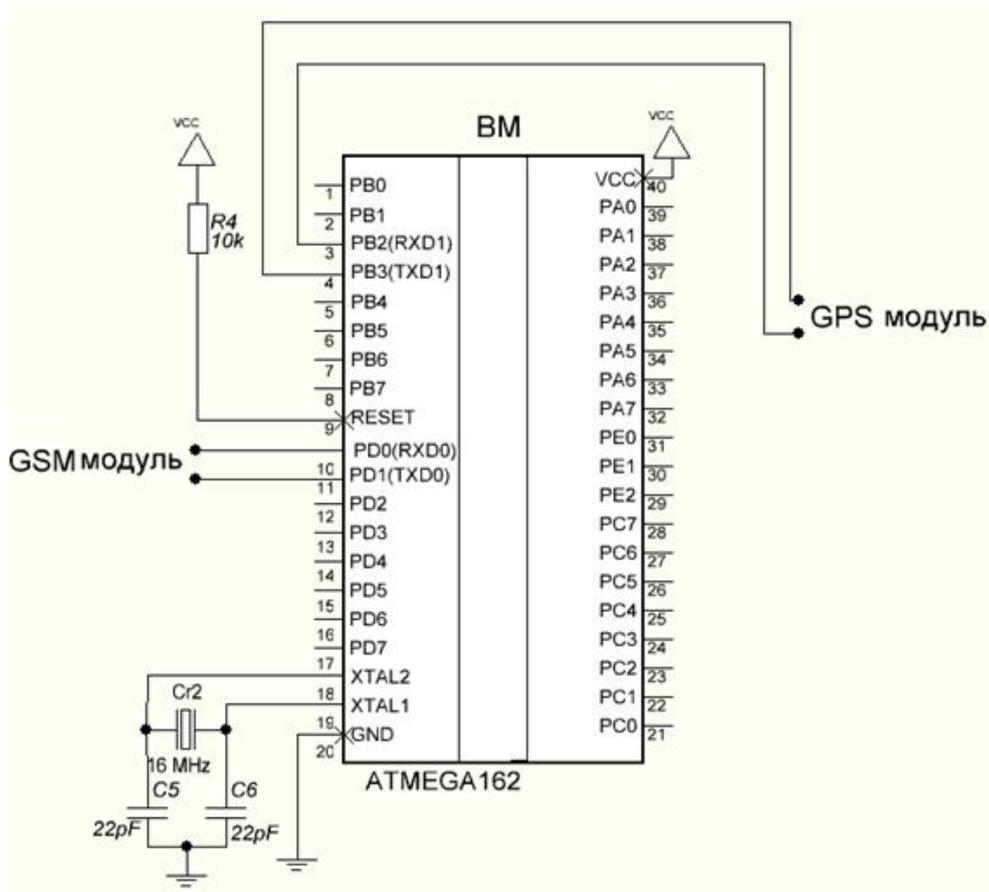


Рисунок 8 – Atmega 162 в проектируемой системе

Сборочный чертеж и перечень элементов принципиальной электрической схемы представлен в приложении Б и В соответственно.

## **1.5 Системы повышения точности GPS обнаружения**

### **1.5.1 Системы дифференциальных навигационных измерений**

Спутниковые навигационные системы позволяют потребителю получить координаты с точностью порядка 10–15 м. Однако для многих задач, особенно для навигации в городах, требуется большая точность. Один из основных методов повышения точности определения местонахождения объекта основан на применении известного в радионавигации принципа дифференциальных навигационных измерений. Поэтому возникает потребность в более точном определении местоположения. Для повышения точности позиционирования систем GPS на земной поверхности или в околоземном пространстве, используются спутниковые и наземные системы дифференциальной коррекции. Они обеспечивают некоторую территорию информацией о дифференциальных поправках. Спутниковые системы коррекции обычно используют геостационарные спутники. Особенностью данных систем является расположение контрольного GPS-приёмника, называемого опорной станцией. Она располагается в пункте с известными координатами, в том же районе, что и основной GPS-приёмник. Сравнивая известные координаты (полученные в результате прецизионной геодезической съёмки) с измеренными, опорная станция вычисляет поправки, которые передаются потребителям по радиоканалу в заранее оговоренном формате. В России используется система дифференциальной коррекции и мониторинга; планируется трансляция поправок с геостационарных спутников системы [18].

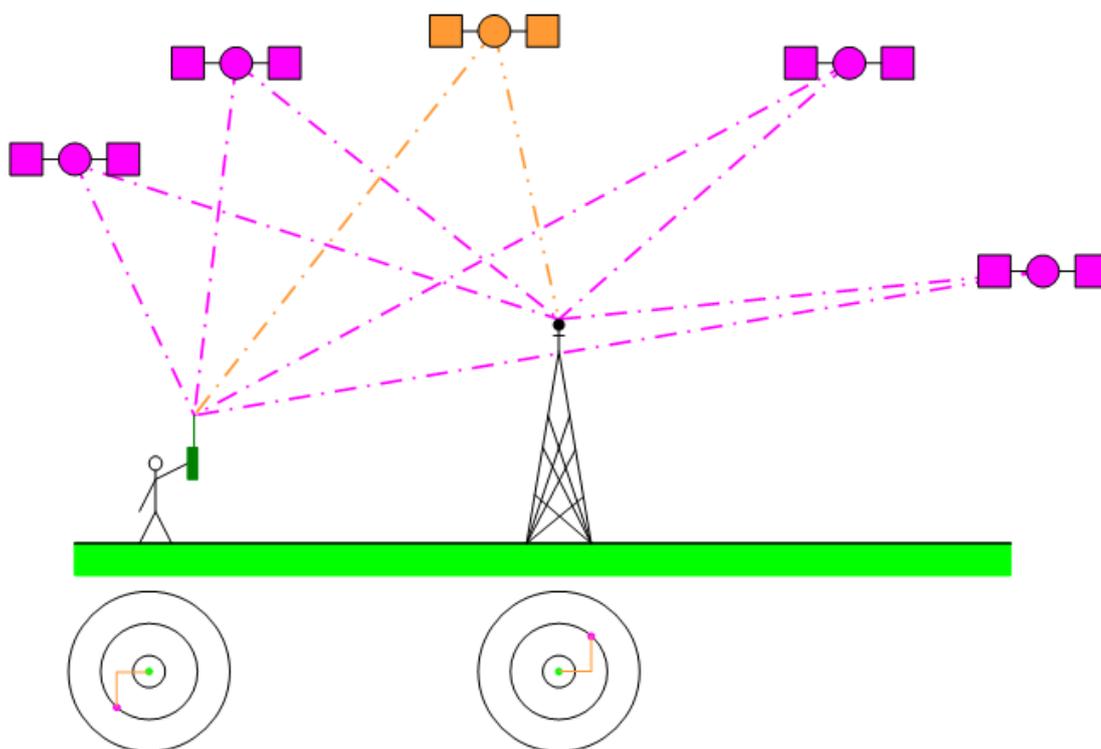


Рисунок 9 – Диаграмма принципа работы спутниковой системы дифференциальных поправок

Применительно к проектируемой системе возможна установка GPS приемника на базовой станции для корректировки определения местоположения робота, на который предполагается устанавливать разрабатываемое устройство. Но здесь есть существенный недостаток, системы дифференциальных поправок эффективно работает только в радиусе 500 километров от объекта слежения. То есть для более точного определения местоположения задача объекта слежения должна находиться в «зоне видимости» базовой станции. Таким образом системы дифференциальной навигации обеспечивают точность координат со среднеквадратической ошибкой  $\sim 0,5$  м в области, охватываемой сетью.

## 1.6 Разработка алгоритма работы для проектируемого устройства

Для разработки алгоритма работы для трекера необходимо определить задачи, которые должна решать система.

GPS модуль получает данные о местоположении. Команды на устройство подаются с помощью сотового телефона, сигнал поступает на GSM приемник по средствам GSM сигнала, а с него на микроконтроллер, МК включает GPS приемник. После данные с GPS передаются на МК, там обрабатываются и пакет данных отправляется SMS сообщением через GSM передатчик.

Команды:

1. Locate – местоположение (координаты).
2. Off – GPS модуль отключается.
3. On – GPS модуль включается.

В начале своей работы (как только получены все данные) устройство должно отправить данные о себе через SMS сообщение пользователю. Далее устройство работает в режиме прослушки команд.

Микроконтроллеру необходимо принять данные с GPS модуля, затем при поступлении на GSM модуль SMS номер записывается, команда обрабатывается и запрошенная информация отправляется обратно на этот номер. Блок схема в приложении А.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8E21	Попов Владимир Владимирович

<b>Институт</b>	Институт кибернетики	<b>Кафедра</b>	ИКСУ
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.06 Мехатроника и робототехника

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос, наблюдение.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Проведение предпроектного анализ: оценка потенциальных потребителей, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения НИИ.</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Определение структуры и трудоёмкости работ в рамках НИИ, разработка графика проведения НИИ, планирование бюджета НИИ.</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Расчёт интегрального показателя финансовой эффективности, интегрального финансового показателя, интегрального показателя ресурсоэффективности для всех видов исполнения НИИ.</i>

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i></li> <li>2. <i>Матрица SWOT</i></li> <li>3. <i>Альтернативы проведения НИИ</i></li> <li>4. <i>График проведения и бюджет НИИ</i></li> <li>5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ</i></li> </ol>	
---	--

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ст. преподаватель каф. МЕН	Хаперская Алена Васильевна			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8E21	Попов Владимир Владимирович		

## 2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

### Потенциальные потребители результатов исследования

Данная разработка будет интересна разработчикам в области робототехники, чьи роботы находятся в незнакомом пространстве, имеющим препятствия. Сегментируем рынок роботов по следующим критериям: задача роботов. Карта сегментирования представлена в таблице 3.

Таблица 3 Карта сегментирования по разработке системы GPS трекинга автономного робота

Параметр		Тип роботов			
		Промышленный	Медицинский	Бытовой	Боевой
<i>Задача</i>	Транспортирование				
	Искусственный интеллект				
	Выполнений мелких задач				

В приведенном примере карты сегментирования показано, какие задачи для роботов являются самыми актуальными. Из таблицы видно, что основным сегментом является задача транспортирования. Следовательно, наиболее перспективным сегментом являются разработки по перемещению робота.

Результат сегментирования:

- определен основной сегмент задач роботов;

- выбран сегмент, на который необходимо ориентироваться.

## 2.2 Анализ конкурентных технических решений

Проведем анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения с помощью оценочной карты, которая приведена в таблицы 4.

Таблица 4 Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто-		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,02	3	4	4	0,06	0,08	0,08
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,04	4	3	3	0,16	0,12	0,12
3. Помехоустойчивость	0,13	5	5	4	0,65	0,65	0,52
4. Энергоэкономичность	0,11	5	3	4	0,55	0,33	0,44
5. Надежность	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5
6. Уровень шума	0,04	5	4	4	0,2	0,16	0,16
7. Безопасность	0,03	3	3	4	0,09	0,09	0,12
8. Потребность в ресурсах памяти	0,06	5	5	4	0,3	0,3	0,24

9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,06	4	4	3	0,24	0,24	0,18
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность продукта	0,06	4	3	4	0,24	0,18	0,24
2. Уровень проникновения на рынок	0,07	3	5	4	0,21	0,35	0,28
3. Цена	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,08	5	4	3	0,4	0,32	0,24
5. Послепродажное обслуживание	0,03	5	4	3	0,15	0,12	0,09
6. Финансирование научной разработки	0,03	4	3	3	0,12	0,09	0,09
7. Срок выхода на рынок	0,04	4	4	4	0,16	0,16	0,16
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>Суммарная оценка</b>			<b>4,33</b>	<b>4,09</b>	<b>3,76</b>

$B_{\phi}$  – система объезда препятствий автономного робота.  $B_{к1}$  – система парковки Volvo (Швеция).  $B_{к2}$  – система объезда препятствий автомобиля Ford (США).

Анализ конкурентных технических решений рассчитаем по формуле 1:

$$K = \sum B_i \cdot B_j, (1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Преимущество перед конкурентами: программный продукт удобен в эксплуатации, адаптирован к двум предметным областям.

Коэффициент конкурентоспособности предприятия:

$$k_{\text{кс}} = \frac{K_{\phi}}{K_{\text{к1}}} = \frac{\left(\frac{4,33}{4,09} + \frac{4,33}{3,76}\right)}{2} = 1,105.$$

$k_{\text{кс}} > 1$ , следовательно, предприятие конкурентоспособно.

### **2.3      Технология QuaD**

Для гибкого измерения характеристик, которые описывают качество новой разработки и ее перспективность на рынке, воспользуемся технологией QualityADvisor. В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценим экспертным путем по сто бальной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений по технологии QuaD представлена в таблице 5.

Таблица 5 Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1. Энергоэффективность	0,12	90	100	0,9	0,108
2. Помехоустойчивость	0,1	80	100	0,8	0,08
3. Надежность	0,06	50	100	0,5	0,03
4. Уровень шума	0,05	70	100	0,7	0,035
5. Безопасность	0,04	40	100	0,4	0,016
6. Эргономичность (удобство эксплуатации)	0,04	45	100	0,45	0,018
7. Простота эксплуатации	0,05	50	100	0,5	0,025
8. Качество интеллектуального интерфейса	0,04	45	100	0,45	0,018
9. Ремонтопригодность	0,06	50	100	0,5	0,03
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
10. Конкурентоспособность продукта	0,04	60	100	0,6	0,024
11. Уровень проникновения на рынок	0,06	60	100	0,6	0,036

12. Перспективность рынка	0,07	65	100	0,65	0,0455
13. Цена	0,09	65	100	0,65	0,0585
14. Послепродажное обслуживание	0,06	50	100	0,5	0,03
15. Финансовая эффективность научной разработки	0,07	60	100	0,6	0,042
16. Срок выхода на рынок	0,05	35	100	0,35	0,0175
<b>Итого</b>	<b>1</b>				<b>0,614</b>

Средневзвешенное значение показателя качества и перспективности рассчитаем по формуле 2:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i, \quad (2)$$

где  $B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

В результате расчета получили значение  $P_{cp} = 61,4\%$ , следовательно, перспективность разработки выше среднего.

## 2.4 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, проведем SWOT-анализ, который состоит из определения сильных, слабых сторон проекта, его возможностей и угроз (таблица 6).

Таблица 6 SWOT-анализ

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Универсальность системы.</p> <p>С2. Наличие технического задания.</p> <p>С3. Компактность.</p> <p>С4. Низкая стоимость.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Специфичность разработки</p> <p>Сл2. Отсутствие прототипа</p> <p>Сл3. Сложность реализации</p> <p>Сл4. Отсутствие опыта работы персонала в данной области.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Развитие робототехники</p> <p>В2. Развитие системы на базе НИ ТПУ</p> <p>В3. Появление новых, более совершенных технологий.</p> <p>В4. Выпуск специалистов в данной отрасли</p>	<p>В1С1С3С4;</p> <p>В2С4;</p> <p>В3С3С4;</p> <p>В4С1С3С4.</p>	<p>В1Сл1Сл2Сл3;</p> <p>В2Сл2Сл4;</p> <p>В3Сл1Сл2Сл3;</p> <p>В4Сл4.</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Низкая развитость робототехники в России</p> <p>У2. Более совершенные аналоги конкурентов</p> <p>У3. Дополнительные государственные требования к системе</p> <p>У4. Не заинтересованность в разработке</p>	<p>У1С1С3С4;</p> <p>У2С1С2;</p> <p>У3С1С2С3С4;</p> <p>У4С1.</p>	<p>У1Сл2Сл3;</p> <p>У2Сл1Сл2Сл3;</p> <p>У3Сл2Сл3;</p> <p>У4Сл1Сл2Сл3.</p>

Для более четкого понимания взаимосвязей в таблице SWOT-анализ реализуем интерактивные матрицы проектов (таблица 7-10).

Таблица 7 Интерактивная матрица сильных сторон и возможностей проекта

		C1	C2	C3	C4
Возможности проекта	B1	+	-	+	+
	B2	-	-	-	+
	B3	-	-	+	+
	B4	+	0	+	+

Таблица 8 Интерактивная матрица слабых сторон и возможностей проекта

		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
Возможности проекта	B1	+	+	+	-
	B2	-	+	-	+
	B3	+	+	+	-
	B4	-	-	-	+

Таблица 9 Интерактивная матрица сильных сторон и угроз проекта

		C1	C2	C3	C4
Угрозы проекта	У1	+	-	+	+
	У2	+	+	-	-
	У3	+	+	+	+

	У4	+	0	-	-
--	----	---	---	---	---

Таблица 10 Интерактивная матрица слабых сторон и угроз проекта

Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	0	+	+	-
	У2	+	+	+	-
	У3	0	+	+	0
	У4	+	+	-	+

## 2.5 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Для определения возможных альтернатив при проведении научного исследования воспользуемся морфологическим методом. Составим морфологическую матрицу для определения морфологических характеристик объекта исследования (таблица 11).

Таблица 11 Морфологическая матрица для системы управления рисками

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
А. Двигатель	ДПТ	Двигатель внутреннего сгорания	Асинхронный двигатель	Вентилятор	без двигателя
Б. Движитель	колесо	шнек	гусеница	Воздушная подушка	без движителя

В. Тип колес	Стандартное	Поворотное колесо	Шведское колесо	Подушка	Ломающаяся рама
Г. Датчики	Датчик расстояния	энкодер	датчик скорости	лидар	без датчиков
Д. Передача данных	GPRS пакет	SMS сообщение	MMS сообщение	Радиочастота	Не передавать данные
Е. Запуск	Дистанционно с пульта	кнопка	SMS сообщением		
Ж. Поверхность передвижения	Земля	Болото	Асфальт	Песок	Лед
З. Погодные условия	Ясно	Снег	Дождь	Ветер	Пасмурно

#### 4. Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений.

- 1) А1Б3В1Г(123)Д2Е1Ж131 – используется двигатель постоянного тока, приводящий в движение колесо стандартного типа. Робот обнаруживает препятствия с помощью ультразвукового датчика расстояния. Передача данных осуществляется по средствам SMS сообщений. Запуск осуществляется непосредственно с дистанционного пульта управления. Передвигается по земле в ясную погоду.
- 2) А2Б3В2Г(234)Д1Е3Ж235 – используется двигатель внутреннего сгорания, приводящий в движение гусеницы. Обнаружение препятствий осуществляется с помощью лидара. Передача данных о работе производится по средствам GPRS пакета. Запуск производится с помощью SMS сообщения. Передвигаться может по болоту в пасмурную погоду.
- 3) А4Б4В4Г34Д2Е3Ж532 – используется вентилятор, который привод в движение конструкцию на воздушной подушке. Обнаружение препятствий производится с помощью лидара. Передача данных осуществляется по средствам SMS сообщений.

## 2.6 Планирование научно-исследовательских работ Структура работ в рамках научного исследования

Группа участников состоит из студента и руководителя. Для выполнения научного исследования сформирован ряд работ, назначены должности исполнителя для каждого этапа работы (таблица 12).

Таблица 12 Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Проведение патентных исследований	Студент
	4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент
	5	Календарное планирование работ по теме	Студент
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент
	7	Составление моделей и расчетов системы	Студент
	8	Сопоставление теоретических и практических значений	Студент
	9	Перерасчет модели и расчетов, на основе предыдущего пункта	Руководитель, Студент
	10	Утверждение модели и теоретических обоснований	Руководитель
Обобщение и оценка результатов	11	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, Студент
	12	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель
<i>Проведение ОКР</i>			
Разработка технической документации и проектирование	13	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Студент
	14	Выбор и расчет конструкции	Студент
	15	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	Руководитель, Студент
	16	Оформление заявки на получение финансирования проекта	Руководитель, Студент
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	17	Закупка необходимого оборудования и материалов	Студент
	18	Конструирование и изготовление макета	Студент

		(опытного образца)	
	19	Лабораторные испытания макета	Руководитель, Студент
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	20	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студент
	21	Оформление патента	Руководитель, Студент

## 2.6.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения трудоемкости работ будем использовать такие показатели как ожидаемое значение трудоемкости, продолжительность каждой работы, продолжительность выполнения  $i$  – ой работы в календарных днях, коэффициент календарности.

Для расчета ожидаемого значения продолжительности работ  $t_{ож}$  применяется следующая формула 3:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (3)$$

где  $t_{min}$  – минимальная трудоемкость  $i$ -ой работы, чел/дн.;

$t_{max}$  – максимальная трудоемкость  $i$ -ой работы, чел/дн.

Из расчета ожидаемой трудоемкости работ, определим продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями (формула 4).

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (4)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для построения диаграммы Ганта, переведем длительность каждого из этапов работ в календарные дни (формула 5).

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (5)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле 6:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (6)$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Коэффициент календарности:  $K_{\text{кал}} = 365 / (365 - 120) = 1,47$ .

Расчеты по трудоемкости выполнения работ приведены в таблице 13.

Таблица 13 Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Исполнители		Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$		Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$	
	$t_{\text{min}}$ , чел-дни		$t_{\text{max}}$ , чел-дни		$t_{\text{ожид}}$ , чел-дни							
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
Составление и утверждение технического задания	20	15	25	30	22	21	2	2	11	10,5	16,3	15,5
Подбор и изучение материалов по теме	7	7	9	9	7,8	7,8	1	1	7,8	7,8	11,54	11,54
Проведение патентных исследований	4	6	5	7	4,4	6,4	1	1	4,4	6,4	6,51	9,47



Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	5,9	5,9
Оформление патента	17	17	25	20	20,2	18,2	2	2	10,1	9,1	14,95	13,47
Итого	139	147	196	209	161,8	171,8	29	29	128,5	139	190,2	205,7

### 2.6.3 Разработка графика проведения научного исследования

По данным из таблицы 14 «Временные показатели проведения научного исследования» создадим диаграмму Ганта, которая строилась при максимальном количестве дней при каждом процессе. Данная диаграмма представлена в табл. 14.

Этап проекта	Начало	Длительность
Составление и утверждение технического задания	10.10.2015	30
Подбор и изучение материалов по теме	09.11.2015	9
Проведение патентных исследований	18.11.2015	7
Выбор направления исследований	25.11.2015	5
Календарное планирование работ по теме	30.11.2015	7
Проведение теоретических расчетов и обоснований	07.12.2015	7
Составление моделей и расчетов системы	14.12.2015	9
Сопоставление теоретических и практических значений	23.12.2015	7
Перерасчет модели и расчетов, на основе предыдущего пункта	30.12.2015	4
Утверждение модели и теоретических обоснований	03.01.2016	2
Оценка эффективности полученных результатов	05.01.2016	3
Определение целесообразности проведения ОКР	08.01.2016	2
Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	10.01.2016	6

Выбор и расчет конструкции	16.01.2016		7
Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	23.01.2016		4
Оформление заявки на получение финансирования проекта	27.01.2016		12
Закупка необходимого оборудования и материалов	08.02.2016		45
Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	24.03.2016		14
Лабораторные испытания макета	07.04.2016		5
Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	12.04.2016		4
Оформление патента	16.04.2016		20
Всего			209

Табл. 14 Данные к диаграмме Ганта

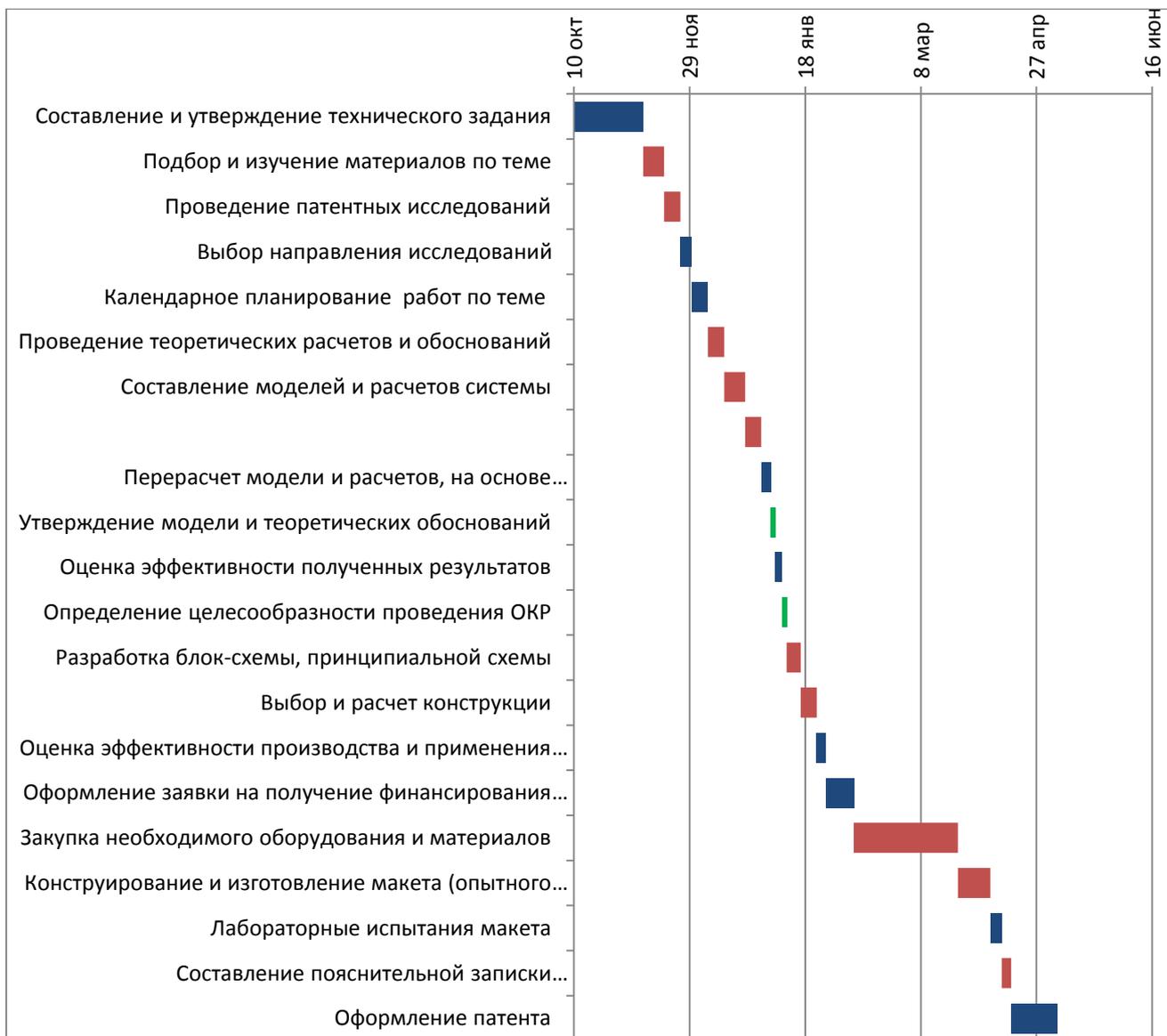


Рис. 1 Диаграмма Ганта

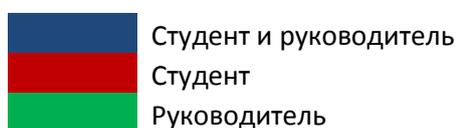


Рис. 10 Легенда к таблице

### 2.6.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Бюджет научно-технического исследования должен быть основан на достоверном отображении всех видов расходов, связанных выполнением

проекта. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

#### 2.6.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Для вычисления материальных затрат воспользуемся следующей формулой 7:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} , \quad (7)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов;

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов;

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для разработки данного научного проекта необходимы следующие материальные ресурсы: GPS модуль EB-500, GSM модуль QUECTEL M66, ультразвуковой дальномер HC-SR04, аккумулятор DC-168, корпус, контроллер, сотовый телефон, ноутбук, мышь, ноутбук (таблица 14).

Таблица 14 Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб.		Затраты на материалы, (Z <sub>м</sub> ), руб.	
		Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2

	<b>я</b>						
GPS модуль EB-500	Шт.	1	1	613,65	613,65	613,65	613,65
GSM модуль QUECTEL M66		1	1	749,00	749,00	749,00	749,00
Аккумулятор DC-168		1	1	856,67	856,67	856,67	856,67
Корпус		1	1	150,00	350,00	150,00	350,00
Контроллер		1	1	5000,00	5000,00	5000,00	5000,00
Сотовый телефон		1	1	1100,00	2100,00	1100,00	2100,00
Ноутбук		1	1	14999,00	14999,00	14999,00	14999,00
Мышь		1	1	349,00	1249,00	349,00	1249,00
<b>Итого:</b>						<b>25667,32</b>	<b>27767,32</b>

#### 2.6.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату (формула 8):

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (8)$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{\text{осн}}$ ).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле 9:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (9)$$

где  $Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

при отпуске в 72 раб. дней  $M = 9,6$ .

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 15).

Таблица 15 Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365

Количество нерабочих дней	120	120
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	50	70
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	195	175

Месячный должностной оклад работника (формула 10):

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (10)$$

где  $Z_{tc}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{tc}$ );

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20% от  $Z_{tc}$ );

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 16.

Таблица 16 Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{tc}$ , руб.	$k_p$	$Z_m$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.		$Z_{осн}$ , руб.	
					Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
Руководитель	1500,00	1,3	3120,00	104,00	87,00	75,00	9048,00	7800,00
Студент	1000,00	1,3	2080,00	69,30	205,00	191,00	14213,30	13242,70
Итого:							23261,30	21042,70

### 2.6.4.3 Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата включает заработную плату за не отработанное рабочее время, но гарантированную действующим законодательством.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле 11:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (11)$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

$k_{\text{доп}}$  равен 0,12. Результаты по расчетам дополнительной заработной платы сведены в таблицу 17.

Таблица 17 Затраты на дополнительную заработную плату

Исполнители	Основная зарплата( руб.)		Коэффициент дополнительной заработной платы ( $k_{\text{доп}}$ )	Дополнительная зарплата( руб.)	
	Исп.1	Исп.2		Исп.1	Исп.2
Руководитель	9048,00	7800,00	0,12	1085,76	936,00
Студент 1	14213,30	13242,70	0,12	1705,60	1589,12
<b>Итого:</b>				<b>2791,36</b>	<b>2525,12</b>

#### 2.6.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы 12:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (12)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2015 г., в соответствии с Федеральным законом, от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2015 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 18.

Таблица 18 Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.		Дополнительная заработная плата, руб.	
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
Руководитель проекта	9048,00	7800,00	1085,76	936,00
Студент 1	14213,30	13242,70	1705,60	1589,12
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	27,1%			
<b>Итого</b>				
<b>Исполнение 1</b>	<b>7060,28</b>			
<b>Исполнение 2</b>	<b>6386,87</b>			

По таблице видно, что на исполнение 1 потратиться 7060,28, а на исполнение 2 – 6386,87 руб.

#### 2.6.4.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов, оплата услуг связи, электроэнергии и т.д. Их величина определяется по формуле 13:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (13)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величина коэффициента накладных расходов равна 16%.

Исполнение 1:  $38547,12 \cdot 0,16 = 6167,53$  руб.

Исполнение 2:  $47253,57 \cdot 0,16 = 7560,57$  руб.

#### 2.6.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 19.

Таблица 19 Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	
	Исп.1	Исп.2
1. Материальные затраты НТИ	25667,32	27767,32
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	23261,30	21042,70
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	2791,36	2525,12
4. Отчисления во внебюджетные фонды	7060,28	6386,87
5. Накладные расходы	6167,53	7560,57
<b>Бюджет затрат НТИ</b>	<b>64947,79</b>	<b>65282,58</b>

В результате полученных данных в пунктах 3.4.1 – 3.4.6, был рассчитан бюджет затрат научно-исследовательской работы для двух исполнителей. Наиболее низким по себестоимости оказался проект второго исполнителя, затраты на его полную реализацию составляют 62839,54 рублей.

## **2.7 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования**

Для определения интегрального показателя эффективности научного исследования необходимы показатели финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как (формула 14):

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (14)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\max}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Рассчитаем интегральный финансовый показатель:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{64947,79}{65282,58} = 0.995;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{65282,58}{65282,58} = 1.$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом (формула 15):

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (15)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – балльная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (таблица 20).

Таблица 20 Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

<b>Объект исследования</b> <b>Критерии</b>	<b>Весовой коэффициент параметра</b>	<b>Исп.1</b>	<b>Исп.2</b>
1. Повышение производительности труда пользователя	0,15	4	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	5	4
3. Помехоустойчивость	0,3	4	5
4. Энергосбережение	0,25	4	4
5. Надежность	0,1	5	4

6. Материалоемкость	0,1	5	4
<b>Итого:</b>	<b>1</b>	<b>4,50</b>	<b>4,30</b>

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{исп.i}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле 16:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}}, I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}}, \quad (16)$$

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-сип.1}}{I_{финр}} = \frac{4,5}{0,995} = 4,52;$$

$$I_{исп.2} = \frac{I_{p-сип.2}}{I_{финр}} = \frac{4,30}{1} = 4,3$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволяет определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{cp}$ , формула 17):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}, \quad (17)$$

Сравнительная эффективность разработки, представлена в таблице 21.

Таблица 21 Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,93
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	4,30
3	Интегральный показатель эффективности	4,52	4,3
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,05	0,95

В результате проведения исследования по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» определили показатели затрат для научно-исследовательской работы. Бюджет затрат НИИ исполнения 1 равен 64947,79 рублей , для исполнения 2 65282,87 рублей. Отсюда вывод, что наименее затратным является исполнитель номер один. Так же была произведена оценка эффективности каждого исполнителя и исходя из этой оценки самым эффективным является исполнитель 1.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8E21	Попову Владимиру Владимировичу

<b>Институт</b>	<b>Кибернетики</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Оптимизации систем управления</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Мехатроника и робототехника

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	1. Объект исследования – разработка GPS устройства для определения местоположения робота
--	--

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<b>1. Производственная безопасность</b>	<p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– повышенный уровень электромагнитных излучений;</li> <li>– повышенная или пониженная влажность воздуха;</li> <li>– повышенная или пониженная температура воздуха;</li> <li>– повышенный уровень шума;</li> <li>– недостаточная освещенность рабочего места;</li> <li>– эмоциональные перегрузки;</li> <li>– умственное перенапряжение;</li> <li>– монотонность труда.</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– опасность поражения электрическим током.</li> </ul>
<b>2. Экологическая безопасность</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, связанные с утилизацией вышедшего из строя ПК, люминесцентных ламп и др.);</li> <li>– разработка решению по обеспечению экологической безопасности.</li> </ul>
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Наиболее возможными ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения</li> </ul>

	<p>является пожар, поражение электрическим током, обрушение здания;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– наиболее типичной ЧС является пожар;</li> </ul>
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные правовые нормы трудового законодательства при работе с компьютером и орг. техникой;</li> <li>– требования к организации рабочих мест пользователей.</li> </ul>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ	Мезенцева Ирина Леонидовна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8E21	Попов Владимир Владимирович		

### 3 Производственная безопасность

Опасные и вредные производственные факторы подразделяются на 4 группы по оказываемому влиянию на человека: физические, химические, биологические и психофизиологические. Так как на состояние программистов химические и биологические факторы не оказывают существенного влияния, то основное внимание будет уделено физическим и психофизиологическим факторам.

Для представления всех вредных и опасных факторов необходимо классифицировать их в соответствии с нормативными документами.

Таблица 22. Классификация вредных и опасных факторов

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
Работа с компьютером и орг. техникой	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышенная или пониженная влажность воздуха</li> <li>2. Повышенная (пониженная) температура воздуха</li> <li>3. Повышенный уровень шума</li> <li>4. Повышенный уровень электромагнитных излучений</li> <li>5. Недостаточная освещенность рабочего места</li> <li>6. Эмоциональные перегрузки</li> <li>7. Умственное перенапряжение</li> <li>8. Монотонность труда</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опасность поражения электрическим током</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ГОСТ 12.0.003-74</li> <li>2. СанПиН 2.2.4.548-96</li> <li>3. ГОСТ 12.1.006-84</li> <li>4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03</li> <li>5. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03</li> <li>6. СНиП 2.04.05-91</li> </ol>

### 3.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения

#### 3.1.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении

Микроклимат производственных (рабочих) помещений – климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также интенсивности теплового излучения от нагретых поверхностей. Некомфортный микроклимат помещений может вызывать быстрое наступление усталости и ряд болезней – дистрофические изменения миокарда, артериальную гипертензию, гипотензию, астенический синдром и др. Также снижается иммунологическая реактивность организма, что ведет к частым заболеваниям ангиной, бронхитом, миозитом, невралгиями.

Мероприятия по доведению микроклиматических показателей до нормативных значений включаются в комплексные планы предприятий по охране труда. Для создания благоприятных условий работы, соответствующих физиологическим потребностям человеческого организма, санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения [9] (таблицы 23-24). Выполняемая работа относится к категории легкая (1б).

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	21 - 23	20 – 24	40-60	0,1
Теплый	23-25	22-26	40-60	0,1

Таблица 13. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более

Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	19,0 - 20,9	23,1 - 24,0	18,0 - 25,0	15 - 75	0,1	0,2
Теплый	20,0 - 21,9	24,1 - 28,0	19,0 - 29,0	15 - 75	0,1	0,3

В данном случае температура воздуха и температура поверхностей составляют 22<sup>0</sup>С и 23<sup>0</sup>С при относительной влажности 50% в холодный период года; 24<sup>0</sup>С и 25<sup>0</sup>С при относительной влажности воздуха 54% в теплый период года, что соответствует нормам [10].

### 3.1.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещение – получение, распределение и использование световой энергии для обеспечения благоприятных условий видения предметов и объектов. Оно влияет на настроение и общее самочувствие, определяет эффективность труда. Нерационально организованное освещение может явиться причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие источники света и блики от них, резкие тени и пульсации освещенности ухудшают видимость и могут вызвать неадекватное восприятие наблюдаемого объекта.[11]

В компьютерных залах должно быть естественное и искусственное освещение. Естественное освещение обеспечивается за счет оконных проемов, коэффициент искусственного освещения (КОЕ) которых должен быть не менее 1,2% в местах, где имеется снежный покров и не менее 1,5% на остальной территории. Свет из окна должен быть с левой стороны от пользователя.

Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 указаны в таблице [9].

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение						
		КЕО е н, %		КЕО е н, %		Освещенность, лк			Показатель дискомфорта, М, не более	Коэффициент пульсации освещенности, К <sub>п</sub> , %, не более		
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При комбинированном освещении		При общем освещении				
1	2	3	4	5	6	всего	от общего		7	8	9	10
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы	Г – 0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	400	200	300	40	15		
Помещения для раб. с дисплеями и видеотерминалами	Г – 0,8 Экран монитора: В – 1,2	3,5 -	1,2 -	2,1 -	0,7 -	500 -	300 -	400 200	15 -	10		

Для искусственного освещения помещений с персональными компьютерами следует применять светильники типа ЛПО36. Допускается применять светильники прямого света, преимущественно отраженного света типа ЛПО13, ЛПО5, ЛСО4, ЛПО34, ЛПО31 с люминесцентными лампами типа ЛБ. Допускается применение светильников местного освещения с лампами накаливания. Светильники должны располагаться линиями (прямыми или прерывающимися) так, чтобы при разном положении машин они были параллельно линии зрения пользователя. Защитный угол светильников должен быть не менее 40 градусов.

Чтобы поддерживать освещение в помещении по всем соответствующим нормам, необходимо хотя бы два раза в год стекла и светильники, а так же по мере необходимости заменять перегоревшие лампы.

В утреннее и вечернее время вводится общее искусственное освещение. Основными источниками искусственного освещения являются лампы белого и дневного света ЛБ-20 и ЛД-20.

### **3.1.3 Повышенный уровень шума на рабочем месте**

Шум – это совокупность различных звуков, возникающих в процессе производства и неблагоприятно воздействующих на организм [11].

Шум может привести к нарушениям слуха (в случае постоянного нахождения при шуме более 85 децибел), может являться фактором стресса и повысить систолическое кровяное давление.

Дополнительно, он может способствовать несчастным случаям, маскируя предупреждающие сигналы и мешая сконцентрироваться.

Для рассматриваемого помещения основными источниками шума являются персональные компьютеры, кондиционер и вытяжные вентиляторы на окнах. Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для различных категорий рабочих мест служебных помещений, является ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности». [12]

Помещения, в которых для работы используются ПК не должны граничить с помещениями, в которых уровни шума превышают нормируемые значения.

В помещениях, оборудованных ПК, которые являются основным источником шума при выполнении данных видов работ, уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА. [12]

### **3.1.4 Превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений**

При работе с персональным компьютером (ПК) человек подвергает воздействию ряда вредных факторов: электромагнитного и электростатического полей.

Электромагнитное излучение, создаваемое персональным компьютером, имеет сложный спектральный состав в диапазоне частот от 0 Гц до 1000 МГц, а также электрическую (E) и магнитную (H) составляющие [11].

Основным источником электромагнитных излучений от мониторов ПЭВМ (ПК) является трансформатор высокой частоты строчной развертки. На сегодняшний день ЭЛТ-мониторы практически повсюду заменены на ЖК-мониторы, электромагнитное излучение от которых в разы меньше, чем от ЭЛТ-мониторов.

В соответствии с СанПиН 2.2.4.1191-03 [13] нормы допустимых уровней напряженности электрических полей зависят от времени пребывания человека в контролируемой зоне. Время допустимого пребывания в рабочей зоне в часах составляет  $T=50/E-2$ . Работа в условиях облучения электрическим полем с напряженностью 20–25 кВ/м продолжается не более 10 минут. При напряженности не выше 5 кВ/м присутствие людей в рабочей зоне разрешается в течение 8 часов.

Безопасные уровни излучений также регламентируются нормами Госкомсанэпиднадзора «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» (СанПиН 2.2.4.1340-03). [9]

В таблицах ниже представлены предельно-допустимые уровни напряженности на рабочих местах и допустимые уровни электромагнитных полей [13].

Время воздействия за рабочий день, мин	Условия воздействия			
	Общее		локальное	
	ПДУ напряженности кА/м	ПДУ магнитной индукции мТл	ПДУ напряженности кА/м	ПДУ магнитной индукции мТл
0 - 10	24	30	40	50
11 - 60	16	20	24	30
61 - 480	8	10	12	15

Таблица 25. Предельно-допустимые уровни напряженности на рабочих местах

Наименование параметра	
Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг дисплея до электрической составляющей, В/м, не более: в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц в диапазоне частот 2 – 400 кГц	25 2,5
Плотность магнитного потока на расстоянии 50 см вокруг дисплея, нТл, не более: в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц в диапазоне частот 2 – 400 кГц	250 25
Поверхностный электростатический потенциал, В, не более	500

Таблица 26. Допустимые уровни электромагнитных полей согласно СанПиН 2.2.4.1340-03 [1]

Мероприятия по снижению излучений включают:

- сертификацию ПЭВМ и аттестацию рабочих мест;
- применение экранов и фильтров;
- организационно-технические мероприятия;
- применение средств индивидуальной защиты путем экранирования пользователя ПЭВМ целиком или отдельных зон его тела;
- использование и применение профилактических напитков;
- использование иных технических средств защиты от патогенных излучений.

## **3.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения**

### **3.2.1 Электробезопасность**

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного для жизни воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества [14].

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

Помещение, где расположены персональные вычислительные машины, относится к помещениям без повышенной опасности [15], так как отсутствуют следующие факторы:

- сырость;
- токопроводящая пыль;
- токопроводящие полы;
- высокая температура;
- возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землёй металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам и механизмам и металлическим корпусам электрооборудования.

К мероприятиям по предотвращению возможности поражения электрическим током следует отнести [15]:

- при производстве монтажных работ необходимо использовать только исправный инструмент, аттестованный службой КИПиА;
- с целью защиты от поражения электрическим током, возникающим между корпусом приборов и инструментом при пробое сетевого напряжения на корпус, корпуса приборов и инструментов должны быть заземлены;
- при включенном сетевом напряжении работы на задней панели должны быть запрещены;

- все работы по устранению неисправностей должен производить квалифицированный персонал;

- необходимо постоянно следить за исправностью электропроводки.

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

Токи статического электричества, наведенные в процессе работы компьютера на корпусах монитора, системного блока и клавиатуры, могут приводить к разрядам при прикосновении к этим элементам. Такие разряды опасности для человека не представляют, но могут привести к выходу из строя компьютера. Для снижения величин токов статического электричества используются нейтрализаторы, местное и общее увлажнение воздуха, использование покрытия полов с антистатической пропиткой [11].

### **3.3 Экологическая безопасность**

Охрана окружающей среды сводится к устранению отходов бытового мусора и отходам жизнедеятельности человека. В случае выхода из строя ПК, они списываются и отправляются на специальный склад, который при необходимости принимает меры по утилизации списанной техники и комплектующих [16].

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

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

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

### **3.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

В данном случае на объекте (офис) могут возникать чрезвычайные ситуации (ЧС) следующего характера:

- техногенные;
- экологические;
- природные.

Наиболее типичной ЧС для помещения, котором производится выполнение ВКР, является пожар. Данная ЧС может произойти в случае замыкания электропроводки оборудования, обрыву проводов, не соблюдению мер пожаробезопасности и т.д.

Пожарная безопасность – комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий для успешного тушения пожара.

Рабочее помещение, в котором производится работа по выполнению ВКР по пожарной и взрывной опасности относят к категории В.

К противопожарным мероприятиям в помещении относят следующие мероприятия:

1) помещение должно быть оборудовано: средствами тушения пожара (огнетушителями, ящиком с песком, стендом с противопожарным инвентарем); средствами связи; должна быть исправна электрическая проводка осветительных приборов и электрооборудования.

2) каждый сотрудник должен знать место нахождения средств пожаротушения и средств связи; помнить номера телефонов для сообщения о пожаре; уметь пользоваться средствами пожаротушения.

Помещение обеспечено средствами пожаротушения в соответствии с нормами:

1) пенный огнетушитель ОП-10 – 1 шт.

2) углекислотный огнетушитель ОУ-5 – 1 шт.

Помещение и этаж оборудованы следующими средствами оповещения:

- световая индикация в коридорах этажа;
- звуковая индикация в виде громкоговорителя;
- пассивными датчиками задымленности.

Для того чтобы избежать возникновения пожара необходимо проводить профилактические работы:

- периодическая проверка проводки;
- отключение оборудования при покидании рабочего места;
- проведение инструктажа работников о пожаробезопасности.

Чтобы увеличить устойчивость офисного помещения к ЧС необходимо устанавливать системы противопожарной сигнализации, реагирующие на дым и другие продукты горения, установка огнетушителей, обеспечить офис и проинструктировать рабочих о плане эвакуации из офиса, а также назначить ответственных за эти мероприятия. В ходе осмотра офисного помещения были выявлены системы, сигнализирующие о наличие пожара или задымленности помещения и наличие огнетушителей.

В случае возникновения ЧС как пожар, необходимо предпринять меры по эвакуации персонала из офисного помещения в соответствии с планом эвакуации. При отсутствии прямых угроз здоровью и жизни произвести попытку тушения возникшего возгорания огнетушителем. В случае потери контроля над пожаром, необходимо эвакуироваться вслед за сотрудниками по плану эвакуации и ждать приезда специалистов, пожарников. При возникновении пожара должна сработать система пожаротушения, издав предупредительные сигналы, и передав на пункт пожарной станции сигнал о ЧС, в случае если система не сработала, по каким-либо причинам, необходимо самостоятельно произвести вызов пожарной службы по телефону 101, сообщить место возникновения ЧС и ожидать приезда специалистов.

### **3.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Требования к организации рабочих мест пользователей:

- Рабочее место должно быть организовано с учетом эргономических требований согласно ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» и ГОСТ 12.2.061-81 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам»;

- Конструкция рабочей мебели (рабочий стол, кресло, подставка для ног) должна обеспечивать возможность индивидуальной регулировки соответственно росту пользователя и создавать удобную позу для работы. Вокруг ПК должно быть обеспечено свободное пространство не менее 60-120см;

- На уровне экрана должен быть установлен оригинал-держатель.

В соответствии с государственными стандартами и правовыми нормами обеспечения безопасности предусмотрена рациональная организация труда в течение смены, которая предусматривает:

- длительность рабочей смены не более 8 часов;

- установление двух регламентируемых перерывов (не менее 20 минут после 1-2 часов работы, не менее 30 минут после 2 часов работы);
- обеденный перерыв не менее 40 минут.

Обязательно предусмотрен предварительный медосмотр при приеме на работу и периодические медосмотры.

Каждый сотрудник должен пройти инструктаж по технике безопасности перед приемом на работу и в дальнейшем, должен быть пройден инструктаж по электробезопасности и охране труда.

### **Заключение**

В ходе выполнения данной работы были рассмотрены основные модули и методы, используемые для определения местоположения объекта. Спроектирована структурная, функциональная, принципиальная схемы. Осуществлен выбор GPS, GSM модулей и контроллера для обработки информации с них. Разработан алгоритм для работы устройства определения местоположения.

## Список публикаций студента

1. Попов В. В. Современные способы определения местоположения GPS/ГЛОНАСС трекеры [Электронный ресурс] // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 2 т., Томск, 9-13 Ноября 2015. – Томск: ТПУ, 2015 – Т. 1 – С. 204–205.

2. Орлов К.Е., Нефедов В.Д., Попов В.В. Система отслеживания брака на производстве на основе машинного зрения // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 2 т., Томск, 9-13 Ноября 2015. – Томск: ТПУ, 2015 – Т. 1 – С. 215–216.

3. Нефедов В.Д., Орлов К.Е., Попов В.В. Математическая модель взлета квадрокоптера [Электронный ресурс] // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 2 т., Томск, 9-13 Ноября 2015. – Томск: ТПУ, 2015 – Т. 1 – С. 182–183.

4. Попов В.В. Принцип работы KINECT как устройства с техническим зрением [Электронный ресурс] // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 2 т., Томск, 9-13 Ноября 2015. – Томск: ТПУ, 2015 – Т. 2 – С. 166–167.

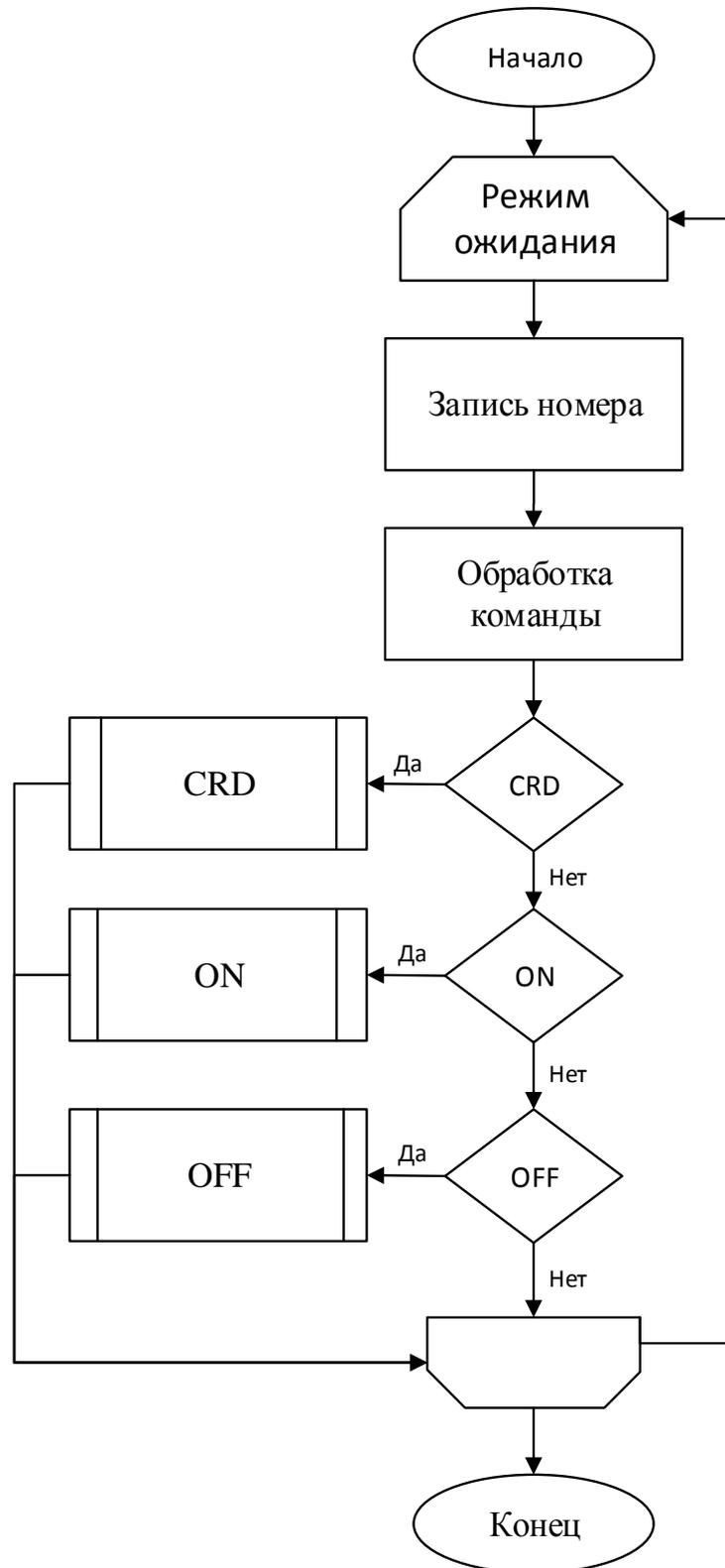
## Список источников

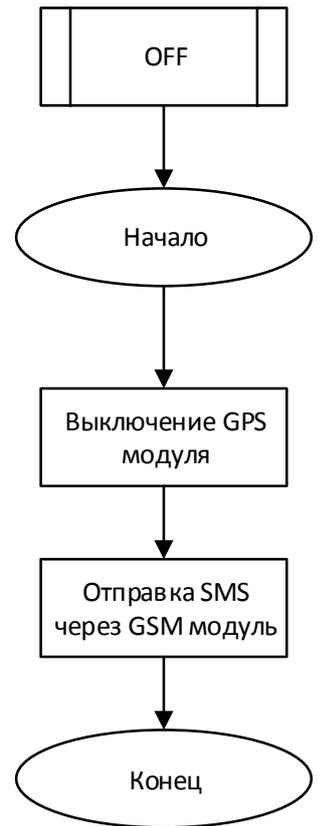
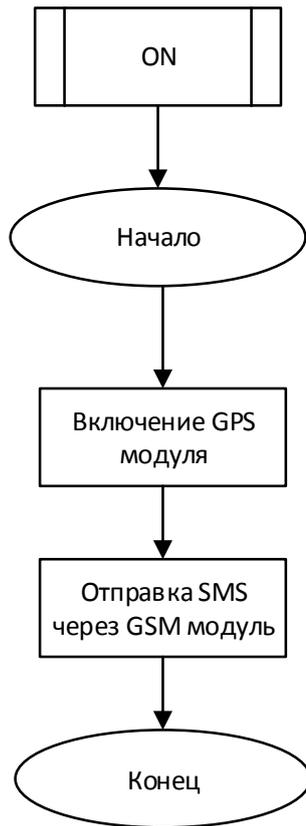
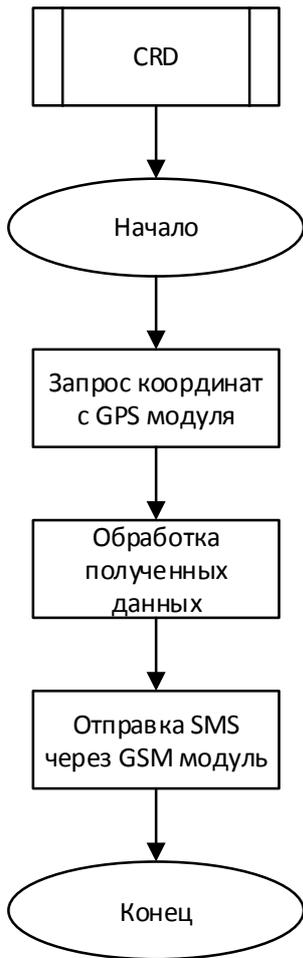
1. ГОСТ Р 51086-97. Датчики и преобразователи физических величин электронные
2. Горбачёв А. Ю. Математическая модель погрешностей gps.: Авиакосмическое приборостроение./ Москва. Изд. «НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ», 2010. — №5 — 77-79 с..
3. Анучин О.Н., Емельянцева Г.И. Интегрированные системы ориентации для морских подвижных объектов./ Санкт-Петербург. Изд. «Электроприбор», 2003. — 160-161 с.
4. Александров И.М., Рычагов В. В. Космическая радионавигационная система НАВСТАР./ Зарубежное военное обозрение. Москва. Изд. «Мир», 1995. — №5 — 52-63 с.
5. Козловский Е. Искусство позиционирования / Вокруг света. — Москва, 2006. — № 12. — 204-280 с.
6. Шебшаевич В. С., Дмитриев П. П., Иванцев Н. В. Сетевые спутниковые радионавигационные системы / под ред. В. С. Шебшаевича. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва. Изд. «Просвещение», 1993. — 408 с.
7. Datasheet HCSR04. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf> (Дата обращения 21.04.2016). Режим доступа: свободный.
8. Персональный трекер GL-300 [Электронный ресурс]. – URL: <http://inteh-plus.com.ua/index.php/globus-m/treker-gl-300> (Дата обращения 24.10.15).
9. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
10. СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование

11. Назаренко, Ольга Брониславовна. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / О. Б. Назаренко, Ю. А. Амелькович; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 3-е изд., перераб. и доп. — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — 177 с
12. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности
13. СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных помещениях
14. ГОСТ Р 12.1.009-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Термины и определения
15. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
16. ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения
17. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 "Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий"
18. Липкин А.А. Спутниковые навигационные системы / Вузовская книга — Москва. Изд. «Просвещение», 2001. — 156 с.

# Приложение А

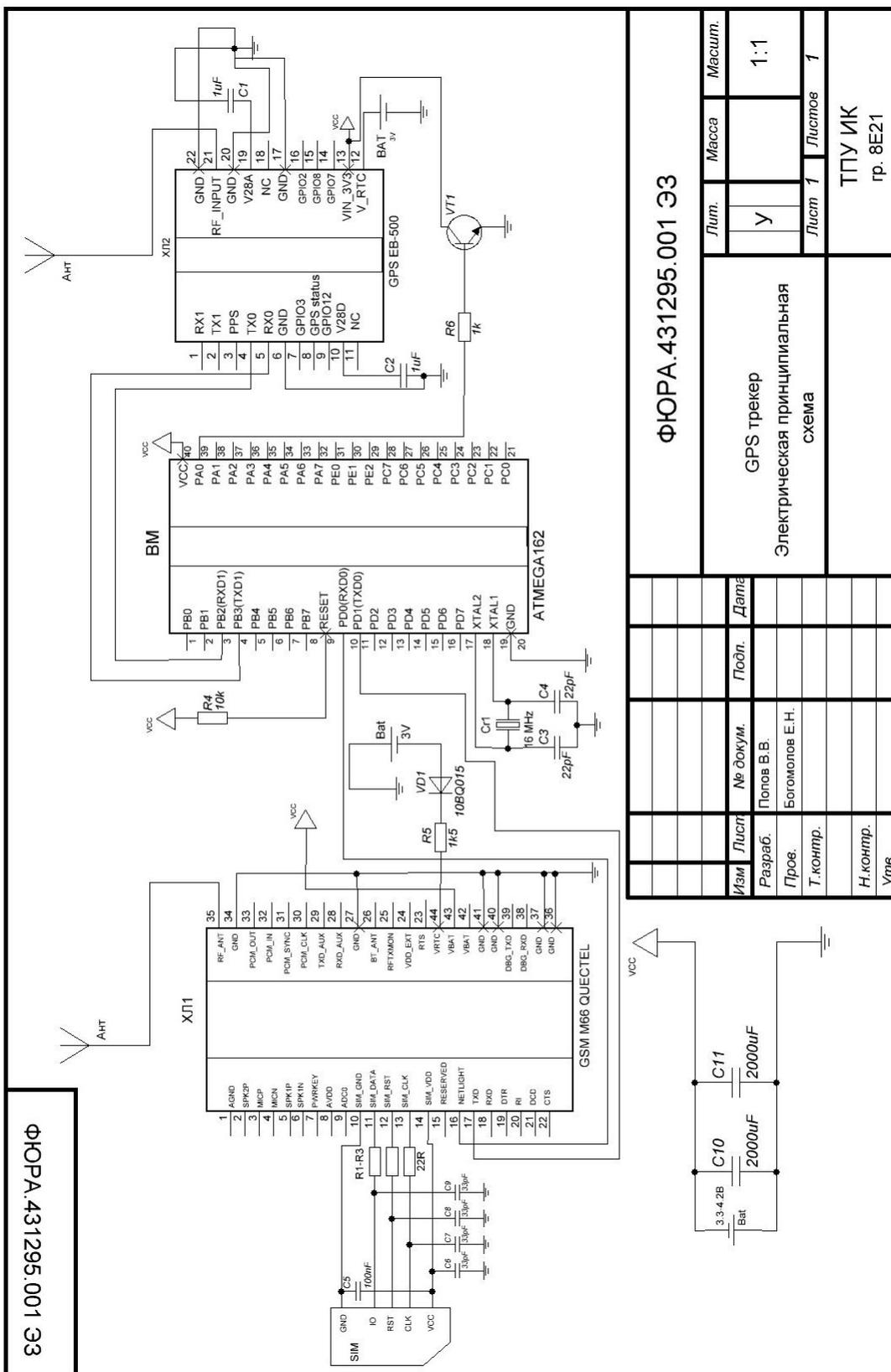
## Блок схема программы





# Приложение Б

## Электрическая принципиальная схема



## Перечень элементов электрической принципиальной схемы

ФОР	ЗОН	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Резисторы</u>		
			R1-R3	МЛТ-0,25-22 ом	3	
			R4	МЛТ-0,25-10 Ком	1	
			R5	МЛТ-0,25-1,5 Ком	1	
			R6	МЛТ-0,25-1 Ком	1	
				<u>Антенны</u>	1	
			Ант	НМ-NZ04	2	
				<u>Конденсаторы</u>		
			C1,C2	К10-17-1 мкФ	2	
			C3,C4	К10-17-22 пФ	1	
			C5	К10-17-100 нФ		
			C6-C9	К10-17-470 пФ	1	
			C10,C11	К10-17-2000 мкФ	1	
			C11	К10-17-470 мсФ		
				<u>Кварц</u>		
			Cr1	HC49U-16.000 MHZ	1	
				<u>Диоды</u>		
			VD1	10VQ015-1 А-3 В	1	
				<u>Контроллеры</u>		
			BM	МК АТmega162	1	
			ХЛ1	М66 QUESTEL	1	
			ХЛ2	ЕВ-500	1	
				<u>Транзистор</u>		
			VT1	КТ3102	1	
				<u>Батарея</u>		
			Bat	Батарея 3В	2	
ФЮРА. 431295.001 ПЭ						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Попов				Лит.	Лист
Провер.	Богомолов				у	1
						1
Утвердил					ТПУ ИК Группа 8Е21	