

ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А.Р.БЕРУНИ

А В И А Ц И О Н Н Ы Й Ф А К У Л Ь Т Е Т

КАФЕДРА: «ЭКСПЛУАТАЦИЯ РАДИОЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И АЭРОПОРТОВ»

Допустить к защите в ГЭК
Зав.кафедрой «РЭО ЛАи А»
к.ф.-м.н., доц. И.М.Сайдумаров

«_____»_____2014г.

Направление образования: 5524600 - «Эксплуатация авиационного
радиоэлектронного оборудования летательных аппаратов»

Выпускная квалификационная работа

ТЕМА: "Разработка GPS-GSM системы отслеживания
транспортного средства в аэропорту"

Выполнил:

Нурмухамедов М. С.

Руководитель:

доц. Сайдумаров И.М.

Рецензент:

Ташкент-2014г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	2
ГЛАВА I. РАДИОСИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕМ ПО СИГНАЛАМ GPS/ГЛОНАСС (ОБЗОР)	3
1.1. Обзор аналогов технических решений, технико-экономическая оценка аналогов.....	3
1.2. Разработка функциональной схемы варианта радиосистемы мониторинга транспортных средств с позиционированием по сигналам GPS/ГЛОНАСС с ретрансляцией результатов измерений через GSM- модуль.	8
1.3. Выбор и обоснование базовых модулей для реализации варианта радиосистемы мониторинга транспортных средств с позиционированием по сигналам GPS/ГЛОНАСС с ретрансляцией результатов измерений через GSM-модуль.	9
ГЛАВА II. РАЗРАБОТКА GPS-GSM СИСТЕМЫ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА В АЭРОПОРТУ	28
2.1. Разработка структурной схемы и схемы электрической Эб варианта радиосистемы мониторинга транспортных средств с позиционированием по сигналам GPS/ГЛОНАСС с ретрансляцией результатов измерений через GSM-модуль	28
2.2. Расчеты энергетики радиолиний и моделирование задержки передачи пакетов от радиосистемы мониторинга в диспетчерский центр.....	37
2.3. Разработка варианта конструктивного исполнения модуля транспортных средств.....	43
ГЛАВА III. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	48
Технико-экономическое обоснование	48
ГЛАВА IV. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	56
Охрана труда.....	56
Заключение	67
Список литературы	69

Введение

Настоящий выпускной квалификационной работеисследовательского типа посвящен разработке варианта радиосистемы мониторинга транспортных средств с позиционированием по сигналам GPS/ГЛОНАССретрансляцией данных через GSM-модуль.

Такие системы, в частности, используются в организации грузоперевозок с передачей текущей информации местонахождения и состояния груза по радио или GSM каналу в центральный офис компании.

Без развития транспортной системы невозможно социально-экономическое развитие любого города. По мере увеличения объема пассажирских перевозок, грузоперевозок по транспортным коридорам и в пределах городов, возрастают требования к скорости, надежности и безопасности перевозок. Поэтому особенно важно иметь возможность оперативно получать информацию о местоположении и состоянии мобильных объектов и принимать соответствующие решения на ее основе. Наличие подобной информации также уменьшает риска негативного воздействия чрезвычайных ситуаций (в том числе факторов террористического, техногенного и природного характера) на население и экономику региональным и муниципальным властям, ведомствам и службам.

Эффективность решения вышеперечисленных задач позволяет повысить разработка и дальнейшее внедрение варианта радиосистемы мониторинга транспортных средств с позиционированием по сигналам GPS/ГЛОНАСС и ретрансляцией результатов измерений через GSM-модуль [1-3].

ГЛАВА I. РАДИОСИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕМ ПО СИГНАЛАМ GPS/ГЛОНАСС (ОБЗОР)

1.1. Обзор аналогов технических решений, технико-экономическая оценка аналогов

В настоящее время у многих ведомств и организаций возникает необходимость оперативного слежения за местоположением и состоянием подвижных объектов, а также передачи на них оперативной информации.

Практически все заинтересованные диспетчерские службы в настоящее время имеют в своем распоряжении те или иные технические средства, позволяющие осуществлять контроль/слежение за передвижением своих объектов. Однако существующие средства не являются совершенными, обладают малой степенью автоматизации и имеют малую достоверность.

В последние годы настоятельно ставится задача о внедрении новых надежных технических средств, которые позволили бы осуществлять автоматизированный сбор диспетчерской информации с подвижных объектов, а также передавать информацию на объекты. Технически эта задача может быть выполнена целым рядом средств, как традиционных, так и спутниковых. На практике, однако, ни одна из возможных систем так и не была реализована на территории России [4-9].

Создание такой системы позволит обеспечить автоматизированный сбор информации о дислокации подвижных объектов, обслуживаемых в рамках данной системы вне зависимости от их местоположения на Земном шаре, т.е. в глобальном режиме. При этом средства системы будут автоматически вычислять географические координаты местоположения объектов и направлять их в соответствующие диспетчерские пункты пользователей. Информация может быть также запрошена с объекта по инициативе диспетчера из диспетчерского пункта и имеется возможность передать на объект необходимую информацию.

Средства системы позволяют не только решать коммерческие цели управления, но и обеспечат повышение безопасности движения объектов и

будут способствовать охране человеческой жизни. Данные о дислокации аварийных объектов могут быть переданы в соответствующие поисково-спасательные службы.

Спутниковый мониторинг – это постоянное централизованное дистанционное наблюдение за текущим местоположением и состоянием объектов. Система предназначена для слежения за движением и состоянием частных лиц и автотранспорта, а также оперативного реагирования в случае возникновения нежелательных событий.

Основные возможности спутникового мониторинга автотранспорта и физических лиц:

- Мониторинг местоположения транспортных средств, водителей, торговых представителей, перевозимых грузов в режиме реального времени;
 - Отображение местоположения, направления движения и состояния транспортного средства на электронной карте, в виде передачи данных видеонаблюдения, в виде информационных сообщений;
 - Определение состояния автотранспорта, работы специальных систем и оборудования на основе показаний датчиков;
 - Отображение сигналов «тревоги»;
- Связь с водителем и многое другое.

Система транспортного мониторинга – это аппаратно-программный комплекс, основанный на использовании следующих информационно-телекоммуникационных технологий:

- спутникового позиционирования ГЛОНАСС и GPS;
 - сотовой связи GSM;
 - УКВ-связи;
 - интернет;
 - вычислительной техники и микроэлектроники.

На транспортное средство (автомобиль, либо другой объект наблюдения) устанавливается специальное навигационное ГЛОНАСС/GPS-оборудование, GPS-трекер, бортовой терминал, GPS-контроллер). Терминал

автоматически определяет местоположение, скорость и направление движения автотранспорта с помощью приемника спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС или GPS, а кроме того, такие параметры, как: маршрут автомобиля, состояние подключенных датчиков. Далее терминал в автоматическом режиме или по запросу пользователя передает собранную информацию по беспроводным каналам связи. Это может быть как сотовый канал системы GSM стандарта GPRS/SMS, так и УКВ канал. Весь объем навигационной и технической информации поступает на сервер системы ГЛОНАСС/ GPS слежения, где обрабатывается и сохраняется в базе данных.

На рабочее место диспетчера устанавливается специальное программное обеспечение, в котором используются электронные векторные многослойные карты местности, с высокой точностью отображающие текущее местоположение и перемещение транспорта.

Спутниковая Система транспортного мониторинга позволяет контролировать в режиме реального времени следующие параметры объектов:

- текущее местоположение
 - скорость движения
 - время движения
 - время и место стоянок автотранспорта
 - пройденный маршрут
 - прохождение контрольных зон в заданный период времени
 - время и место погрузки и выгрузки грузов
 - факт включения зажигания двигателя
 - расход топлива, его заправки и сливы
 - количество топлива в баках
 - температурный режим
 - загруженность механизмов (для спецтехники)
 - открытие дверей

- опрокидывание кузова
- обороты двигателя
- количество моточасов
- срабатывание сигнализации, «тревожной кнопки» и т.д.

Кроме того, спутниковая Система ГЛОНАСС/GPS слежения в режиме реального времени передает видеоданные с установленных в автомобиле видеокамер, оповещает о потере связи с поставленным на сигнализацию автомобилем, позволяет удаленно управлять агрегатами автомобиля и исполнительными устройствами, при потере зоны покрытия автоматически переходит на альтернативный канал связи, обеспечивает связь с водителем и многое другое.

ДОЗОР X1 GPS - GPRS / GSM мониторинг

Стандарт: GSM 900/1800

Размеры(мм): 115x90x35

Вес(г): 350

Встроенный сотовый модуль: Simcom

Встроенный GPS модуль: SirfStar 3 / MTK

Производитель: ООО СБС Технологии Мониторинга

Система спутникового GPS - GSM/ GPRS мониторинга ДОЗОР - устанавливается на любое транспортное средство. Получает сигнал со спутников системы GPS о своём местоположении, обрабатывает полученную информацию с датчиков «вход/выход», и передаёт все полученные данные как на сервер, через GPRS используя мобильный Интернет операторов GSM, так и на мобильный аппарат с помощью СМС (команда-ответ-сигнал о происшествии), что позволяет использовать оборудование как GPS сигнализацию.

При отключении внешнего питания или отсутствии приёма сети GSM, устройство хранит данные (более 32 000 пакетов) во встроенной энергонезависимой памяти, а так же имеет аккумуляторные батареи, рассчитанные на 8 часов работы.

Для подключения питания и каких-либо датчиков ТС, терминал ДОЗОР X1 использует 20-ти контактный разъём с комплектом проводов.

Основная информация, передаваемая терминалом:

Правильно установленный на ТС терминал может передавать следующую информацию:

- Точное время и дату.
- Свои координаты: широту, долготу, высоту.
- Скорость и направление движения.
- Пиковые значения ускорения. *
- Показания тахометра, спидометра. *
- Голосовой вызов по запросу *
- Показания датчиков уровня топлива в баке *
- Показания проточных (импульсных) датчиков расхода топлива *
- Информация от аналоговых и цифровых датчиков *
- Состояние выходов.
- Сигнал вызова тревожной кнопки *
- Экстренный сигнал датчиков безопасности*

* - при подключении доп. оборудования.

Пакет данных объёмом 66 байт, сформированный за заданный период времени, передаётся на сервер или мобильный аппарат, используя выше указанные технологии.

Технические характеристики ДОЗОР X1

Внешнее электропитание, В +8 ...+50

Чувствительность GPS , dBm , не хуже -158

Канал для передачи данных GPRS (сообщения о событиях могут передаваться через SMS)

Способ настройки SMS/GPRS

Количество используемых SIM карт Одна (две по запросу)

Память, Мбайт, не менее 2 (32 000 точек)

Кол-во цифровых/аналоговых входов, не менее 6 (8 по запросу)

Измеряемое напряжение на входах, В 0..27 (на отдельных входах может быть меньше, для повышения точности измерения)

Разрядность АЦП, бит 10

Кол-во цифровых выходов, не менее 6

COM -порт для подключения внешних устройств и датчиков (по запросу)

Возможность подключения голосовой связи, экрана для текстовых сообщений

Возможность подключения видео сигнала (по запросу)

Разъем для подключения питания и датчиков DB-25

Разъем для подключения голосовой связи RJ-45

Тип аккумулятора NiMH

Емкость аккумуляторной батареи, mAh , не менее 1000

Акселерометр (по запросу)

Антенны Внешние GPS и GSM

Габаритные размеры, мм 115 x 90 x 35

Материал корпуса ABS - пластик [10-12].

1.2. Разработка функциональной схемы варианта радиосистемы мониторинга транспортных средств с позиционированием по сигналам GPS/ГЛОНАСС с ретрансляцией результатов измерений через GSM-модуль.

Исходными данными для разработки функциональной схемы является задание на дипломный проект и общefункциональные требования к проектируемой системе.

Исходя из выбора исходных данных, функциональная схема имеет вид, показанный на рисунке 1.1:

Функциональная схема состоит из:

- функциональных групп датчиков температуры, влажности и контактных датчиков;
- микроконтроллера;

- GSM/GPRS модуля;

- ПЭВМ;

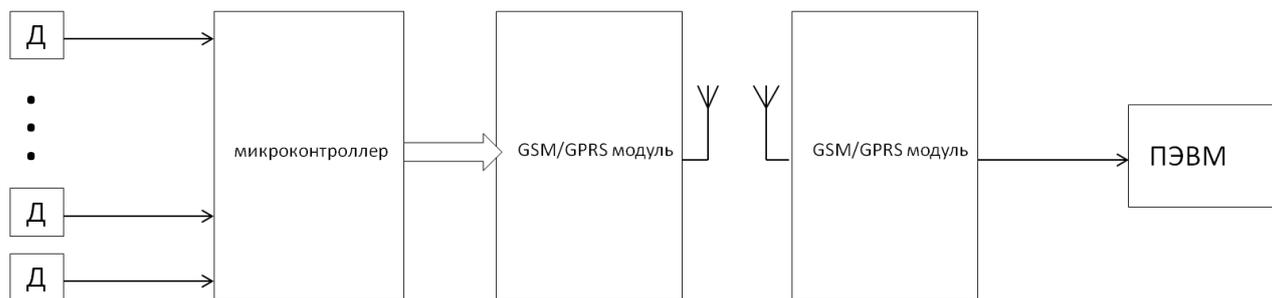


Рис. 1.1. Функциональная схема системы мониторинга

1.3. Выбор и обоснование базовых модулей для реализации варианта радиосистемы мониторинга транспортных средств с позиционированием по сигналам GPS/ГЛОНАСС с ретрансляцией результатов измерений через GSM-модуль.

Главными факторами, определяющих конструктивное исполнение современных микроконтроллерных систем, являются их назначение и области применения. В настоящее время используется четыре основных варианта конструктивного исполнения: исполнение в виде одноплатных контроллеров; исполнение в виде многоплатных немагистральных контроллеров; магистрально-модульное исполнение и «слотовое» исполнение.

Исполнение в виде одноплатных контроллеров, как правило, используется в узкоспециализированных системах. Основными преимуществами такого исполнения являются минимальная стоимость и высокая надежность за счет отсутствия промежуточных разъемных соединений. Недостатками такого типа исполнения являются: низкая гибкость, ремонтпригодность, модифицируемость.

Многоплатное, немагистральное исполнение используется в основном в модифицированных изделиях, в которых к готовому одноплатному контроллеру добавляются дополнительные узлы на дополнительных платах.

Недостатками таких конструкций являются: несколько большая стоимость, немного меньшая надежность, но по-прежнему низкая гибкость, ремонтпригодность и модифицируемость.

Магистрально-модульное исполнение используется в универсальных системах. Ознакомимся с основными понятиями, используемыми в магистрально-модульных системах.

Модульность – свойство территориально сосредоточенных элементов системы, означающее конструктивное выполнение всех узлов в виде набора функционально законченных автономных модулей имеющих одинаковый интерфейс с общей магистралью или шиной.

Понятие модульности системы тесно связано с понятием магистрали (или шины) системы, т.е. подразумевается, что все модули связаны между собой через одинаковые разъемы с параллельно соединенными контактами, образующими магистраль (или шину). Каждый контакт и соединяющая их линия имеют определенное назначение и наименование. Временные и электрические параметры сигналов обычно также определены определенными правилами, созданными для конкретного типа магистрали, хотя в современных системах иногда ограничиваются только наименованием и назначением сигналов.

Таким образом, магистрально-модульное исполнение представляет собой определенный набор функциональных модулей, снабженный одинаковыми разъемами, ответные части которых (разъемов) установлены на дополнительной плате, называемой кросс-платой, а одноименные контакты этих разъемов соединены параллельно и образуют линии магистрали (или шины). В магистрали может присутствовать небольшое количество контактов, имеющих нерегулярную разводку, или вообще не имеющих соединений.

К настоящему времени создано более 250 различных магистрально-модульных систем, наиболее известные из которых EUROBUS, VME-BUS, FASTBUS, MULTIBUS-I/II, P-896, CAMAC, однако к настоящему времени

часть из них уже морально устарела, а другие оказались избыточными и чрезвычайно дорогими. К тому же, используемые в старых системах магистрали являются избыточными для микроконтроллерных систем. Как правило, в современных больших микроконтроллерных системах наиболее часто используются модернизированные интерфейсы MULTIBUS-I/II (отечественный аналог – И41/И42). Они наиболее просты и наиболее подходят для построения современных микроконтроллерных систем. В средних и малых универсальных системах чаще используют оригинальные магистрали.

Модульность позволяет легко заменять вышедшие из строя модули, т.е. повышается ремонтпригодность системы.

Гибкость – свойство модульных систем легко изменять структуру изделий за счет различного сочетания модулей. Кроме того, под гибкостью системы понимается возможность осуществления модернизации системы за счет независимой модернизации каждого из модулей. Облегчается разработка новых систем и увеличивается срок морального старения за счет применения комбинации новых и уже существующих модулей, повышаются регулярность структуры и, как следствие, контрольно-диагностические качества, обеспечивается простота переориентации системы на другой объект регулирования или исследования.

Наращиваемость – свойство системы, заключающееся в возможности простого увеличения или уменьшения количества модулей в микроконтроллерной системе.

Многофункциональность – свойство станции, означающее, что она не имеет жесткой специализации и привязки к объекту регулирования или исследования, и соответственно может выполнять разные функции [13-15].

Конструктивное единство – понятие, означающее конструктивное единообразное исполнение всех модулей системы. Доминирующим стандартом в настоящее время является EUROCARD (IEC48D, 1980), позволяющий создавать ряд вариантов плат как комбинацию размеров

ширины (160 и 220 мм) и высоты (100 и 233,53 мм). Наиболее часто используются платы E2 с размерами 220x233,53 мм² (MULTIBUS-II) и E4 с размерами 100x220 мм² (EUROBUS, ESONE), а также 100x100 мм². Однако с увеличением сложности современных микроконтроллеров, часто представляющих собой достаточно сложную микросистему, даже размер модуля 100x x100 мм² является избыточным даже для очень сложной микроконтроллерной системы. Поэтому, в современных микроконтроллерных системах довольно часто используются модули значительно меньших размеров с одинаковой шириной (стороной установки разъема) и незначительно отличающейся высотой.

Развитие магистрально-модульных систем предполагает обеспечение принципа максимальной универсализации, состоящего в том, что каждый, вводимый в систему модуль должен обеспечивать построение системы, удовлетворяющей требованиям максимального числа применений.

Кроме того, построение магистрально-модульных предполагает использование принципа асинхронности и минимальности количества сигналов управления, упрощающего протокол обмена между модулями, повышающего надежность связи и быстродействие обмена.

Частным случаем магистрально-модульного исполнения является «слотовое» исполнение. В этом случае используется не кросс-плата, а более сложная несущая (материнская) плата, на которой кроме собственно магистрали могут располагаться и другие узлы системы, как правило, имеющие универсальное назначение и большой срок морального устаревания. Этот вид конструктивного исполнения широко используется, например, в современных персональных компьютерах.

Таким образом, при создании универсальных микроконтроллерных систем наибольший интерес представляют магистрально-модульный и «слотовый» варианты исполнения. Еще большую актуальность приобретают эти варианты исполнения при использовании современных быстроразвивающихся микроконтроллерных систем сбора данных,

ориентированных на работу в распределенных системах управления, построенных на базе командно-информационных сетей. Например, магистрально-модульное исполнение узла главного микроконтроллера позволяет легко модифицировать систему и наращивать ее вычислительную мощность путем замены модуля микроконтроллера на модуль с более мощным и производительным микроконтроллером.

Естественно, что при создании универсальной модульной микроконтроллерной системы, претендующей на широкий спектр областей применения, необходимо использовать наиболее мощные высокопроизводительные и перспективные микроконтроллеры. При этом желательно, чтобы выбранные микроконтроллеры выпускались с различным набором встроенных функциональных узлов [16-18].

Для выбора приемлемых типов микроконтроллеров опишем критерии отбора:

1. Первым критерием отбора является пиковая производительность.
2. Вторым важным критерием является количество линий ввода/вывода (или байтных портов).
3. Третьим критерием является обязательное наличие стандартных интерфейсов UART и SPI. Что касается интерфейсов SMBus (I2C) и CAN, то они используются в настоящее время достаточно редко и их наличие не обязательно.
4. Четвертый критерий – желательно наличие хотя бы одного многоканального аналого-цифрового преобразователя ADC. Причем, чем большее количество входов имеет ADC, тем больше универсальность проектируемой микроконтроллерной системы.
5. С целью повышения универсальности системы желательно наличие в системе цифро-аналоговых преобразователей.
6. С целью повышения универсальности желательно иметь большой объем встроенной оперативной памяти.

7. Программное обеспечение современных микроконтроллерных универсальных систем редко превышает 8К, поэтому объем встроенной Flash памяти не является определяющим фактором.

8. С целью снижения сложности и стоимости печатной платы желательно использовать микроконтроллеры с меньшим количеством выводов.

9. Очевидным критерием отбора является стоимость микроконтроллера.

Рассмотрим основные требования к разрабатываемым модулям главного контроллера универсальной микроконтроллерной системы:

1. Исходя из основных принципов построения магистрально-модульных систем, все модули должны иметь одинаковые размеры по ширине с установленным одинаковым магистральным разъемом. Магистральный разъем должен иметь одинаковые линии связи для всех исполнений. Количество линий связи должно быть минимально возможное. Высота модулей может незначительно отличаться.

2. Дополнительные входы/выходы модулей, связанные, например, с аналоговыми узлами, или являющиеся входами/выходами дополнительных модулей, должны иметь дополнительный штыревой разъем (или разъемы), устанавливаемые вдоль широкой стороны поля печатной платы модуля.

3. Функциональный состав модуля должен обеспечивать максимальные функциональные возможности модуля, при минимальной его стоимости.

В настоящее время на рынке модулей микроконтроллеров представлен широкий выбор как отечественных, так и зарубежных производителей. В зависимости от требований заказчика разработчику предоставляется широкий спектр возможностей.

Для разработки радиосистемы мониторинга представляется целесообразным выбрать готовый модуль на основе микроконтроллера, который отвечал бы следующим функциональным и технико-экономическим требованиям:

- изготавливался серийно в виде готовой платы микровычислителя, имеющего возможность наращивать число входов;

- имеющего возможность принимать сигналы от различных типов датчиков – сигнальных, аналоговых, температурных и т.п.;
- поддерживать процедуру многократного перепрограммирования непосредственно в составе изделия;
- иметь минимальную стоимость на рынке;
- простота в эксплуатации, что дает возможность обойтись без высококвалифицированного персонала в обслуживании готового изделия.

Необходимо, чтобы изделие выпускалось известным российским или зарубежным производителем, что даст гарантию качества изделия.

Анализ рынка подобных изделий показал, что имеется ряд модулей – заготовок – так называемых КИТ-модулей (наборов, на основе базового микроконтроллера), однако требующих существенных доработок до готового изделия. Ряд таких модулей имеют особенности (для перепрограммирования требуется вынимать собственно микроконтроллер из платы) [19].

Микроконтроллер

Интерфейсный модуль RS2-5.71

Модули RS2-5.7x предназначены для решения задач управления / обмена информацией с удаленными объектами, как самостоятельно, так и в составе комплекта модулей серии MCU4. При помощи их легко обеспечить доступ к локальному узлу(узлам) управления по последовательному каналу с использованием основных принципов протокола MODBUS. В простейшем случае для создания такого узла может быть достаточно ресурсов только одного модуля RS2-5.7x – модуль имеет 14 линий ввода / вывода. Наличие гальванической развязки между линиями ввода-вывода и основным интерфейсом сильно упрощает работу с объектами, а также позволяет производить измерения аналоговых сигналов с большей точностью. Также, наличие развязки сильно снижает, а в большинстве случаев и исключает, вероятность повреждения основного компьютера при авариях на подключаемом объекте. Для обеспечения связи с более сложными узлами модуль, кроме функций поддержки протокола и обеспечения доступа к

внутренним ресурсам, обеспечивает удобный доступ к локальным интерфейсам, используемым для взаимодействия между частями узла автоматизации[20-24].

Краткие технические характеристики:

- Микроконтроллер PIC18F2520 (PIC18F2523)
- Быстродействие 8 Млн.команд/с (8 МГц * 4 PLL)
- Тип RSxxx интерфейса RS232/RS485/RS422(в зависимости от конкретного исполнения)
- Скорость работы RSxxx интерфейса 9600...460800 бод
- Локальные интерфейсы I2C , SPI , MicroLan
- Скорость работы локального интерфейса I2C 400 кГц
- Скорость работы локального интерфейса SPI до 700 кГц
- Количество линий MicroLan до 14
- Гальваническая развязка между RSxxx интерфейсом и всем остальным не хуже 2.5 кВ
- Количество линий ввода/вывода 14 (+ 2линии I2C)
- Из них АЦП 10(12) бит 9
- Источник опорного напряжения(только для варианта 12бит АЦП) AD1584 -> 4,096В
- Из нихШИМ 10 бит 2
- FLASH память программ для пользователя 24 кБайта
- EEPROM память данных для пользователя 248 Байт
- RAM память данных для пользователя 1232 Байт
- Буфер приема / передачи RSxxx интерфейса 256 Байт
- Число команд RSxxx интерфейса 13
- Простая загрузка программ пользователя во FLASH через MODBUS и I2C
- Добавление пользователем своих команд при обработке команд MODBUS
- Светодиодная индикация Питание, Прием, Передача, Разрешение передачи
- Питание 5В+-10%

- Типичный ток потребления в отсутствие обмена по MODBUS 70 мА
- Температурный рабочий диапазон промышленного исполнения -40...+85 град.
- Габариты модуля 76.2*25.4*14 мм

В модулях RS2-5.7х применен микроконтроллер PIC18F2520 (PIC18F2523) работающий на внутренней частоте 32 МГц. Все ресурсы модуля доступны одновременно по двум последовательным каналам – RS232/RS485/RS422(в зависимости от конкретного исполнения) и I2C. По каждому из этих каналов обеспечен полный доступ к всем ресурсам микроконтроллера, включая EEPROM и FLASH. Также обеспечен взаимный доступ одного канала в другой. Во FLASH память микроконтроллера кроме основной прошивки модуля может быть загружена программа пользователя, например для предварительной обработки сигналов. Загрузка программы пользователя осуществляется через любой из интерфейсов. Микроконтроллер находится на стороне канала I2C. На этой же стороне пользователю доступны 14 линий ввода/вывода. Каждая линия индивидуально может быть настроена как вход или выход. 9 линий могут работать в режиме АЦП 10 бит(для PIC18F2520) или 12 бит(для PIC18F2523), 2 линии в режиме ШИМ 10 бит. Также эти линии могут быть использованы как SPI и MicroLan интерфейсы. Питание модуля осуществляется как со стороны кроссового разъема(+5V +-5%), так и со стороны гальванически развязанного интерфейса(AC/DC (DC8...12V)).

Основные принципы работы

При работе с RSxxx реализован протокол MODBUS, с ниже описанными командами, на скоростях 9600...460800 бод(по умолчанию 115200) в качестве мастера и в качестве slave-узла. При работе в качестве slave-узла MODBUS, контроллер поддерживает обработку 13 команд, обеспечивающих полный доступ ко всем внутренним ресурсам, включая запись/верификацию программной FLASH памяти, доступ в качестве MASTER-а к SLAVE-устройствам на шинах I2C и SPI. При обработке команд

MODBUS с выходом на шину I2C в качестве MASTER –а микроконтроллер соблюдает правила работы с мультимастерной шиной, не вмешиваясь в «чужие» обмены. Команды, приходящие по протоколу MODBUS, для работы с внутренними ресурсами, используют прямую адресацию ресурсов микроконтроллера. В микроконтроллере для работы с RSxxx отведен буфер 256 байт, что позволяет работать с пакетами данных до 249 байт. При приеме и отправке пакетов автоматически производится подсчет и проверка двух байтов CRC16. По шине I2C микроконтроллер доступен и в качестве SLAVE-устройства. При этом, как и принято, первый байт пакета расценивается как адрес I2C-устройства и признак чтения/записи. Второй байт при записи интерпретируется как адрес ячейки внутри микроконтроллера. Для полного доступа ко всем ресурсам контроллера по шине I2C принята страничная адресация. Так, при обращении к ячейкам модуля с адресами 0...7Fh, обеспечивается доступ к RAM с адресами 0...7Fh. При обращении к ячейкам 80...0FFh обеспечивается доступ к одной из страниц общего пространства RAM размером 128 байт. Номер подставляемой страницы лежит в ячейке RAM 51h. Если номер станицы = 0 (по умолчанию), то будет подставлена страница с SFR-регистрами микроконтроллера. Это регистры специальных функций, они полностью определяют режимы работы микроконтроллера. При обращении к соответствующим регистрам SFR пользователь может записать/прочитать ячейку EEPROM, прочитать/стереть/записать программную FLASH память. Вышеописанные функции обеспечивает резидентная программа записанная в микроконтроллер.

Резидентная программа использует:

48+256 Байт RAM -> 50h...7Fh(служебные ячейки) +500h...5FFh(буфер MODBUS)

+(300h...3Efh(при работе с MicroLan))

8 Байт EEPROM -> 0F8h...0FFh(хранение адресов MODBUS и I2C, начальные установки)

8 кБайт FLASH -> 0...1FFFh(сама программа),

TMR3(системное время),

UART(MODBUS),

MSSP(I2C).

Пользователю предоставлены:

1232(-240 при работе с MicroLan) Байт RAM -> 0...4Fh + 80h...4FFh,

248 БайтEEPROM -> 0...0F8h,

24 кБайтFLASH -> 2000h...7FFFh.

SFR(RAM 0F80h...0FFFh) – т.е. все оставшиеся ресурсы.

Пользователь может использовать все свободные ресурсы для размещения своих программ. Передача

управления в программы пользователя осуществляется установкой соответствующих битов в регистрах

пользователя RAM 50h и RAM 70h.

При подаче питания в регистрыпользователя заносятся значения из ячеек EEPROM 0Fah и EEPROM 0FBh, что позволяет пользователю, прижелании, сразу передать управление своим программам.

Выбор данного модуля обоснован не только характеристиками, но и тем фактом, что данный модуль является готовым интерфейсным решением, соответственно отпадает необходимость в модулях ввода-вывода и кроссмодуле, т.к. все необходимое оборудование можно подключить напрямую к любому модулю серииRS2-5.7х.

Так как все модули серии RS2-5.7хотвечают заявленным требованиям, главным критерием в выборе конкретного модуля является интерфейс RSxxx, в данной работе используется RS232, соответственно окончательным решением будет модуль RS2-5.71, обладающий таким интерфейсом.

3.2 GSM– модем



Рис.1.2.GSM модем

GSM-модем Siemens MC35 – это плата для дальнейшего применения и использования инженерами-разработчиками в своих проектных решениях (рис.1.2.). Данное решение прекрасно вписывается в любой программно-аппаратный комплекс, где необходимо решать задачи, связанные с решением вопросов по связи с терминалом для мониторинга и администрирования, телеметрии, диспетчеризации или коммуникационного обслуживания по каналам GSM 900 / 1800 МГц и наличием GPRS. Управление осуществляется модемными AT-командами.

Для работы с GSM модем Siemens MC35 необходимо подключить к его внешним разъёмам антенну, источник постоянного тока и любой микропроцессорный контроллер или компьютер типа IBM PC по последовательному COM-порту (RS-232).

Стандартные интерфейсы и встроенное устройство чтения карт SIM делают простым и быстрым универсальное применение устройства в качестве двухдиапазонного терминала GSM. Функциональные возможности и прочный корпус устройства облегчают быструю реализацию новых приложений в областях телеметрии.

Функциональные возможности терминала соответствуют функциональным возможностям GSM модем Siemens MC35 и расширены добавлением устройства чтения карт SIM, интерфейса RS232, аналогового

интерфейса для подключения телефона и широким диапазоном напряжений питания.

Штекерные соединения соответствуют стандартам и пригодны для использования в условиях вибрации.

Отличительные особенности Siemens MC35 :

Два диапазона частот EGSM900 / GSM1800;

Передача данных, речи текстовых сообщений SMS и факсов;

Простота интеграции;

Стандартные интерфейсы;

Светодиодный индикатор режимов работы;

Широкая область применения;

Компактность, легкость, высокая производительность

Приёмопередающая антенна.

Для решения проблемы в связи передачи данных от т.с, которые часто работают в пересеченной местности, на удаленных объектах, антенны должны отвечать определенным критериям производительности. Наряду с этим должны быть прочными и компактными. Современный выбор антенн довольно велик.

Антенна GSM (выносная)(Рис.1.3)



Рис 1.3. GSM антенна

Выносная 900 / 1800 MHz GSM антенна с SMA разъемом.

Технические характеристики:

Частотный диапазон, МГц 824-960 / 1770-1880

Тип разъема SMA male

Кабель RG174

Длина кабеля, м 2,5

Конструктивные размеры:

Длина, мм 150

Ширина, мм 25

Высота, мм 5

ГЛОНАСС/GPS приёмник МНП-М3



Рис.1.4. ГЛОНАСС/GSM приемник

Навигационный ГЛОНАСС/GPS приёмник МНП-М3(рис1.4) производит автоматический поиск, приём и обработку сигналов спутников радионавигационных систем ГЛОНАСС, GPS и SBAS (WAAS, EGNOS), включая комбинированную фильтрацию по коду и несущей. Приемник осуществляет определение навигационно-временных параметров потребителя в режиме реального времени.

Навигационный приемник может применяться в высокоточных навигационных системах, в том числе в системах с высокой динамикой объектов, в системах управления движением железнодорожного, автомобильного, воздушного, морского, речного и других видов транспорта. Модуль приемника выполнен в виде печатной платы с односторонним расположением элементов и контактными площадками под поверхностный монтаж.

Количество каналов: 16, каждый из которых может работать как по системе ГЛОНАСС, так и по системе GPS.

Режимы работы: ГЛОНАСС, GPS, ГЛОНАСС + GPS

Рабочие частоты: ГЛОНАСС L1 (1598,0625—1608,75 МГц); GPS L1, SBAS (1575,42 МГц)

Формируемые данные: местоположение (долгота, широта, высота), вектор скорости, время и дата UTC, измерения на тактовой и несущей частотах

Интерфейс: два последовательных порта (TTL)

Протокол обмена: NMEA-0183 (IEC 61162), бинарный, RTCM SC-104 (стандарт передачи поправок для каналов наземного базирования).

Темп передачи навигационных: 1 секунда

Время первого определения навигационных параметров, с, не более:

- при отсутствии всех исходных данных: 300
- при наличии альманаха: 180
- при наличии альманаха и местоположения: 120
- при наличии альманаха, местоположения и времени: 50
- при наличии альманаха, местоположения, времени и эфемеридной

информации: 20

Напряжение питания, 3,1—5,5 В

Потребляемая мощность платы, не более 0.9 Вт

Температурный режим работы, -40 ... +70°C

Габаритные размеры, 31x40x4 мм

Масса, 7 грамм

GPS/ГЛОНАСС Антенна

Для мониторинга наземного транспорта используем ГЛОНАСС\GPS антенну GLONASS-05(рис1.5.).

ГЛОНАСС\GPS антенна GLONASS-05



Рис.1.5. ГЛОНАСС/GSMантенна

Активная внешняя мини ГЛОНАСС\GPS антенна GLONASS-05 - ГЛОНАСС\GPS антенна которая отлично показала свою работу в условиях плотной городской застройки при многолучевых переотражениях как ГЛОНАСС так и GPS сигналов. Антенна GLONASS-05 хорошо себя зарекомендовала в ГЛОНАСС логистике, ГЛОНАСС мониторинге общественного транспорта, грузоперевозках, авиации и военной технике, WEB ГЛОНАСС мониторинге.

Размеры ГЛОНАСС\GPS антенны 47×47.5X15 mm

Антенный разъём ГЛОНАСС\GPS антенны: SMA,BNC,FME,MCX,MMCX и т.д.

Напряжение питания ГЛОНАСС\GPS антенны: 2.7V/3.0V/3.3V/5.0V/
3.0~5.0V

Типы коаксиального кабеля ГЛОНАСС\GPS антенны: RG
174/RG316/RG178/RG58

Достоинства ГЛОНАСС\GPS антенны активной GLONASS-05:

компактные размеры и прочный пластиковый корпус размеры 47×47.5X15mm.

Высокая чувствительность, высокое соотношение сигнал\шум

устойчивость к перепадам температур (-40+85)

Технические параметры ГЛОНАСС\GPS антенны активной GLONASS-05:

Параметр:	Значение:
Антенный разъём	SMA,BNC,FME,MCX,MMCX
Рабочий диапазон частот	от 1570 до 1610 МГц
полоса пропускания	30 МГц
VSWR (КСВ)	1.5 Макс
входной импеданс	50 Ом
Поляризация	RHCP
Коэффициент усиления	27 дБ
уровень шума	1.5 дБ
Напряжение питания	2.7V/3.0V/3.3V/5.0V/3.0~5.0V
Потребляемый ток	22 мА Макс 5В
коаксиальный кабель	RG 174/RG316/RG178
Крепление	магнитное основание
Температура хранения	-40 +85С
Рабочая температура	-40 +85С
Вибрация синусоидальная,	1G (0-P), 10-150-10 Гц по каждой оси
Влагозащита	100%
Влажность	95% ~ 100% RH

Преимущества ГЛОНАСС\GPS антенны GLONASS-05:

Активная антенна значительно усиливает принятый сигнал встроенным малошумящим усилителем мощности и позволяет использовать ГЛОНАСС навигацию в тех местах, где ГЛОНАСС навигатор теряет связь.

Модуль питания

Модули	Потребляемый ток, А	Напряжение питания, В	Потребляемая мощность, в среднем, Вт	Итого, Вт
GSM модем Siemens MC35	0,2	12	2,4	3,77
GPS\ГЛОНАСС модуль МНП-М3	0.16	3.1 ~ 5.5	0,9	
GPS\ГЛОНАСС антенна GLONASS-05	0,022	3.0 ~ 5.0	0,11	
Интерфейсный модуль RS2-5.71	0,07	4.9 ~ 5.1	0,36	
Учтем коэффициент полезного действия, равный 90%				3,39
Учтем запас мощности, чтобы блок питания не работал на пределе (150%)				5,09

Таким образом нужно выбрать модуль питания из ряда выпускаемых (3, 5, 10, 15, 30 Вт) с мощностью 10 Вт. В качестве базового модуля питания выбираем МПВ10В производства фирмы “Ирбис” серии МП...10Х - входное напряжение 50 В, мощность 10 Вт (рис.1.6).



Рис.1.6. Модуль питания

Параметры:

- Электрическая прочность изоляции 500 В
- Типовой КПД: одноканальный – 75...85 %
- Расположение выводов соответствует зарубежным стандартам
- Металлический корпус

- Высокая удельная мощность: 800 Вт/дм³
- Точность установки выходного напряжения: $\pm 2 \%$
- Изменение выходного напряжения при изменении входного: $\pm 0,3 \%$
- Изменение выходного напряжения при изменении нагрузки от 10 до 100 %:
 $\pm 0,5 \%$
- Коэффициент нестабильности выходного напряжения от изменения температуры: $\pm 0,02 \%/^{\circ}\text{C}$
- Пульсации выходного напряжения: $\leq 150 \text{ мВ}$
- Регулировка выходного напряжения (однокан.): $\pm 5 \%$
- Защита от перегрузок, короткого замыкания и перенапряжения на выходе
есть
- Внешнее выключение есть
- Широкий диапазон рабочих температур на корпусе: $-40 \dots +85 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Диапазон температур хранения: $-55 \dots +85 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Расчетное время наработки между отказами: 1000 000 ч
- Размеры корпуса: 50,8x25,4x10 мм
- Масса: 30 г

ГЛАВА II. РАЗРАБОТКА GPS-GSM СИСТЕМЫ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА В АЭРОПОРТУ

2.1. Разработка структурной схемы и схемы электрической Эб варианта радиосистемы мониторинга транспортных средств с позиционированием по сигналам GPS/ГЛОНАСС с ретрансляцией результатов измерений через GSM-модуль

Для разработки структурной схемы транспортного модуля необходимо вначале определить требования, которым должно соответствовать разрабатываемое устройство (трекер).

Трекер должен соответствовать нижеприведённым требованиям:

- Обеспечение определения навигационных параметров колёсного транспортного средства (далее ТС), опрос подключенных датчиков и передачу полученных данных в информационном сообщении на сервер системы мониторинга, в соответствии с требованиями к информационному сообщению,
- Габаритные размеры трекера без защитного бокса по трём измерениям не более 150x100x50 мм.
- Напряжение питания, обеспечивающее функционирование трекера, в диапазоне от 9 до 36 В. Мощность, потребляемая бортовым контроллером, не должна превышать 5 Вт.
- Защита трекера от перепадов напряжения выше номинальных и замыкания напряжения на корпус.
- Время работы без внешнего питания при температурах -30 до +55 С – 24 часа при условии подключения внешнего автономного источника питания.
- Вычисление местоположения (географических координат) ТС по данным системы ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS.
- Возможность подключения к прибору следующих датчиков:
 - Не менее 6-и цифровых датчиков, при срабатывании которых происходит немедленная отправка стандартного информационного

сообщения, до тех пор, пока с сервера не придёт информация о получении сообщения.

- Не менее 3-х цифровых управляющих выходов.
- Не менее 1-го импульсного датчика.
- Наличие энергонезависимой памяти, хранящей информационные сообщения, отражающие состояние объекта мониторинга не менее чем за 24 прошедших часа, но не менее 15000 информационных сообщений.
- Автономное функционирование после проведения монтажа и первичной настройки.
- Возможность удалённой настройки и смены прошивки трекера
- Прибор должен иметь открытый формат передачи данных.
- Технические требования к модулю ГЛОНАСС/GPS, установленном в трекере:
 - количество каналов приема 24
 - точность определения плановых координат 10 м, скорости 0,1 м/с, высоты 5 м.
 - время получения навигационных параметров: «холодный старт» (не известны альманах, эфемериды, время, координаты) не более 90 сек., «теплый старт» (известны альманах, время, координаты) 30 сек.; «горячий старт» (известны альманах, эфемериды, время, координаты) 15 сек.
- Повторный захват сигналов со спутников происходит за время не более 5 сек. после пропадания сигнала на время не менее 20 сек.
- чувствительность: –165 дБВт
- выдача во внешние устройства текущих координат в системе координат WGS-84, ПЗ-90;
- Формирование информационного сообщения следующего содержания: Мгновенная скорость в км/ч, Координаты (широта/долгота), Направление движения (угол курса в градусах), Фактическая дата местоположения ТС (по UTC), Фактическое время местоположения ТС (по UTC), Показания датчиков, Пробег ТС в метрах (выраженный в приращении пройденного пути

от момента включения), Количество спутников GPS/ГЛОНАСС (2 числа) (отдельно ГЛОНАСС/отдельно GPS), Наличие/отсутствие внешнего питания блока, Показания датчика несанкционированного вскрытия защитного бокса.

- Отправка актуального информационного сообщения в соответствии со следующими критериями, задаваемыми при настройке трекера. Критерии коррелируются в соответствии с принципами «логического «или»», после наступления одного из критериев значение всех критериев обнуляется (для каждого из критериев задаётся два значения, для случаев наличия и отсутствия внешнего питания).

- Отклонение от курса (в градусах), при превышении которого происходит отправка информационного сообщения.

- Интервал времени (в секундах), по прошествии которого происходит отправка информационного сообщения.

- Дистанция (в метрах), по прошествии которой происходит отправка информационного сообщения.

- Появление, заданного при настройке значения одного из датчиков, при котором происходит отправка информационного сообщения.

- Передача навигационных параметров в навигационно-мониторинговую систему и (или) их запись во внутреннюю энергонезависимую память через заданный оператором промежуток времени (от 5 до 3600 секунд), расстояния (от 10 до 1000 метров);

- Навигационный приемник должен обеспечивать возможность сохранения во внутренней энергонезависимой памяти не менее 1500 последовательно зарегистрированных событий, отражающих его состояние за последние 24 часа.

- При отсутствии связи с сервером - хранение информационных сообщений в энергонезависимой памяти, с последующей отправкой в промежутках между отправкой актуальных сообщений.

- Получение подтверждения доставки на сервер системы сообщения, содержащего заданное при настройке значение одного из датчиков, при

котором происходит отправка информационного сообщения, и, в случае его отсутствия, повторная отправка данного сообщения в приоритетном порядке вплоть до получения подтверждения доставки.

- Прибор должен иметь возможность определения координат альтернативным способом при помощи сетей сотовой связи.
- Защита трекера от вмешательства в настройки третьих лиц путём настройки на трекере пароля изменения настроек и прошивки.
- Прибор должен определять следующие навигационные параметры: Широта, Долгота, Высота над уровнем моря, Скорость
- Частота обновления навигационных параметров трекером: не более 5сек.
- Встроенный GPRS-модем прибора должен обладать следующими характеристиками:
 - Стандарт связи – GSM
 - Способ передачи данных - GPRS.
 - Частотные диапазоны - 900/1800/1900 МГц.
 - Навигационный приемник должен иметь защиту от изменения полярности при подключении к источнику электропитания
- Прибор должен иметь возможность игнорировать запросы и команды, поступившие с IP адресов или телефонов, не входящих в навигационно-мониторинговую систему.
- Прибор должен обеспечивать возможность изменения интервалов отправки информационных сообщений.
- Открытый формат информационного навигационного сообщения.
- Прибор должен поддерживать разделение событий по приоритетам важности на «первоочередные» и «рядовые», с гарантированной отправкой сообщений с приоритетом «первоочередное» вне очереди.
- При отсутствии связи прибор должен хранить информационные сообщения, которые не смог отправить, во внутренней флеш памяти, при появлении связи в первую очередь отправляются информационные сообщения, содержащие информацию от датчиков, при срабатывании которых

происходит внеочередная отправка сообщений, далее отправляются актуальные координаты и в последнюю очередь отправляется история информационных сообщений. При наличии связи актуальные координаты отправляются в соответствии с описанной логикой.

- Прибор должен иметь возможность обеспечения громкой связи с водителем ТС по каналу GSM. Должна быть предусмотрена функция: "автоматический обратный звонок".

- Поддержка считывания данных, прошивки и настройки трекера с помощью кабеля RS-232 или USB.

- Поддержка следующих интерфейсов подключения внешних датчиков:

- USB

- RS485

- CAN

- Должна быть обеспечена возможность интеграции со сторонним оборудованием, использующим стандартизированные протоколы обмена.

- Комплектация трекера должна включать внешние индикаторы наличия питания, наличия спутников ГЛОНАСС\GPS, сигнала GSM.

Разработка схемы модуля GPS/ ГЛОНАСС

Приемник навигационных систем ГЛОНАСС/GPS выполнен в виде аппаратного модуля, выполняющего все необходимые аналоговые и цифровые операции (процессы) обработки навигационного сигнала и предоставляющего на выход уже готовое навигационное решение в виде географических координат (долгота, широта, высота), скорость и время. Такие приемники, как правило, содержат аналоговую часть, включающую усилитель навигационного сигнала и преобразователь частоты, аналого-цифровой преобразователь, набор корреляторов, узел согласования с навигационными сигналами и процессор, выполняющий все необходимые вычисления для получения готового навигационного решения. Данный приемник содержит антенный разъем, малошумящий усилитель, полосовой фильтр, делитель мощности, радиочастотные модули ГЛОНАСС и

GPS/GALILEO, генератор опорного колебания, блоки корреляторов ГЛОНАСС и GPS/GALILEO, принимающие оцифрованные отсчеты сигнала с выхода радиочастотных модулей, преобразователь интерфейса, процессор, принимающий данные от блоков корреляторов, решающий навигационную задачу и передающий результаты ее решения вовне через преобразователь интерфейса. Приемник может быть собран из отдельных дискретных элементов или выполнен интегрально в виде набора микросхем или даже одной микросхемы. Схема приемника приведена на рис.2.1.

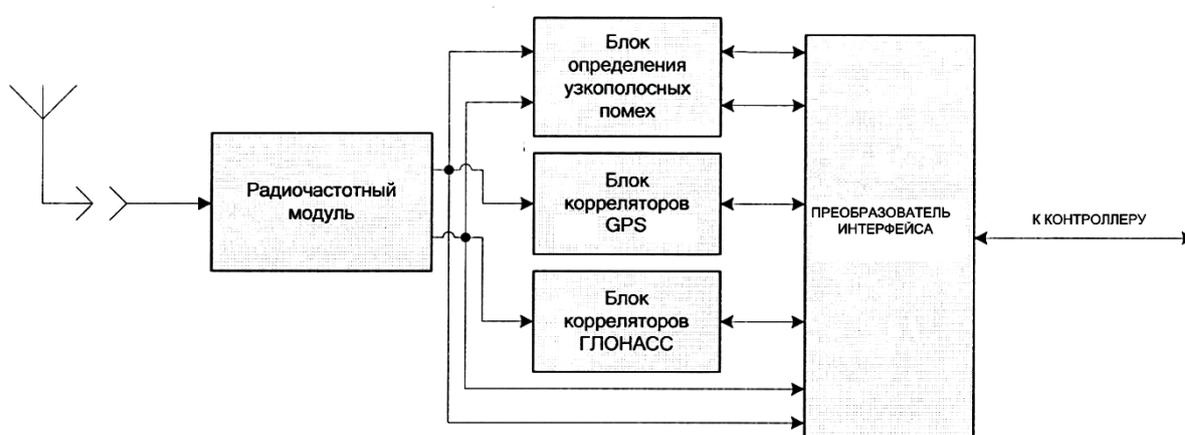


Рис.2.1. Модуль GPS/ГЛОНАСС

Цифровой коррелятор предназначен для параллельного поиска спутниковых сигналов, излучаемых разными космическими аппаратами (КА) орбитальной группировки, для параллельного слежения за спутниковыми сигналами разных КА, для вычисления времен задержек между спутниковыми сигналами разных КА, для синхронизации времени, для параллельного выделения (демодуляции) навигационных сообщений отслеживаемых КА и для передачи полученных данных в микропроцессор.

Цифровой коррелятор может использоваться для разработки мультисистемных навигационных приемников, за счет аппаратной реализации в ПЛИС поддержки сигналов двух типов глобальных навигационных спутниковых систем - ГЛОНАСС и NavstarGPS.

В качестве цифрового коррелятора применяется готовая программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС)

Блок-схема навигационного приемника спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS для сигналов стандартной точности, содержащего цифровой коррелятор на ПЛИС, показана на рис. 2.2

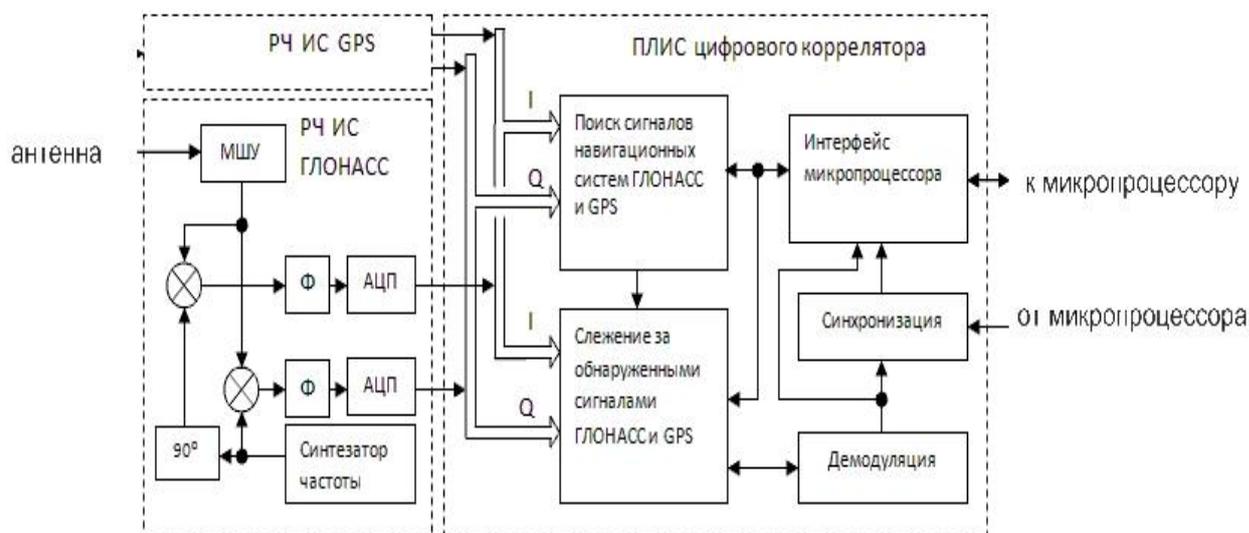


Рис.2.2. Схема функциональная GPS/ ГЛОНАСС приемника

От антенны сигнал поступает на радиочастотный узел приемника. В этом узле сигнал усиливается, детектируется и преобразуется в цифровую форму с помощью аналого-цифровых преобразователей.

Обработанный таким образом сигнал поступает на ПЛИС цифрового коррелятора, где происходит поиск сигналов и слежение за ними.

Для системы ГЛОНАСС время поиска сигнала стандартной точности при последовательном поиске по задержке будет меньше в 2 раза по сравнению с временем поиска сигнала системы GPS (при количестве параллельных приемных корреляционных каналов, равных - максимальному количеству спутников для системы GPS и количеству спутниковых частот для системы ГЛОНАСС) из-за меньшей в 2 раза длины кода ПСП при одинаковом периоде повторения кода ПСП (при последовательном поиске проверяются все возможные взаимные задержки между принимаемым кодом ПСП и воспроизводимым в приемнике кодом ПСП). Время поиска может

быть уменьшено при увеличении числа параллельных ячеек поиска по задержке или при использовании параллельного поиска по коду методом вычисления круговой свёртки в частотной области, но всё это требует увеличения аппаратных затрат ПЛИС (время поиска КА системы GPS может быть аналогичным времени поиска КА системы ГЛОНАСС или даже менее, при соответствующем увеличении аппаратных затрат в ПЛИС в навигационном приемнике).

Разработка схемы GSM-модема

GSM- модем предлагается построить на базе 8-разрядного микроконтроллера PIC16F628A фирмы Microchip.

Принцип действия GSM сигнализации (рис. 2.3) заключается в получении и обработке данных с установленных на объекте датчиков GSM контроллером и, в случае возникновения нештатной ситуации (срабатывании датчика), оповещение через канал сотовой связи любого оператора (сотовый телефон). Кроме того, к GSM контроллеру подключается внешнее питание.

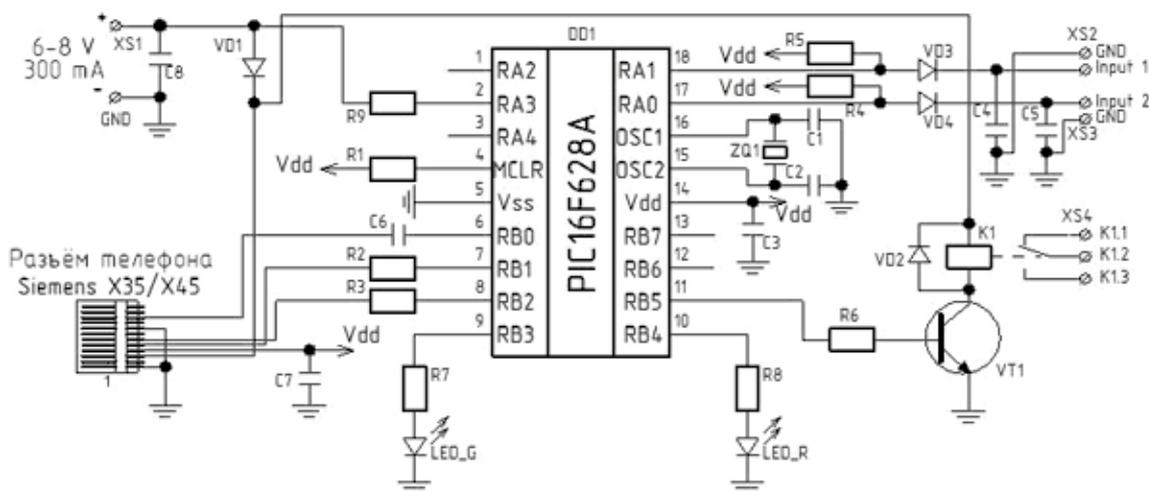


Рис.2.3. Схема принципиальная GSM-модуля

Перечень электронных компонентов, используемых в GSM контроллере:

DD1 - PIC16F628A-I/P с прошивкой

ZQ1 - 4 MHz

C1, C2 - 25 pF

C3, C4, C5, C8 - 0,1 mF

C6 - 360 pF

C7 - 220/10

K1 - BS115C-12A-5V

VT1 - KT815A (KT829A)

R1, R4, R5 - 4,7 K

R2, R3 - 150

R6 - 1 K

R7, R8 - 510

R9 - 47 K

LED_R - GNL-3012HD (красный) или любой другой красного цвета и диаметром 3 мм.

LED_G - GNL-3014GD (зелёный) или любой другой зелёного цвета и диаметром 3 мм.

VD1, VD2 - 1N4007

VD3, VD4- 1N4148 (КД522)

XS1 - XS3 - 340-021-12 (blue)

XS4 - 340-031-12 (blue)

К XS1 подключается внешнее питание, которое должно обеспечивать напряжение 6 - 8 вольт при токе нагрузки не менее 300 мА. Можно использовать трансформаторное зарядное устройство от сотового телефона не китайского производства . Сам контроллер питается от интегрированной батареи сотового телефона. Поэтому, кратковременные перебои электроэнергии на работу GSM сигнализации не влияют. Чем выше качество аккумуляторной батареи, тем дольше GSM сигнализация способна сохранять свою работоспособность при пропаже внешнего питания.

GSM контроллер имеет два независимых входа для подключения внешних датчиков. К XS2 и XS3 подключаются любые датчики с нормально замкнутыми или нормально разомкнутыми контактами. Это могут быть обычные кнопки, герконовые датчики, датчики разбития стекла, датчики

движения, инфракрасные барьеры, датчики утечки газа, дымовые извещатели, датчики протечки воды и многие другие. Следует отметить, что на один вход можно подцепить сразу несколько датчиков. В последовательную цепочку (рис. 3.а) те, которые в дежурном режиме нормально замкнуты (в аварийной ситуации размыкаются), и параллельную те, которые в дежурном режиме нормально разомкнуты (в аварийной ситуации замыкаются). GSM контроллер имеет одно выходное реле (XS4), к которому при необходимости подключается сирена, сигнальная лампа или другое устройство оповещения. Номинальная мощность силовых контактов реле составляет 2400 Вт (10А 240VAC). Как видно из принципиальной электрической схемы (Рис. 5), выходное реле будет работать лишь при наличии внешнего питания.

2.2. Расчеты энергетики радиолиний и моделирование задержки передачи пакетов от радиосистемы мониторинга в диспетчерский центр

Для расчета энергетики радиолинии базовая станция –транспортное средство необходимо задаться некоторыми начальными параметрами. Технические характеристики систем радиолинии передачи данных должны соответствовать требованиям, регламентированным международными стандартами. Так как в нашей разработке применяется модуль GSM, то частота передачи данных выбирается равной 900 МГц. Ниже представлены требования к системам GSM в соответствии с этой рекомендацией, которые необходимо учитывать при расчете энергетики радиолинии базовая станция – абонент.

Полоса частот, МГц

900-905

Разнос каналов, МГц

9,5

Усиление антенны (ненаправленной), дБ

8...15

Мощность приемника на канал, мВт (дБВт)

200

Вид модуляции

ЧМ

Примем максимальный диаметр антенны на краю зоны обслуживания равным 0,4 м, а радиус зоны обслуживания – 4 км.

Следующим этапом расчета энергетики радиолинии базовая станция – абонент является определение полной мощности шумов, создаваемых на входе приемного устройства различными источниками.

Полная эквивалентная шумовая температура приемной системы, состоящей из антенны и собственно приемника, приведенная ко входу приемника (т.е. к точке стыковки с приемником) определяется по формуле :

$$T_{\Sigma} = T_a \eta_{ПР} + T_0(1 - \eta_{ПР}) + T_{ПР1} + T_{ПР2}$$

где T_a – эквивалентная шумовая температура антенны;

$\eta_{ПР}$ – коэффициент передачи антенно-волноводной части приемного тракта;

T_0 – абсолютная температура среды (= 290 К);

$T_{ПР1}$ – эквивалентная шумовая температура первого конвертора, обусловленная его внутренними шумами;

$T_{ПР2}$ – эквивалентная шумовая температура второго конвертора, обусловленная его внутренними шумами;

Эквивалентная шумовая температура антенны может быть представлена в виде составляющих, которые обусловлены различными факторами [6]:

$$T_a = T_k + T_{атм} + cT_3$$

T_k – прием космического радиоизлучения;

$T_{атм}$ – излучение атмосферы с учетом дождя;

T_3 – прямое излучение земной поверхности через боковые лепестки диаграммы направленности антенны;

c – коэффициент, учитывающий уровень энергии, попадающей в антенну через боковые лепестки. Примерно $c \gg 0,05 \dots 0,4$.

Рассчитаем величину эквивалентной шумовой температуры антенны, работающей в диапазоне 900 МГц.

Шумовую температуру антенны, обусловленную излучением космоса и радиоизлучением атмосферы с учетом дождя находим по графикам частотной зависимости шумовой температуры Галактики и атмосферы (без учета дождя) в . Величину излучения земной поверхности через боковые лепестки диаграммы направленности антенны находим по графику частотной зависимости шумовой температуры атмосферы (с учетом дождя). Шумовое радиоизлучение земной поверхности имеет тепловой характер и в полной мере обусловлено поглощением сигналов в атмосфере с учетом дождя.

Из указанных графиков находим $T_k, T_{атм}, T_3$

$$T_k = 0;$$

$$T_{атм} = 320 \text{ К};$$

$$T_3 = 270 \text{ К};$$

Примем $c = 0,2$ и рассчитаем шумовую температуру приемной антенны абонента:

$$T_a = 0 + 320 + 0,2 * 270 = 374 \text{ К};$$

Эквивалентные шумовые температуры конверторов, обусловленные его внутренними шумами определяются из коэффициентов шума этих конверторов, при том, что $K_{ш1} = 0,8$ дБ, а $K_{ш2} = 6$ дБ :

$$T_{np1} = T_0 (10^{K_{ш1}/10} - 1)$$

$$T_{np2} = T_0 (10^{K_{ш2}/10} - 1)$$

Подставим значения:

$$T_{np1} = 290 \left(10^{0,8/10} - 1 \right) = 58,7 \text{ К}$$

$$T_{np2} = 290 \left(10^{6/10} - 1 \right) = 864,5K$$

Для того, чтобы любой абонент мог разместить антенну в удобном для него месте, длина соединительного кабеля должна быть не меньше 10 м. При ослаблении сигнала в кабеле $0,3 \text{ дБ/м}$ $\eta_{пер} = 0,5$.

Следовательно, полная эквивалентная шумовая температура приемной системы:

$$T_{\Sigma} = 374 * 0,5 + 290(1 - 0,5) + 58,7 + 864,5 = 1228,2K$$

Рассчитаем коэффициент усиления приемной антенны на краю зоны обслуживания при диаметре антенны 0,4 м в диапазоне 900МГц по формуле [6]:

$$G = 10 \lg \frac{q \pi^2 d^2}{\lambda^2}$$

где q – коэффициент использования поверхности (для параболических антенн 0,5...0,6 м);

d – диаметр приемной антенны абонента;

λ – средняя длина волны диапазона.

Рассчитывается по формуле:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

где c – скорость света, $c = 3 * 10^8 \text{ м/с}$;

f – средняя частота диапазона, $f = 900 \text{ М Гц}$.

Рассчитаем среднюю длину волны диапазона:

$$\lambda = \frac{3 * 10^8}{9 * 10^8} = 0,3 \text{ м}$$

Найдем коэффициент усиления приемной антенны абонента на краю зоны обслуживания:

$$G = 10 \lg \frac{0,7 * 3,14^2 * 0,4^2}{0,3^2} = 3,2 \text{ дБ}$$

Теперь найдем добротность приемной установки. Добротность является главной характеристикой приемной установки. Она определяется по формуле :

$$\frac{G}{T_{\Sigma}} = G - 10 \lg T_{\Sigma}$$

где G – усиление приемной антенны абонентской установки;

T_{Σ} – полная эквивалентная шумовая температура приемной системы.

Подставляем найденные раньше значения:

$$\frac{G}{T_{\Sigma}} = 3.2 - 10 \lg 1228.2 = 12.36 \text{ дБ/К}$$

Основной характеристикой передатчика является эквивалентная изотропно-излучаемая мощность. Она находится по формуле :

$$EИИМ = \left(\frac{P_c}{P_{ш}} \right)_{\text{вх}} + L_0 + L_{\partial} - \frac{G}{T_{\Sigma}} + \kappa \Delta f_{ш} + M$$

где ЕИИМ – эквивалентная изотропно-излучаемая мощность;

$\frac{P_c}{P_{ш}}$ – необходимое отношение средней мощности сигнала к средней мощности шума на входе приемника;

L_0 – основные потери энергии сигнала в свободном пространстве вследствие рассеивания;

L_{∂} – потери в дожде;

$\kappa \Delta f_{ш}$ – произведение постоянной Больцмана к на шумовую полосу приемника абонента, $\kappa = 1,38 * 10^{-23}$ Вт/К/Гц;

M – запас на случайные неучтенные потери энергии сигнала.

Затухание энергии сигнала в дожде в диапазоне 900 МГц очень большое по сравнению с диапазоном Ку. Величину затухания мы определим по графику частотной зависимости коэффициента поглощения в дожде различной интенсивности для интенсивности 7 мм/ч. По графику статистических распределений среднeminутных значений интенсивности дождей в [находим, что при $I = 7$ мм/ч $T_d = 0,03$.

При радиусе зоны обслуживания $R = 4$ км величина затухания в дожде определяется по формуле :

$$L_{\partial} = L_{\partial}^1 R$$

где L_{∂}^1 – потери в дожде на км;

R – радиус зоны обслуживания.

Найдем потери в дожде, определив сначала L_{∂}^1

$$L_{\partial}^1 = 2 \text{ дБ/км}$$

Тогда

$$L_{\partial} = 2 * 4 = 8 \text{ дБ}$$

Основные потери энергии сигнала в свободном пространстве вследствие рассеивания определяются по формуле :

$$L_0 = 20 \lg \left(\frac{4\pi R}{\lambda} \right)$$

$$L_0 = 20 \lg \left(\frac{4 * 3.14 * 4000}{0.3} \right) = 136,8 \text{ дБ}$$

Рассчитаем ЕИИМ на канал передатчика базовой станции:

$$\text{ЕИИМ} = 19,5 + 136,8 + 8 - 12,36 - 153,87 + 5 = 2,82 \text{ дБ.}$$

Мощность передатчика базовой станции определим из формулы

$$\text{ЕИИМ} = P_{\text{пер/кан}} + G_{\text{пер}} - \eta_{\text{пер}}$$

$$P_{\text{пер/кан}} = \text{ЕИИМ} - G_{\text{пер}} - \eta_{\text{пер}}$$

где $P_{\text{пер/кан}}$ – мощность передатчика на канал;

$G_{\text{пер}}$ – коэффициент усиления передающей антенны. Для ненаправленной антенны базовой станции GSM коэффициент усиления передающей антенны равен 10...15 дБ;

$\eta_{\text{пер}}$ – коэффициент передачи антенно–волноводного тракта. Так как на базовой станции GSM передатчик располагается непосредственно рядом с

антенной, то потери в антенно–волноводном тракте практически отсутствуют.

$$P_{пер/кан} = 2082 - 12 - 0 = -9.18 \text{ дБВт}$$

Полная мощность передатчика при вещании пакета из 12 параметров определяется по формуле :

$$P_{пер} = P_{пер/кан} + 10 \lg(n)$$

Определим максимально возможную площадь покрытия вещанием.

Максимальная площадь соты :

$$S = \frac{\pi R^2}{2}$$
$$S = \frac{3.14 * 4^2}{2} = 25 \text{ км}^2$$

Канальная емкость диапазона 900 МГц составляет 128 каналов. При вещании одной базовой станцией 32 телевизионных программ можно организовать 4 соты. Тогда общая площадь покрытия вещанием находится по формуле:

$$S_n = 4S = 4 * 25 = 100 \text{ км}^2$$

2.3. Разработка варианта конструктивного исполнения модуля транспортных средств.

Конструктивное исполнение модуля транспортного средства системы GPS/ГЛОНАСС/ GSM мониторинга должно соответствовать следующим требованиям:

- Иметь небольшие массу и габариты, так как оборудование размещается на борту автотранспортного средства, и его установка не должна влиять на тактико-технические характеристики транспортного средства..

- Обеспечивать возможность установки, чтобы быть защищенным от внешних факторов следующей интенсивности:

-Рабочая температура от -30 до +55 С, температура хранения от -40 до 65 С.

-Относительная влажность от 0 до 90% при температуре 25 С.

- Выдерживать мгновенные ускорения и вибрационные нагрузки согласно ГОСТ 16019-2001.
- Должна обеспечиваться защита трекера от перепадов напряжения выше номинальных и замыкания напряжения на корпус.
- Конструкция модуля должна иметь исполнение «всё в одном», то есть плата управления, спутниковый навигационный приёмник, приёмо-передающие устройства, внутренний аккумулятор должны быть интегрированы в один корпус, к которому подключаются питание, антенны, исполнительные устройства и датчики, дисплей, считыватели магнитных или радиометок, индикаторы и другие внешние устройства.
- Конструкция модуля должна обеспечивать возможность скрытного размещения его элементов внутри кузова транспортного средства, затруднение несанкционированного демонтажа и иметь защиту от механических и электромагнитных воздействий. При этом должен сохраняться доступ обслуживающего персонала к разъёму для считывания содержимого внутренней энергонезависимой памяти.
- Модуль должен обеспечивать электромагнитную совместимость радиоэлектронных средств в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50842-95.
- Прибор не должен требовать технического обслуживания, как со стороны эксплуатирующей организации, так и со стороны прочих организаций.
- прибор должен иметь надежное и простое крепление к кузову автотранспортного средства

Исходя из перечисленных выше требований, а также на основе предложенной принципиальной схемы модуля транспортных средств, предлагается выполнить прибор в виде трех элементов-самого модуля, антенны GPS/ ГЛОНАСС, а также антенны GSM для связи с наземными станциями.

Габаритный чертеж транспортного модуля приведен на рис.2.4.

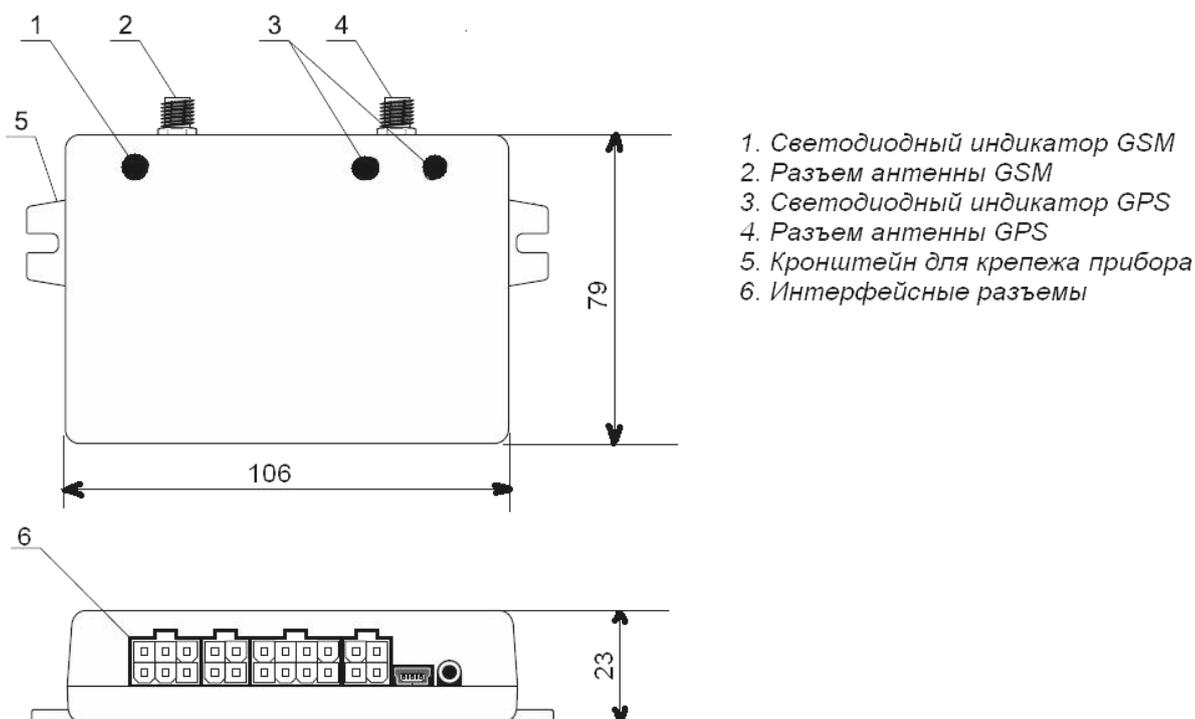


Рис.2.4. Габаритный чертеж транспортного модуля

Как видно из чертежа, модуль имеет небольшие габариты, узлы крепления позволяют надежно закрепить его на удобном месте автотранспортного средства.

На одной стороне модуля предлагается установить гнезда для подключения антенн GPS и GSM. Это связано с тем, что высокочастотная часть устройства объединена на одной плате и поэтому антенные входы располагаются рядом. Светодиодные индикаторы расположены на верхней крышке устройства. Они указывают на то, что в текущий момент времени сигнал принимается приемником GPS/ГЛОНАСС или передается GSM- модулем.

На обратной стороне устройства расположены интерфейсные разъемы для подключения источника питания модуля, интерфейсы данных RS-485 и CAN для подключения к устройству датчиков уровня топлива, датчиков положения дверей автотранспортного средства, а также USB- разъем для программирования устройства и считывания информации с его энергонезависимой флэш-памяти в случае работы устройства в условиях отсутствия сети GSM.

Габаритные размеры устройства рассчитаны исходя из потребностей размещения всех элементов системы в одном блоке и равны. 106x79x23 мм.

В качестве антенны GPS используется готовое изделие производства компании COMPEL. Его габаритные размеры приведены на рис. 2.5.

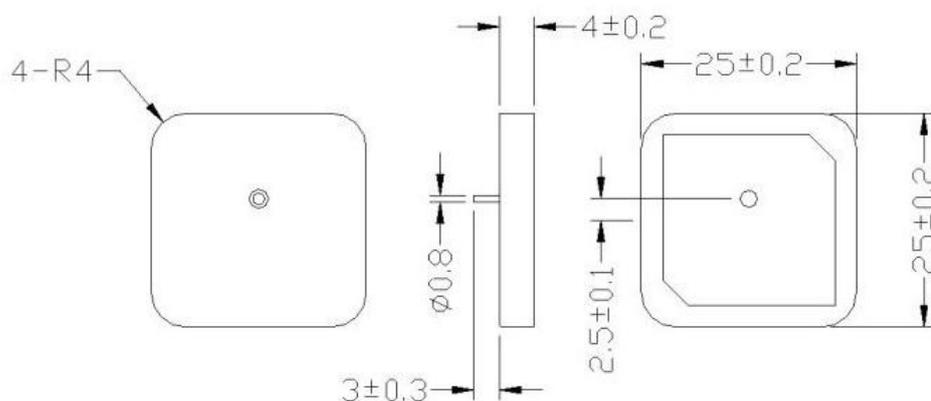


Рис.2.5.GPS-антенна

Также готовое изделие производства компании MT-SYSTEM используется в качестве антенны GSM. Ее габаритный чертеж приведен на рис. 2.6.

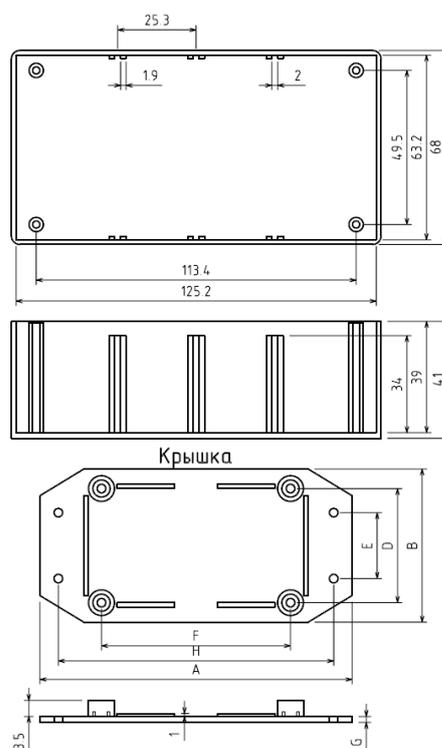


Рис.2.6. Габаритный чертеж GSM- антенны

Таким образом, предлагаемая конструкция соответствует всем предъявляемым требованиям, позволяет укрепить устройство на любом транспортном средстве.

ГЛАВА III. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Технико-экономическое обоснование

Характеристика и оценка прогрессивности научно – технической продукции.

Целесообразность разработки новой техники определяется ее ролью и значением для народного хозяйства. При этом важно, чтобы эта техника была экономически эффективна и высокого качества. Качество же зависит от функционально-технических характеристик, а его изменение оценивается индексом технического уровня разрабатываемой техники.

Для определения индекса технического уровня требуется:

- обосновать перечень функционально-технических характеристик, отражающих уровень качества проектируемой техники;
- выбрать аналог (прототип), который будет использоваться в качестве базы для сравнения. Прототип должен иметь такое же функциональное назначение.

В качестве аналога радиосистемы мониторинга транспортных средств с позиционированием по сигналам GPS/ГЛОНАСС с ретрансляцией результатов измерений через GSM/GPRSмодуль была выбрана система, имеющая с разрабатываемой радиосистемой одинаковое функциональное назначение.

Основные характеристики базовой и новой НТПр приведены в таблице 1.

Таблица 1

Существенные свойства НТПр	Уровень свойств новойНТПр	Уровень свойств базовойНТПр	Значимость (вес) свойства
Научно-технический уровень	7	7	10%
Масштабируемость	8	6	30%
Ремонтопригодность	7	6	20%
Надёжность	8	7	30%
Эргономичность	8	8	10%

На основе таблицы определим эксплуатационную прогрессивность результатов радиосистемы. Для этого воспользуемся формулой [1]:

$$J_{НТП} = \frac{H_{\text{Э}}^H}{H_{\text{Э}}^B}$$

где $J_{НТП}$ - индекс эксплуатационной прогрессивности результатов НТПр,

$H_{\text{Э}}^H$ - обобщенный количественный показатель эксплуатационного уровня НТПр, являющийся результатом дипломной работы.

$H_{\text{Э}}^B$ - обобщенный количественный показатель эксплуатационного уровня базовой НТПр.

Обобщенный количественный показатель как для базовой НТПр, так и для разрабатываемой НТПр определяется с помощью средневзвешенной оценки [2]:

$$H_{\text{Э}} = \frac{\sum_i \sum_j Q_{\text{Э}ij} \cdot R_{\text{Э}i}}{\sum_i R_{\text{Э}i}}$$

Где $Q_{\text{Э}ij}$ - значение j-го показателя i-го свойства НТПр, выраженного в баллах.

$R_{\text{Э}i}$ - значение «веса коэффициента» i-го свойства НТПр, выраженного в процентах.

Тогда обобщенный показатель эксплуатационного уровня для радиосистемы:

$$H_{\text{Э}}^B = \frac{7*0,1+6*0,3+6*0,2+7*0,3+8*0,1}{1} = 6,6$$

Обобщенный показатель эксплуатационного уровня для новой радиосистемы:

$$H_{\text{э}}^H = \frac{7*0,1+8*0,3+7*0,2+8*0,3+8*0,1}{1} = 7,7$$

Оценим индекс эксплуатационной прогрессивности результатов НТПр:

$$J_{\text{НТП}} = \frac{7,7}{6,6} = 1,16$$

Полученный индекс эксплуатационной прогрессивности показывает целесообразность разработки новой системы.

Календарное планирование работ

Календарное планирование работ осуществляется согласно директивному графику. Разработка календарного плана производится на основе данных о трудоемкости работ, связанных с выполнением дипломной работы.

Структуру трудоемкости отдельных этапов определяют, используя данные о видах работ, подлежащих выполнению. Результаты сведены в таблицу 2.

Таблица 2

№	Наименование этапов	Удельный вес этапа в %	Трудоемкость этапа, чел*ч	Количество исполнителей	Производственный цикл этапа	Длительность этапа в календарных днях
1	Анализ исх. Данных, разработка ТЗ	10%	28	2	3,5	4,9
2	Разработка базовой функциональной схемы	20%	56	2	7	9,8
3	Выбор и обоснование вариантов каналов беспроводной передачи данных	20%	56	2	7	9,8
4	Выбор модулей	20%	56	2	7	9,8
5	Расчет параметров радиолинии	10%	28	4	1,75	2,45
6	Разработка электрической схемы	15%	42	2	5,25	7,35
7	Разработка элементов конструктивного исполнения модулей	5%	14	2	1,75	2,45
	ИТОГО	100%	280		33,25	46,55

Общая трудоемкость работы 280 чел-часов. В графе «удельный вес этапа» приведена длительность этапа в процентах от полной длительности. В графе «трудоемкость этапа» приведена трудоемкость этапа в чел-часах, рассчитанная с помощью предыдущей графы. В графе «производственный цикл этапа» приведено количество рабочих дней, требующееся для выполнения этапа. Производственный цикл этапа $T_{ц}$ рассчитывается по формуле [3]:

$$T_{ц} = \frac{T_{э}}{t_{рл} q}$$

Где $T_{э}$ - это трудоемкость этапа в чел-час., $t_{рл} = 8$ часов – продолжительность рабочего дня, q – количество работников, одновременно участвующих в выполнении работ.

Пересчет длительности производственного цикла в календарные дни осуществляют умножением на коэффициент 1.4 [4].

Директивный график работ:

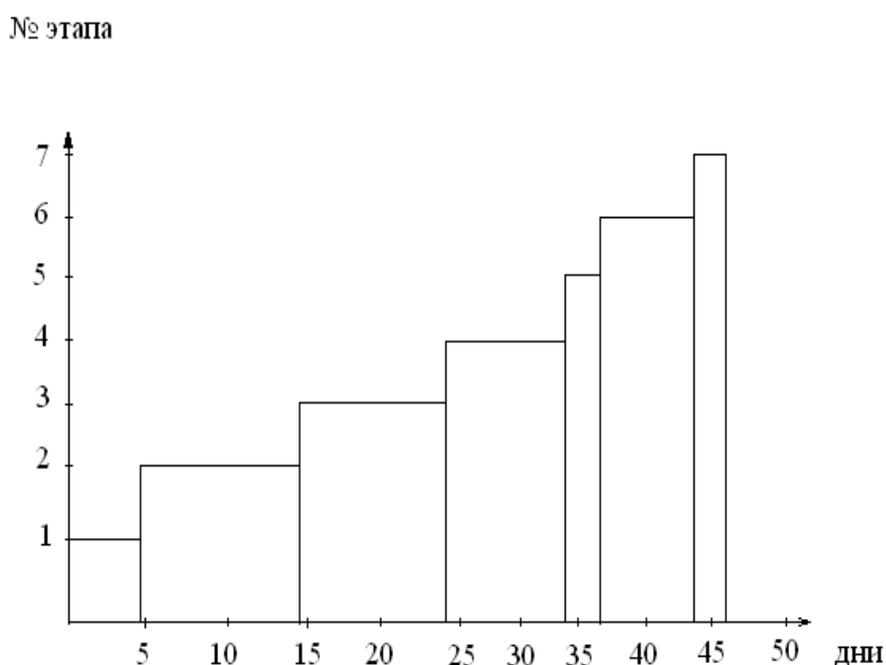


Рис.13

Определение показателей экономического обоснования

Определим сначала затраты на НТПр. Затраты на выполняемую НТПр определяются по следующим статьям расходов:

- Заработная плата разработчиков
- Затраты на социальные нужды
- Накладные расходы
- Прочие расходы

Оплата труда персонала определяется на основе общей трудоемкости создания радиосистемы и формах оплаты труда, расценок и тарифов.

Оплата труда определяется по формуле [4]:

$$З = \sum_{i=1}^k T_{\text{Э}i} \bar{\tau}_i$$

где k – количество этапов, $T_{\text{Э}i}$ - трудоёмкость i -го этапа, $\bar{\tau}_i$ - средняя часовая тарифная ставка оплаты работ i -го этапа.

Часовая ставка разработчиков определяется на основе их должностных окладов, количества рабочих дней в месяце и количества рабочих часов за день.

Таблица 3

Категория исполнителей	Месячный оклад (р.)
Инженер	15000
Техник	15000

Исходя из того, что количество рабочих часов за день $t_{\text{рл}} = 8$ часов и среднее количество рабочих дней в месяце $d = 23$ дня, получим величину часовой ставки инженера и техника:

$$\tau_{\text{инж}} = \frac{15000}{t_{\text{рл}} d} = \frac{15000}{8 * 23} = 81.5 \text{ р}$$

Величина премии не превышает 40% (по данным с предприятия) от рассчитанной заработной платы. Величина заработной платы с учетом премии рассчитывается по формуле [4]:

$$Z_{осн} = Z \cdot \left(1 + \frac{Пр}{100}\right)$$

Расчет заработной платы сводится в таблицу 4.

Таблица 4

№	Трудоемкость Стадии (чел-ч.)	Исполнители		Часовая ставка (р.)	Средняя ставка (р.)	Зарплата	Зарплата с учетом премии
		Должность	Численность				
1	28	Инженер	1	160	140	3920	5488
		Техник	1	120			
2	56	Инженер	1	160	140	7840	10976
		Техник	1	120			
3	56	Инженер	1	160	140	7840	10976
		Техник	1	120			
4	56	Техник	1	120	140	7840	10976
		Инженер	1	160			
5	28	Инженер	2	160	140	3920	5488
		Техник	2	120			
6	42	Инженер	1	160	140	5880	8232
		Техник	1	120			
7	14	Инженер	1	160	140	1960	27447
		Техник	1	120			
ИТОГО	280					39200	54880

Определение затрат, себестоимости и цены на НТПр

Таблица 5

№	Наименование статей затрат	Затраты в р.	Удельный вес в %
1	Заработная плата	54880	29
2	Отчисления на социальные нужды	16464	9
3	Накладные расходы	109760	59
4	Прочие расходы	5488	3
ИТОГО		$Z_{затр} = 186592$	100%

Цена разработки радиосистемы определяется исходя из принципа обеспечения безубыточности деятельности предприятия, получения прибыли, позволяющей выплатить обязательные платежи в бюджет и инвестировать расширение ее деятельности. Цена первоначальной продажи $C_{НТПр}^n$ определяется как [6]:

$$C_{НТПр}^n = Z_{затр} + Z_{осн} \frac{\rho_{зп}}{100},$$

где $Z_{затр}$ - текущие затраты на создание НТПр,

$Z_{осн}$ - оплата труда персонала в общих текущих затратах с учетом премии,

$\rho_{зп}$ - уровень рентабельности, обеспечивающий безубыточность деятельности,

$$\rho_{зп} = 200\%$$

$$C_{НТПр}^n = 186592 + 54880 = 241472$$

Оценка экономической эффективности НТПр

Экономическая эффективность оценивается путем расчета годового экономического эффекта $\mathcal{E}_{НТПр}$. Величина $\mathcal{E}_{НТПр}$ определяется по следующей формуле [7]:

$$\mathcal{E}_{\text{НТПр}} = \frac{Z_{\text{НТПрБ}} J_{\text{НТП}} - Z_{\text{НТПрН}}}{T_n}$$

$Z_{\text{НТПрБ}}$ - затраты на выполнение темы прототипа, руб.;

T_n - продолжительность разработки новой темы, лет (46 дней);

$J_{\text{НТП}}$ - уровень технической прогрессивности техники и технологического процесса;

Таким образом, годовой экономический эффект составляет:

$$\mathcal{E}_{\text{НТПр}} = (190000 * 1.16 - 373184) / 0.126 = 268315$$

Характеристикой эффективности работы является уровень эффективности затрат на создание новой радиосистемы, рассчитываемый по формуле [8]:

$$E = \mathcal{E}_{\text{НТПр}} / \mathcal{C}_{\text{НТПр}}^n = 268315 / 241472 = 1.11$$

Полученная величина $E = 1.11$ свидетельствует об эффективности проведенной разработки. Экономия достигается за счет повышения качества проектирования.

ГЛАВА IV. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Охрана труда

В данной дипломной работе осуществляется разработка бортового модема для управления воздушным движением, соответствующего требованиям FANS. Основным инструментом при проектировании является персональный компьютер.

Применение ПЭВМ позволяет освободить человека от непроизводительной работы, связанной с обработкой информации, изменяет характер его труда. Но при этом увеличивается доля умственного труда, возрастает психоэмоциональная нагрузка.

При значительной трудовой нагрузке, нерациональной организации работы и неблагоприятных факторах производственной среды быстро снижается производительность труда лиц, работающих за ПЭВМ, что приводит к уменьшению производительности труда и снижению качества работы, могут возникнуть перенапряжения, а в отдельных случаях срыв трудовой деятельности.

Длительная и неправильно организованная работа инженера - исследователя с ЭВМ может быть причиной следующих негативных явлений:

- постоянная работа сидя приводит к мышечному утомлению, нарушению

кровообращения в нижних конечностях и тазовой области;

- утомление органов зрения из-за постоянной работы с монитором компьютера;

- нервно-психологическое расстройство вследствие ошибок, неисправностей, отказов и сбоев в работе программы, чрезмерного темпа работы и т.п. Все это приводит к необходимости обеспечения безопасности работы с ЭВМ, правильной организации рабочего места и графика работы.

Все операции, связанные с использованием компьютера при моделировании

указанных процессов, производится в производственном помещении. Оно расположено на седьмом этаже двенадцати этажного блочного дома.

Площадь помещения: $4.9 \times 7.35 = 36 \text{ м}^2$, а его объем 89.6 м^3 . Помещение имеет одно окно, размерами $1.5 \times 1.8 \text{ м}$ обращенное на юг. Для искусственного освещения используется два светильника с лампами $100 \times 60 \text{ Вт}$. Система отопления центральная водяная [24].

В помещении расположены два стола, один из которых оборудован ЭВМ. Помимо разработчика в помещении во время работы может находиться с один человек, занятый канцелярской работой без участия ЭВМ. Площадь помещения, согласно СанПИН 2.2.2.542-96, где на одного работающего устанавливается объем производственного помещения не менее 19.5 м^3 и площадью менее 6 м^2 , полностью соответствует нормам для работы на ЭВМ.

Для обеспечения микроклиматических условий, соответствующих ГО 12.1.005-88, в холодный период года, в помещении предусмотрено централизованное водяное отопление, которое поддерживает температуру $22-24^\circ\text{C}$. В теплое время года температура воздуха в помещении зависит от внешней температуры и в среднем составляет $20-23^\circ\text{C}$. Искусственной вентиляции воздуха не предусмотрено, поэтому в помещение необходимо регулярно проветривать, для чего имеются открывающиеся проемы. Влажность воздуха в помещении составляет $\approx 50\%$. Требования к микроклиматическим условиям определяются согласно ГОСТ 12.1.055-88 и представлены в таблице 7

Основными источниками шума в рабочем помещении являются системный блок и принтер. Уровень звукового давления, создаваемого компьютером не превышает 15 дБ в полосе частот до 10 кГц . Уровень звукового давления принтера «Epson AP-3250» не более 20 дБ в полосе частот до 15 кГц . Шумы, проникающие в комнату с улицы, незначительны.

Требования к уровням шума указаны в ГОСТ 12.1.009-83 . Уровни звука и звукового давления в помещении, где работает инженер-исследователь, не должны превышать 50 дБА.

Параметр	Холодный период года (фактически)	Теплый период года (фактически)
Оптимальная температура, с	22-24	23-25
Допустимая температура, с	21-25(22)	22-26(24)
Относительная влажность воздуха, %	40-60(50)	40-60(50)
Скорость движения воздуха, м/с	0.2«	0.2В

Поражение электрическим током опасно для здоровья и жизни оператора ЭВМ, а также может привести к выходу из строя оборудования и возникновению пожара. Значения напряжения и тока прикосновения для аварийного режима при продолжительности воздействия свыше 1 сек, составляют согласно ГОСТ 12.1.038-82 , соответственно 36 В и 6 мА.

В помещении предусмотрена открытая электропроводка. Напряжение в сети 220 В, частота 50 Гц, сила тока 5 А. напряжение питания используемого оборудования значительно превышает указанные выше нормы, следовательно, необходимо проведение мероприятий по обеспечению электробезопасности. Источниками электропоражения являются: розетка электропроводки сетевой фильтр, системный блок ПЭВМ.

Помещение согласно ПУЭ по степени поражения людей электрическим током относится к классу «помещение без повышенной опасности». В рабочем помещении предусмотрена система противопожарной сигнализации. В качестве первичного средства тушения пожара применяется углекислотный огнетушитель ОУ-2,с расположенный в специальном шкафу, в коридоре.

Разработка компьютерной модели согласно СНИП 22-05-95 , соответствует разряду Шг (рабочие места: пульта ЭВМ, дисплеев). Нормируемое значение освещенности при работе с экраном составляет 200 лк, а при работе с экраном в сочетании с работой над документами - 500 лк.

Для искусственного освещения применяется комбинированная система с использованием комнатных ламп общего и местного освещения, мощностью 100 и 60 Вт соответственно. [25]

В данной главе рассматривается непосредственно рабочее место инженераисследователя, и определяются требования, предъявляемые к нему. Рабочее место расположено в углу комнаты, возле окна. Рабочим местом разработчика являетсяспециализированный компьютерный стол прямоугольной формы, размерами: 900x800x^50 мм. на котором расположен монитор, клавиатура, манипулятор типа«мышь» и принтер. Системный блок расположен на специальнойполке, подповерхностью стола.

Рабочее место можнопредставить как совокупность трех основных элементов: рабочей зоны. рабочего положения монитора, рабочего сидения.

Рабочая зова представляет собой непосредственное место работы, на котором располагаются предметы, используемые в процессе составления компьютерной модели. Построение оптимального рабочего места состоит в оптимальном расположении предметов рабочей зоне.

Конструкцией рабочей зоны должно быть обеспечено оптимальное положение работающего, которое достигается путем регулированием высоты рабочей поверхности, сидения и пространства для ног.

При организации рабочего места учитываются средние антропометрические данные человека и в соответствии с ними сформулированы следующие требования:

- высота рабочей поверхности - 725 мм;
- высота пространства для ног - 680 мм;
- высота рабочего сидения 480 мм.

Для размещения ног предусматривается свободное пространство под рабочей поверхностью высотой не менее 600 мм, шириной не менее 530 мм.

Желательно для предотвращения усталости, поместить под стол специальную подставку под ноги.

Оптимальными размерами компьютерного стола прямоугольной формы, с точки зрения средних размеров аппаратуры и антропометрических данных операторов, являются следующие размеры: 1600x800x750 мм.

Высота рабочего стола тесно связана с высотой сидения. Высота сидения приспосабливается к высоте стола. Рекомендуемая высота сидения 460 мм, но для обеспечения комфортных условий работы различными операторами необходимо предусмотреть возможность регулирования высоты в пределах 400-500мм. Тип сидения выбирается в виде рабочего кресла, которое снабжено подъемно-поворотным устройством, обеспечивающим регулировку высоты сидения, а также изменением угла наклона спинки. Рекомендуемые параметры рабочего кресла:

- ширина сидения: 400-500 мм;
- глубина сидения: 380-420 мм;
- угол наклона сидения: 0-5°;
- высота верхней кромки спинки относительно сидения - 320 мм;
- ширина спинки: 360-400 мм;
- вертикальный радиус: 620мм;

- угол наклона: 95-130°;
- высота опорной поверхности спинки: 150-180 мм;
- длина подлокотников: 200-280мм;
- ширина подлокотников: 50-80мм.

Рассмотрим вертикальный размер рабочей зоны. Согласно нормам линия взора человека должна быть перпендикулярно верхней кромки экрана, а оптимальное отклонение в вертикальной плоскости составлять не более 5°. Это можно добиться путем регулировки угла наклона монитора. Оптимальный угол обзора в горизонтальной плоскости от центральной оси экрана не должен превышать 15°.

По ГОСТ 22.2.032-78 допустимый поворот головы в вертикальной плоскости не должен превышать 3° от горизонтальной линии взора, соответственно и нормальная линия взора смещается не более чем на 30°. При работе с клавиатурой ее плоскость должна быть перпендикулярной линии взора. Для этого необходимо отрегулировать угол наклона клавиатуры в пределах от 7° до 11°. Это осуществляется с помощью регулируемых упоров предусмотренных конструкцией клавиатуры.

Для обеспечения мер электробезопасности в рабочем помещении применяется зануление. Цель защитного зануления - обеспечить отключение электрических установок от источников питания при пробое корпуса. В нашем случае отключение происходит при перегорании плавкой вставки (предохранителя). Плавкая вставка для устройства зануления выбрана в силу более простой конструкции меньшей стоимости по сравнению с механическим размыкателем. Условие отключения электроустановки можно записать в следующем виде:

$$I_3 \geq K \cdot I$$

где: I_3 - ток однофазного замыкания,

I - номинальный ток плавкой вставки, $K \geq 3$.

Ток однофазного замыкания можно определить в с высокой точв стью($\pm 5\%$) по следующий формуле:

$$I_3 = \frac{U_\phi}{\left(\frac{Z_T}{3+Z_n}\right)}$$

где: U_ϕ - напряжение в сети;

Z_T - полное сопротивление трансформного блока питания;

Z_n — полное сопротивление петли фаза-нуль, определяемое выражением:

$$Z_n = (R_\phi + R_n)^2 + (X_\phi + X_n + X_n)^2$$

где: R_ϕ , R_n - активное сопротивление фазного и нулевого защитного проводасоответственно;

X_ϕ , X_n - внутренние индуктивное сопротивление фазового и нулевого защитного проводов соответственно;

X_n - внешние активное сопротивление петли фаза-нуль.

Активные ни тения R , X определяют по величинам сечения, длины и исходя изпроводящего материала проводов:

$$R = \rho \left(\frac{l}{S}\right)$$

где: ρ - удельное сопротивление материалов проводов;

l, S —длина и сечениепроводникасоответственно.

Сечение нулевого защитного провода и его материал выбирают таким образом,чтобыполнаяпроводимость нулевого провода была не менее 50% полнойпроводимости фазного провода:

$$\frac{1}{Z_n} = \frac{1}{2} \cdot Z_\phi$$

Для изолированных проводов минимальный размер сечения S заземляющий нулевых проводов должен составлять: $1.5 \div 2.5 \text{ мм}^2$. Будем считать ее в нашем случае *равной* 2 мм^2 .

В нашем случае можно принять величины внутреннего сопротивления проводов X_ϕ , X_H - приблизительно равными нулю, то и внешнее индуктивное сопротивление X_L : можно считать равным нулю.

Считая площадь сечения фазового провода равной 2 мм^2 , а длину провода 1 м , величину удельного сопротивления материала провода равной 1.0280 м/мм^2 , что соответствует алюминию, можно вычислить:

$$R_\phi = \rho \cdot \left(\frac{l}{S}\right) = 0,028 \cdot \left(\frac{1000}{2}\right) = 140 \text{ м}$$

$$R_H \geq 70 \text{ м}$$

Полное сопротивление петли фаза-нуль, рассчитывается по выше приведенной формуле и равно: $Z_n = 28 \text{ Ом}$. Тогда имеем:

$$I = \frac{U_\phi}{\left(\frac{Z_T}{3+Z_n}\right)} = \frac{220}{\left(\frac{50}{3+38}\right)} = 5 \text{ А}$$

Следовательно, номинальный ток плавкой вставки должен быть не более 5 А . Вместе с тем, ток плавной вставки должен быть равен:

$$I_3 = K \cdot I_H = 3 \cdot 1,5 = 4,5 \text{ А}$$

где: I_H — ток взгрел, для блока питания компьютера составляет 1.5 А .

Таким образом, для зануления нужно использовать плавкую предохранительную вставку с током плавления 4.5 А .

Расчет освещенности рабочего места

Расчет освещенности рабочего места сводится к выбору системы освещения, определению необходимого числа светильников, их типа и размещения. Исходя из этого, рассчитаем параметры искусственного освещения. [26]

Работу инженера-исследователя следует отнести к разряду зрительных работ 3-го разряда, следовательно, минимальная освещенность согласно СНиП 23-05-95 должна составлять 500 Лк. Будем использовать люминесцентные лампы, которые по сравнению с лампами накаливания имеют существенные преимущества:

- по спектральному составу света они близки к дневному, естественному освещению;
- обладают более высоким КПД (в 1.5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания);
- обладают повышенной светоотдачей (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания);
- более длительный срок службы.

Расчет освещения производится для комнаты площадью 36 м. воспользуемся методом светового потока. Воспользуемся методом светового потока. При выборе осветительных приборов используем светильники типа ОД. Для определения количества светильников определим световой поток, падающий на поверхность по формуле:

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{n}$$

где: F- рассчитываемый световой поток, Лк;

E — нормированная минимальная освещенность, Лк;

S - площадь освещаемого помещения (в нашем случае S=36 м²);

Z - отношение средней освещенности к минимальной (обычно принимается равным 1.1-1.2, расчет проведем для Z = 1.1);

K — коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы в результате загрязнения светильников в процессе эксплуатации (его значение определяется по таблице коэффициентов запаса для различных помещений в нашем случае K=1.5);

n - коэффициент использования (выражается отношением светового потока, падающего на расчетную поверхность, к суммарному потоку всех ламп и исчисляется в долях единиц) зависит от характеристик светильника, размеров помещения, окраски стен и потолка, характеризуемых коэффициентами отражения от стен (P_c) и потолка (P_n), значение коэффициентов P_c и P_n определим по таблице зависимостей коэффициентов отражения от характера поверхности: $P_c = 30\%$, $P_n = 50\%$. Значение n определим по таблице коэффициентов использования различных светильников. Для этого вычислим индекс помещения по формуле:

$$I = \frac{S}{h \cdot (A + B)}$$

где: S — площадь помещения, $S=36$ м²;

h — расчетная высота подвеса, $h=3.39$ м;

A - ширина помещения, $A=4.9$ м;

B — длина помещения, $B=7.35$ м.

Подставив значения, получим:

$$I = \frac{36}{3,39 \cdot (4,9 + 7,35)} = 0,8$$

Зная индекс помещения I , P_c и P_n выбираем для светильников типа М-НОГЛ=0.28. Подставим все значения в формулу для определения светового потока F :

$$F = \frac{500 \cdot 1,5 \cdot 36 \cdot 1,1}{0,28}$$

Для освещения выбираем люминесцентные лампы типа ЛБ40-1, световой поток $F=4320$ Лм,

$$N = \frac{F}{F_{\text{л}}} = \frac{106071,43}{0,28} = 24$$

где: N - определяемое число ламп;

F - световой поток, F=106071.43 Лм;

P_л - световой поток лампы, P_л=4320 Лм;

Каждый светильник типа М-НОГЛ комплектуется двумя лампами. Размещаются светильники двумя рядами, по четыре в каждом ряду. Рациональное освещение рабочего места является одним из важнейших факторов, влияющих на эффективность трудовой деятельности человека, предупреждающих травматизм и профессиональные заболевания.

В этой части выпускной квалификационной работе были рассмотрены условия труда инженера-исследователя (пользователя ПК). Проведенный анализ характеристик помещения, микроклимата шума и расчет освещенности позволяют утверждать, что созданные условия отвечают всем требованиям санитарных и строительных норм и правил, способны обеспечить комфортную работу, сохранить хорошую работоспособность в течение всего рабочего дня. Рабочее место, хорошо приспособлено к трудовой деятельности инженера, правильно и целесообразно организовано, в отношении пространства, формы и размера.

Обеспечивает ему удобное рабочее положение и высокую работоспособность при наименьшем физическом и психическом напряжении. А выполнение изложенных рекомендаций может повысить, как в количественном, так и в качественном отношении производительность труда инженера.

Заключение

В Настоящем дипломном проекте исследовательского типа предложен вариант радиосистемы мониторинга транспортных средств с позиционированием по сигналам GPS/ГЛОНАСС с ретрансляцией данных через GSM-модуль.

На рынке грузоперевозок особенно остро чувствуется необходимость в контроле за местонахождением транспортных средств. Важно осуществлять постоянный мониторинг, контролировать выполнение маршрутов, автоматически отмечать расхождения между планом и фактом. Система спутникового мониторинга транспорта (GPS и ГЛОНАСС) помогут Вашим диспетчерам правильно управлять автопарком, оптимизировать маршруты и использование автопарка. Подобный мониторинг транспорта позволит Вашей компании значительно сократить издержки эксплуатации и решить такую хорошо знакомую всем проблему, как мониторинг грузоперевозок и контроль действий персонала в течение всего рабочего дня, предотвратить несанкционированное использование техники.

С каждым годом все больше предприятий пользуются системами автоматического мониторинга, понимая взаимосвязь между хорошо налаженным процессом управления транспортом, осуществляемым при помощи систем GPS мониторинга, и прибыльностью бизнеса. Спутниковый мониторинг позволит диспетчеру производить слежение за транспортом 24 часа в сутки, 7 дней в неделю.

За последние несколько лет стоимость оборудования для спутникового мониторинга транспорта и грузов (GPS трекер) снизились. Высокий уровень конкуренции среди производителей привел к тому, что затраты на покупку и эксплуатации системы GPS мониторинга транспорта быстро окупаются даже для таких предприятий, в которых используются только 1-2 транспортных средства.

В связи с вышеизложенным, задача GPS/ГЛОНАСС мониторинга транспортных средств является актуальной задачей.

В предлагаемой работе разработан вариант радиосистемы мониторинга транспортных средств с позиционированием по сигналам GPS/ГЛОНАСС с ретрансляцией результатов измерений через GSM-модуль. Проведено экономическое обоснование разработки а также рекомендации по охране труда и окружающей среды.

Список литературы

1. Гатчин Ю.А., Жаринов И.О. Основы проектирования вычислительных систем интегрированной модульной авионики: монография, М.: Машиностроение, 2010, 224 с.
2. Парамонов П. П., Бобцов А. А., Видин Б. В., Жаринов И. О., Жаринов О. О., Сабо Ю. И., Шек-Иовсепянц Р. А. Проектирование систем бортового информационного обмена и их функциональных элементов: монография, Тула: Гриф и К, 2010, 219 с.
3. «АвтоТрекерОне»: мониторинг транспорта для малого и среднего бизнеса [Электронный ресурс]. - Электр. ст. - Режим доступа: http://www.thg.ru/technews/20100325_235400.html
4. GPS-мониторинг [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.autotracker.ru/>.
5. Копорский Н.С., Видин Б.В., Жаринов И.О. Организация вычислительного процесса в многомашинном бортовом вычислительном комплексе // Известия вузов. Приборостроение, 2006, т.49, №6, с.41—50.
6. Сулов В.Д., Шек-Иовсепянц Р.А., Видин Б.В., Жаринов И.О., Немолочнов О.Ф. К вопросу об унификации бортовых алгоритмов комплексной обработки информации // Известия вузов. Приборостроение, 2006, т.49, №6, с.39—40.
7. Гатчин Ю.А., Видин Б.В., Жаринов И.О., Жаринов О.О. Модели и методы проектирования интегрированной модульной авионики // Вестник компьютерных и информационных технологий, 2010, №1, с.12—20.
8. Жаринов И.О., Жаринов О.О. Бортовые средства отображения информации на плоских жидкокристаллических панелях: Учеб. пособие / Информационно - управляющие системы, СПб: ГУАП, 2005, 144 с.
9. Опыт применения систем мониторинга транспорта на предприятиях розничной торговли [Электронный ресурс]. - Электр. ст. - Режим доступа: <http://wizard.perm.ru/uslugi/sistemy-sputnikogo-monitoringa/>

10. Сараев В. Оптимальный маршрут // Эксперт. - 2012. - №6 (789). - С 59-63.
11. Системы мониторинга и управления транспортом семейства BusinessNavigator®. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.coordinates.ru/resheniya/monitoring>
12. Спутниковая навигационно-трекинговая система. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.nppkpkvant.ru/products/sputnikovye-nazemnye-navigacionnye-sistemy/glonass-np-1k-gps-np-1k>
13. GPS-навигаторы для путешественников, автомобилистов, яхтсменов: В. С. Найман — Москва, НТ Пресс, 2008 г.- 400 с.
14. Интернет и семантический WEB: — Санкт-Петербург, Ленанд, 2008 г.- 104 с.
15. Как выбрать, настроить и использовать GPS-навигатор: Н. Р. Ильин, В. С. Найман — Москва, НТ Пресс, 2007 г.- 256 с.
16. Лучшие GPS-навигаторы: В. С. Найман — Санкт-Петербург, НТ Пресс, 2008 г.- 400 с.
17. Оптико-электронные системы экологического мониторинга природной среды: В. И. Козинцев, В. М. Орлов, М. Л. Белов, В. А. Городничев, Б. В. — Санкт-Петербург, МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002 г.- 528 с.
18. Подвижной состав автомобильного транспорта: В. К. Вахламов — Санкт-Петербург, Академия, 2003 г.- 480 с.
19. Современные системы управления горно-транспортными комплексами: К. Н. Трубецкой, А. А. Кулешов, А. Ф. Клебанов, Д. Я. Владимиров — Санкт-Петербург, Наука, 2007 г.- 312 с.
20. Справочник по перевозке грузов, пассажиров и багажа автомобильным, Санкт-Петербургским наземным электрическим транспортом (+ CD-ROM): С. Ю. Морозов — Санкт-Петербург, СПС ГАРАНТ, 2009 г.- 152 с.
21. Спутниковые технологии на железных дорогах России: — Москва, Дизайн. Информация. Картография, 2008 г.- 136 с.
22. Транспортное право: В. А. Егиазаров — Санкт-Петербург, Юстицинформ, 2008 г.- 592 с.

23. Устав автомобильного транспорта: — Санкт-Петербург, Книга сервис, 2005 г.- 48 с.
24. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / С.В. Белов., В.А. Девисилов. А-В. Ильницкая, и др.; Под общей редакцией С.В. Белова.— 8-е издание, стереотипное— М.: Высшая школа, 2009.
25. Девисилов В-А. Охрана труда: учебник / В.А. Девисилов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: ФОРУМ, 2009. (Профессиональное образование).
26. Б.С. Мастрюков. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. - Изд. 5-е, перераб.- \1.: Академия, 2008.