

**МИНИСТЕРСТВО ПО РАЗВИТИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ И КОММУНИКАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ**

На правах рукописи

УДК 621.396.93

ФОЗИЛЖОНОВ ХОЖИАКБАР ИСМОИЛ ЎҒЛИ

**Исследование и разработка устройства дистанционного мониторинга
степени загазованности окружающей среды с передачей информации
по GSM каналу**

5A350101 – Телекоммуникация инжиниринг

**Диссертация
на соискание академической степени магистра**

**Научный руководитель:
К.т.н., доц. Д.А.Давронбеков**

Ташкент 2016

МИНИСТЕРСТВО ПО РАЗВИТИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ И КОММУНИКАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ

Факультет ТТ

Кафедра СТРВ

Учебный год 2015/2016

Магистрант Фозилжонов Х.И.

Научный руководитель Давронбеков Д.А.

Специальность 5А350101 – Телекоммуникация
инжиниринг

АННОТАЦИЯ МАГИСТРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Магистерская диссертация посвящена актуальной задаче исследования и разработки устройства дистанционного мониторинга степени загазованности окружающей среды с передачей информации по GSM каналу. В диссертации проводится комплексное исследование телеметрических систем передачи информации, GSM модулей и датчиков газа. В работе были использованы методы анализа полученных результатов исследования по передаче телеметрической информации по GSM каналу. Значимость полученных результатов заключается в том, что полученные результаты могут быть использованы практически при разработке полноценной системы передачи телеметрической информации по GSM каналу.

Результаты исследований обсуждались на семинарах кафедры Системы телерадиовещание, на республиканских научно-технических конференциях.

Научный руководитель _____

Магистрант _____

MINISTRY OF DEVELOPMENT OF INFORMATION TECHNOLOGIES
AND COMMUNICATIONS OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN

TASHKENT UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES

Faculty TT

Student Foziljonov Kh.I.

Department TRBS

Supervisor of studies Davronbekov D.A.

Academic year 2015/2016

Speciality 5A350101 – telecommunication
engineering

SUMMARY OF MASTER DISSERTATION

Master's thesis is devoted to the actual problem of research and development of remote monitoring of gas concentration degree of environmental protection device with a GSM communication channels. a comprehensive study of telemetry data transmission systems, GSM modules and gas sensors is carried out in the thesis. In this work we were used methods of analysis of the results of the study on transfer of telemetry data via GSM. The significance of these results is that the results can be used practically in the development of high-grade over GSM telemetry data acquisition system channel.

The research results were discussed at a seminar of the Department broadcasting systems, at national scientific conferences.

Supervisor of studies _____

Student _____

Оглавление

Введение.....	6
Глава I. Анализ современного состояния систем телеметрии и сферы ее применения	10
1. Мониторинг окружающей среды и экологический контроль	10
2. Методы и средства мониторинга окружающей среды.....	19
3. Методы контроля вредных веществ в воздухе.....	20
4. Основные понятия телеметрии	21
5. Классификация устройств сбора данных	23
6. Сферы применения телеметрии.....	24
Выводы к главе I.....	30
Глава II. Анализ технологий и методов передачи телеметрической информации в сотовой связи.....	31
1. Технологии сотовой связи в телеметрии	31
2. Анализ существующих систем телеметрии с передачей данных по сотовой сети	33
Выводы к главе II	46
Глава III. Анализ и выбор элементной базы разрабатываемого устройства	48
1. Анализ технических характеристик современных GSM-модулей	48
2. GSM-модули различных производителей	49
2.1. GSM-модули компании Sierra Wireless.....	49
2.2. GSM-модули компании Telit.....	51
2.3. GSM-модули компании Cinterion	53
2.4. GSM-модули компании SIMCOM	54
3. Общие сведения о датчиках газа.....	57
4. Анализ существующих производителей датчиков газа	61
5. Датчики газа серий MQ	66

Выводы к главе III.....	68
Глава IV. Разработка устройство передачи телеметрической информации о степени загазованности воздуха по GSM каналу	69
1.Основные характеристики GSM-модуля SIM900 компании SIMCOM....	69
2.Разработка структурной схемы устройства.....	72
3.Принципиальная схема и принцип работы устройства	74
Выводы к главе IV.....	83
Заключение	85
Список литературы	87
Приложение	94

Введение

Обоснование темы диссертации и актуальность. В Республике Узбекистан создана современная и мощная законодательная база в сфере инфокоммуникационных технологий [1-4]. В своем докладе на заседании Кабинета Министров, посвященном итогам социально-экономического развития в 2015 году и важнейшим приоритетным направлениям экономической программы на 2016 год, Президент Республики Узбекистан Ислам Каримов особо обратил внимание вопросам развития сферы информационно-коммуникационных технологий[38].

В республике предусмотрены проведение модернизации, технического и технологического перевооружения предприятий, широкое внедрение современных гибких технологий. Ставится задача ускорения реализации принятых отраслевых программ модернизации, технического и технологического перевооружения производства [6,7]. Одной из важнейшей задач, которое стоит перед нашим обществом, является обеспечение поступательного и устойчивого развития страны [8].

2013 году 12 ноября Законодательной палатой Олий Мажлис Республики Узбекистан был принят закон «Об экологическом контроле»[5].

Научные исследования в области охраны окружающей среды сейчас сориентированы на снижение возможных отрицательных последствий того или иного вида хозяйственной деятельности, направлены на разработку эффективных методов очистки газовых выбросов и сточных вод, на обоснование норм допустимых воздействий на природные экосистемы. Среди таких исследований особое место занимают исследования по созданию и применению систем мониторинга воздушной среды. Для осуществления мониторинга загрязнения окружающей среды во всем мире разрабатываются различные системы.

Объединение мобильных газоанализаторов и стационарных экологических постов в единую сеть наблюдений и контроля загрязнения атмосферного воздуха является в настоящем и будущем единственным экспериментальным средством оперативной оценки состояния загрязнения атмосферного воздуха.

Таким образом, разработка аппаратно-программного комплекса дистанционного мониторинга степени загазованности территории с передачей информации по каналам сотовой связи является весьма актуальной задачей, которая приведет к повышению эффективности, качества, надежности и достоверности данных наблюдений и внедрение новых методов многокомпонентного анализа загазованности в атмосферном воздухе.

Объект и предмет исследований. *Объектом* исследования являются методы передачи телеметрической информации по каналам сотовой связи. *Предмет* исследований – разработка устройства дистанционного мониторинга степени загазованности окружающей среды с передачей информации по GSM каналу.

Цель и задачи исследований. Целью магистерской диссертации является исследование методов передачи телеметрической информации по каналам сотовой связи и разработка устройства передачи телеметрической информации о степени загазованности воздуха по каналу сотовой связи.

Гипотеза исследований. При проведении и выполнении данной работы предполагается, что результаты исследований будут использованы при выполнении практической задачи по проектированию и разработке устройства передачи телеметрической информации о степени загазованности воздуха по каналу сотовой связи.

Краткий литературный обзор по диссертационной теме. По исследуемой теме имеются достаточно большое количество научных статей, монографий и научных отчетов. Вопросами передачи телеметрической информации по каналам сотовой связи занимались многие

ученые и было необходимо исследовать ряд характеристик методов передачи телеметрической информации по каналам сотовой связи обеспечивающих их помехоустойчивость и эффективность. При проведении исследований использованы научные статьи монографий и материалы из Интернет.

Методы исследований. В работе были использованы методы анализа информации по теории сигналов, теории помехоустойчивости, основам радиотехники и т.д.

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов заключается в том, что полученные результаты и практические рекомендации могут быть использованы при проектировании и разработке современных методов передачи телеметрической информации по каналам сотовой связи и разработка устройства передачи телеметрической информации о степени загазованности воздуха по каналу сотовой связи.

Научная новизна исследований. На основе проведенных исследований получены следующие научные результаты:

- проведен анализ методов формирования и передачи телеметрической информации по каналам беспроводных систем связи;
- исследованы особенности применения современных технологий сотовой связи в телеметрии;
- выполнен сравнительный анализ различных методов передачи телеметрической информации по каналам сотовой связи;
- разработано устройство передачи телеметрической информации по GSM каналу.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Основной текст диссертации занимает 74 страниц. Работа содержит 27 рисунка, 4 таблиц, а также список литературы из 54 наименований и приложения, где приведен текст

программы для микроконтроллера, разработанного устройства передачи телеметрической информации по каналам сотовой связи.

Глава I. Анализ современного состояния систем телеметрии и сферы ее применения

1. Мониторинг окружающей среды и экологический контроль

Понятие мониторинга окружающей среды впервые было введено профессором Р. Манном на Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде в 1972 г. и в настоящее время получило международное распространение и признание.

Мониторингом окружающей среды было предложено называть систему повторных наблюдений одного и более элементов окружающей природной среды в пространстве и во времени с определенными целями в соответствии с заранее подготовленной программой.

Одна из первых обзорных классификаций систем и подсистем мониторинга разных типов была составлена в начале 1970-х гг. Ю.А. Израэлем.

Все классификации систем мониторинга являются достаточно условными. По масштабам обобщения информации выделяют:

- *глобальный* (биосферный) мониторинг - предусматривает слежение за общемировыми процессами и явлениями в биосфере и осуществление прогноза возможных изменений;
- *национальный* мониторинг - осуществляется в пределах государства специально созданными органами;
- *региональный* мониторинг - охватывает отдельные регионы, в пределах которых имеют место процессы и явления, отличающиеся по природному характеру или по антропогенным воздействиям от общего базового фона;
- *локальный* мониторинг - предусматривает осуществление наблюдений в особо опасных зонах и местах, обычно непосредственно

примыкающих к источникам загрязняющих веществ.

В основе организации систем мониторинга учитываются общие теоретические и методологические принципы:

Структурно-организационный принцип - система мониторинга любого уровня, являясь многоуровневой иерархической структурой, должна строиться с учётом взаимодействия с высшими системами и низшими подсистемами.

Функциональный принцип - мониторинг функционирует во времени как взаимосвязанная и взаимообусловленная система цепи постоянных наблюдений, оценки, прогноза и управления.

Обучающий принцип - с течением времени в системе работающего мониторинга качество прогнозов и эффективность управления должны закономерно улучшаться, система мониторинга во времени должна непрерывно совершенствоваться и строиться как «самообучающаяся» система.

Пространственный принцип - пространственная структура системы пунктов получения информации формируется в зависимости от вида мониторинга и определяется природными геологическими и инженерно-геологическими особенностями территории, типом и особенностями инженерных сооружений на ней, а также состоянием на ней экосистемы.

Временной принцип - частота наблюдений и сбора информации во времени в системе мониторинга полностью определяется динамикой наблюдаемых (изучаемых) процессов.

Целевой принцип - система любого мониторинга должна строиться с учётом достижения его конечной цели - оптимизации управления, что достигается на базе прогнозных оценок её развития путём выработки оптимальных управляющих решений и рекомендаций.

Основные цели экологического мониторинга состоят в обеспечении системы управления природоохранной деятельности своевременной и достоверной информацией, позволяющей:

- оценить показатели состояния и функциональной целостности

экосистем;

- выявить причины изменения этих показателей и оценить последствия таких изменений, а также определить корректирующие меры в тех случаях, когда целевые показатели экологических условий не достигаются;
- создать предпосылки для определения мер по исправлению создающихся негативных ситуаций до того, как будет нанесен ущерб.

В этой связи основными *задачами* экологического мониторинга являются:

- наблюдение за источниками и факторами антропогенного воздействия, за состоянием природной среды и происходящими в ней процессами под влиянием факторов антропогенного воздействия;
- оценка фактического состояния природной среды, прогноз изменения состояния природной среды под влиянием факторов антропогенного воздействия и оценка прогнозируемого состояния природной среды.

В общем виде структурная схема мониторинга показана на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Структурная схема мониторинга

Из этой схемы следует, что её основными частями являются *блок контроля* (система пунктов получения информации) и *блок управления* (прогнозно-диагностический и управляющий центры), связанные между собой каналами передачи информации. Важными элементами структуры мониторинга являются: системы объектов мониторинга (почвы, воды, воздух и др.); системы производственных работ, составляющих производственную базу мониторинга (виды работ, которые используются при организации и проведении мониторинга); системы научно-методических разработок (разработка всего комплекса методик, используемых при планировании, организации и функционировании мониторинга, при проведении производственных работ, при анализе и оценке результатов наблюдений, при прогнозировании и выдаче управляющих решений; системы технического обеспечения (аппаратура для наблюдений и сбора первичной информации, датчики, индикаторы, технические средства, автотранспорт, лабораторное оборудование, компьютеры и средства связи и коммуникаций и др.).

Основу организационной структуры экологического мониторинга составляет автоматизированная информационная система (АИС), которая создаётся на базе компьютерных средств (рис.1.1).

Задачами АИС мониторинга являются: хранение и поиск режимной информации о состоянии окружающей среды; целенаправленная постоянная обработка и оценка информации; выполнение перманентных прогнозов развития и состояния окружающей среды; решение оптимизационных задач по экологическому управлению. Отсюда следует и сама структура АИС мониторинга которая состоит из четырёх взаимосвязанных основных блоков (рис. 1.2), каждый из которых направлен на решение одной из перечисленных выше задач.

Первый блок АИС составляет автоматизированная информационно-поисковая система (АИПС). Эта система представляет

собой базу данных, реализованную с помощью ЭВМ. В систему АИПС из наблюдательной сети поступают все первичные данные об объекте мониторинга (в том числе и данные режимных наблюдений), они накапливаются в базе данных, предварительно обрабатываются, сортируются и используются затем во всех последующих операциях по оценке и прогнозу состояния экосистем.

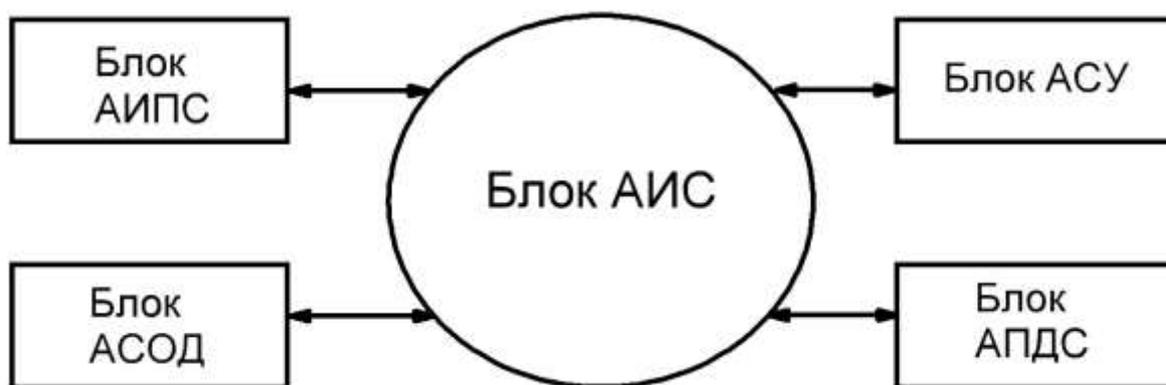


Рис. 1.2. Структура АИС мониторинга

Вторым блоком АИС является автоматизированная система обработки данных (АСОД). Эта система проводит целенаправленную обработку и оценку поступающей информации по мониторингу экосистем.

Третий блок АИС представляет собой автоматизированную прогнозно-диагностическую систему (АПДС). С помощью этого блока решаются все вопросы по составлению перманентных (т.е. непрерывно продолжающихся, повторяющихся) прогнозов в соответствии с функциональной схемой мониторинга. Этот блок реализуется с помощью геоинформационных технологий (ГИС-технологий).

Четвёртый блок составляет автоматизированная система управления (АСУ), направленная на решение задач по управлению и разработке рекомендаций. Он также практически реализуется с помощью ГИС-технологий.

Все четыре блока АИС связаны друг с другом и образуют единую функционирующую систему. Основным вопросом при организации АИС является её информационное, техническое и математическое обеспечение. Информационное обеспечение составляет содержательную основу, хранящуюся в базе данных для её последующего анализа, обработки, оценки, многоцелевого поиска, пополнения и выдачи. Данные собираются как из наблюдательных сетей мониторинга, так и из сторонних источников (административных органов, проектных и производственных организаций, фондов, научных библиотек, архивов и др). Поступающая в АИС любая информация должна быть унифицирована, т.е. приведена в вид, удобный для её дальнейшего использования в базе данных. Это чрезвычайно важный вопрос, особенно при создании разветвлённых локальных сетей мониторинга. Для унификации моделей входных и выходных документов системы мониторинга, а также унификации логической структуры баз данных разработчикам АИС следует придерживаться единых методических положений, а также общих рекомендаций по информационному обеспечению.

Первичная информация поступает в АИПС по так называемым информационным каналам связи. Начальным звеном в информационном канале связи являются приёмные устройства: датчики разной конструкции и функционального назначения. Из приёмного устройства информация фильтруется, т.е. проходит аппаратную фильтрацию шумов, и затем подвергается первичной обработке с помощью различных стандартных программ на компьютере. После первичной обработки данных проводится интерпретация информации - наиболее сложный процесс в канале связи. После этого информация попадает в банк данных, где накапливается и используется для последующей обработки.

Техническое обеспечение АИС представляет собой комплекс аппаратных средств для хранения и обработки информации, реализуемых на базе персональных компьютеров, а также оборудование

информационных сетей и периферийные устройства (принтеры, плоттеры, графопостроители, сканеры, сетевые адаптеры и модемы и др.).

Математическое обеспечение АИС строится на базе следующих блоков программ: поисковые со статистической обработкой данных, прогнозно-диагностические и оптимизационные.

Поисковые программы представляют собой базы данных, каталоги, редакторы текстов, программы графической обработки информации, программы автоматизированного картографирования, проектирования и др. Этот пакет программ должен уметь выполнять три основные функции: ввод новых данных об объектах наблюдений в системе мониторинга и их хранение, доступ к уже существующим данным (поиск) и первичный анализ данных.

Прогнозно-диагностические программы включают в себя различные модели (математические, имитационные и др.). Могут использоваться различные программные системы поддержки и коммерческие программы моделирования (Matlab, пакеты программ имитационного и динамического моделирования).

Для организации систем мониторинга локального, регионального, национального уровней необходима коммуникационная система, связывающая все уровни более низкого порядка в единую информационную систему.

Существуют три основных способа организации локальных вычислительных систем. Первый способ соединения АИС основан на использовании «общей шины» (рис. 1.3).

При этом все компьютеры соединены в одну сеть и подключены к главному компьютеру - серверу, который управляет работой всей системы АИС локального уровня. Второй способ соединения показан на рис. 1.4. Все локальные АИС соединяются между собой каналами связи в единую сеть, которая и представляет собой АИС более высокого локального уровня организации мониторинга. Третий способ соединения локальных АИС (рис.

1.5) основан на использовании специального устройства коммутатора, который управляет передачей данных между отдельными компьютерами. Недостатком такой системы является её малая надёжность: при поломке коммутатора система выходит из строя.

Организованные локальные информационные сети АИС могут соединяться в региональную и национальную сети. Их реализация проще всего основывается на использовании модемов. Однако для больших АИС регионального уровня, для сложной разветвлённой цепи национальной системы мониторинга с большим объёмом пересылаемой информации модемы не годятся. В этом случае могут использоваться три основных варианта соединения в региональную сеть.

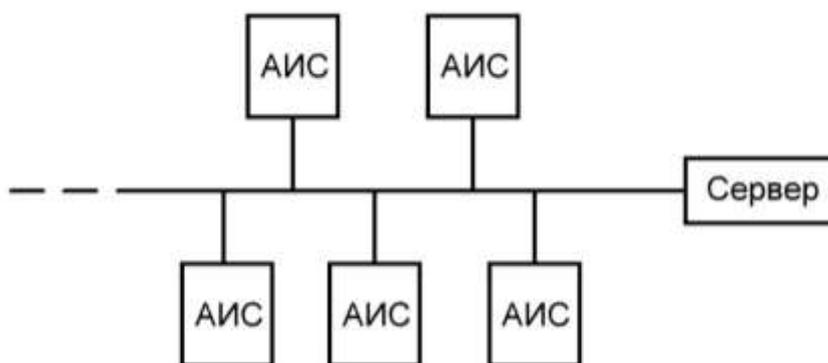


Рис. 1.3. Локальная сеть мониторинга с общим сервером

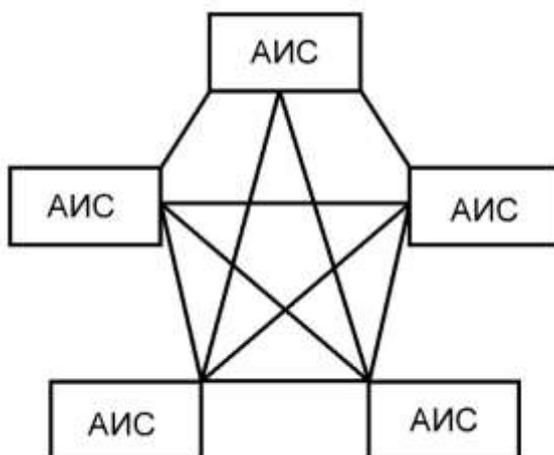


Рис. 1.4. Соединение АИС мониторинга каналами связи

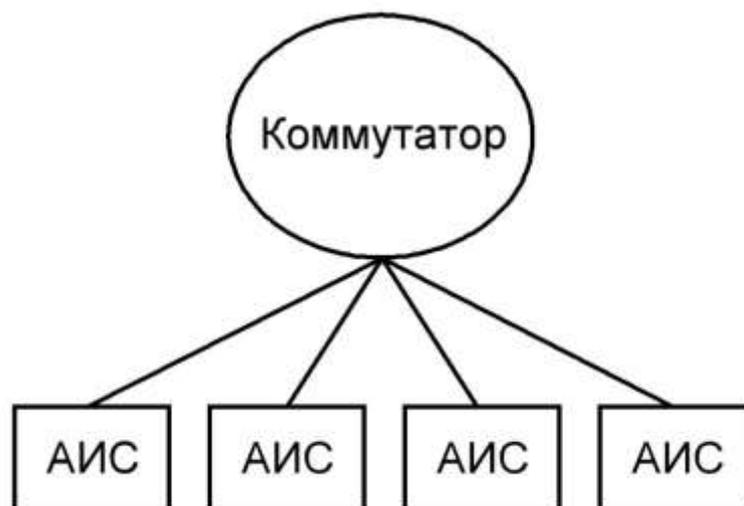


Рис. 1.5. Соединение АИС мониторинга с помощью коммутатора

Коммутация каналов - связь организуется подобно телефонной; АИС низшего уровня «набирает» телефонный номер принимающего компьютера на региональном уровне, передаёт информацию и заканчивает «разговор». К такому виду связи прибегают, когда не требуется постоянного общения между АИС. Различные компании предлагают много разновидностей линий коммуникации каналов, которые могут быть использованы для организации эколого-геологического мониторинга.

Аренда каналов - устанавливается аппаратное соединение между отдельными АИС на основе постоянной связи. При этом АИС регионального уровня получает в своё распоряжение связь, которая действует постоянно и при которой задержки на соединение отсутствуют. Именно в таком виде связи возникает необходимость при организации АИС регионального или национального уровня, когда происходит постоянный обмен большими объёмами информации. Однако оба эти варианта связи обеспечивают связь только двух организаций в системе мониторинга.

Сеть с коммутацией каналов - используется тогда, когда требуется соединить между собой более двух организаций в системе мониторинга с большим объёмом информации и при создании национальной сети. При

этом данные проходят через коммутаторы, которые рассматривают адресную информацию и пере направляют пакет дальше до тех пор, пока он не достигнет своего адреса.

2.Методы и средства мониторинга окружающей среды

Для получения объективной информации о состоянии и об уровне загрязнения различных объектов окружающей среды необходимо располагать надёжными средствами и методами экологического контроля. Повышение эффективности контроля за состоянием природной среды может быть достигнуто повышением производительности, оперативности и регулярности измерений, увеличением масштабы охвата одновременным контролем; автоматизацией и оптимизацией технических средств контроля и самого процесса.

Средства экологического наблюдения и контроля подразделяются на контактные, неконтактные (дистанционные).

В контактном методе - специальная группа экологического контроля берет пробы воздуха и земли в нескольких местах определенные зоны (района) где необходима, определить концентрацию загазованности воздуха ядовитыми газами. После отбора проб воздуха и земли, их отправляет специальную лабораторию на дальнейшее обработки и определения концентрация газов в воздухе.

В Неконтактные (дистанционные) методе – в нескольких местах определенные зоны (района), где необходима определит или измерит концентрацию загазованности воздуха ядовитыми газами, устанавливаются датчики газа (загазованности) с источником автономного питания, а также передатчик в виде GSM или 3G модули для передачи информации на удаленные компьютер для дальнейшее обработки, хранения и определения концентрация газов в воздухе.

3. Методы контроля вредных веществ в воздухе

Методы контроля вредных веществ в воздухе подразделяются на три группы: лабораторные, экспрессные и автоматические.

Лабораторный метод - как наиболее точные применяют главным образом при проведении научно-исследовательских работ. В данном методе забираются пробы воздуха в любом месте, затем на стационарном лабораторном оборудовании проводится анализ проб. Это метод является достаточно точным и надежным методом.

Экспресс-метод – оценка происходит сразу на месте, используется для необходимого быстрого решения о степени загрязнения среды. Для этого используются УГ(универсальные газоанализаторы). Их действие основано на цветных реакциях, в небольших объемах высокочувствительной жидкости или же твердого вещества, чаще используется силикогель пропитанного чувствительными жидкими индикаторами. Воздух через насос забирается, через трубочку просасывается и по цвету судят о присутствии того или иного загрязнителя, а о качестве судят по длине окрашенного столбика, сравнивая с градуированной шкалой. Для каждого вредного вещества свой цвет. Данный метод является достаточно быстрым, но не точным.

Автоматические метод - обоснованы на применении Датчик загазованности автоматического действия (полупроводниковые, электрохимические и оптические (инфракрасные) и др.). Автоматические датчик загазованности представляют собой приборы, в которых отбор проб воздуха, измерение концентрации контролируемого компонента, выдача и запись результата анализа, а затем и удаление пробы осуществляется автоматически, по заданной программе, без участия обслуживающего персонала. В зависимости от режима работ газоанализаторы подразделяются на приборы непрерывного и циклического действия. Они могут быть стационарными, передвижными, переносными.

На сегодняшний день в мире для проведения экологического мониторинга и контроля, а также сбор информации с объектов экологического мониторинга и контроля, и передачи собранной информации в удаленный компьютер для дальнейшего компьютерной обработки чаще всего используются телеметрические системы.

4.Основные понятия телеметрии

Телеметрия (телеизмерение) — совокупность технологий, позволяющая производить удалённые измерения и сбор информации для предоставления оператору или пользователю, составная часть телемеханики.

В телеметрии для сбора данных обычно используют либо датчики телеметрии (с возможностью работы в телеметрических системах, то есть специальным встроенным модулем связи), либо устройства связи с объектом, к которым подключаются обычные датчики.

Сущность телеизмерения заключается в том, что измеряемая величина, предварительно преобразованная в ток или напряжение, дополнительно преобразовывается в сигнал, который затем передается по каналу связи. Таким образом, передается не сама измеряемая величина, а эквивалентный ей сигнал, параметры которого выбирают так, чтобы искажения при передаче были минимальными.

Под объектами телеметрии понимаются производственные, исследовательские, лабораторные и др. объекты, для которых необходимо производить удалённые измерения и сбор информации для предоставления оператору или пользователю.

Объекты телеметрии можно классифицировать по следующим группам:

1. Опасные производственные объекты.
2. Технологические объекты.
3. Исследовательские объекты.

К опасным производственным объектам относятся: газифицированные объекты, такие как газовые котельные, газораспределительные станции; объекты химической промышленности; электростанции и мн.др. Оперативный контроль параметров опасных производственных объектов помогает предотвратить крупные аварии на производстве.

К технологическим объектам относятся объекты, на которых, для оптимизации и улучшения качества работы или продукции, необходимо знать параметры протекающих процессов. К технологическим объектам можно отнести объекты рыбного хозяйства, объекты птицефабрик, свиноферм и др. На этих объектах необходимо с высокой точностью контролировать параметры микроклимата. Также к технологическим объектам можно отнести объекты пищевой промышленности, химической, энергетической и мн.др. В городах к технологическим объектам можно отнести объекты водоканала и теплосетей, такие как, насосные станции, тепловые узлы, тепловые пункты. Контроль параметров объектов в этом случае способствует энергосбережению и улучшению качества коммунальных услуг.

К исследовательским объектам относятся объекты, параметры которых необходимо исследовать. К таким объектам относятся объекты научно-технических разработок, испытательные аппараты, технологические процессы и т.п. Контроль параметров таких объектов является экспериментальной частью исследований, необходим для выявления "слабых мест" и "сильных мест", оптимизации работы, как отдельных частей объекта, так и всего объекта в целом.

На рис. 1.6 приведена функциональная схема системы телеметрии. На объекте телеметрии установлены контрольно-измерительные приборы (КИП) и датчики. КИП и датчики подключены к устройствам сбора данных. Устройства сбора данных обрабатывают информацию полученную от КИП и датчиков и передают ее на интерфейс "Человек-машина" посредством

приемо-передатчиков и канала связи. Интерфейс "Человек-машина" выдает данные в удобном виде оператору-пользователю.



Рис.1.6. Функциональная схема системы телеметрии

5. Классификация устройств сбора данных

По функциональности устройства сбора данных можно классифицировать на две группы: *пассивные* и *активные*. Пассивные устройства сбора данных передают информацию по запросу интерфейса человек-машина. К таким устройствам относятся тепло вычислители, корректоры газа, терморегуляторы, модули и платы ввода-вывода и др. Активные устройства сбора данных передают информацию как по запросу интерфейса человек-машина, так и по событию на объекте телеметрии (по времени, при аварийном значении контролируемого параметра). Такими устройствами являются программируемые контроллеры, панели оператора, терминалы, встраиваемые компьютеры и др.

Виды каналов связи:

- проводные;
- беспроводные;
- оптические.

Для каждого вида канала связи разработаны технологии связи:

1. Проводные: Ethernet, RS485, RS232, телефонная связь и др.
2. Беспроводные: GSM, GPRS, 3G, Wi-fi, Bluetooth, WiMAX, спутниковая связь, радиосвязь связь и др.
3. Оптические: оптические проводные (оптоволоконные), оптические беспроводные (лазерные).

Для каждой технологии связи существуют протоколы передачи данных такие как: Modbus TCP, Modbus RTU, Modbus ASCII, DCON, CAN, Profibus, OWEN и др. Каждая технология связи имеет свои ограничения по скорости и дальности передачи информации.

В зависимости от канала связи, подбираются приемо-передатчики. Например, для GSM канала связи приемопередатчиками являются GSM модемы, для радиосвязи - радиомодемы, для Ethernet - контроллеры Ethernet, для спутниковой связи - спутниковые антенны с ресиверами и т.п.

В качестве интерфейса "Человек-машина" могут выступать: персональный компьютер, сотовый телефон, панель оператора и т.п.

6.Сферы применения телеметрии

Телеметрия нашла своё применение в следующих областях:

- узлы магистральных линий связи;
- экологический мониторинг;
- сельское хозяйство;
- водоснабжение и водоотведение;
- вендинг;
- медицина;
- оборона и космос;
- разведка;
- ракетная техника;

- авто и мотоспорт;
- бурение наклонных скважин;
- системы глобального позиционирования, в том числе спутниковый мониторинг транспорта;
- энергетика;
- системы безопасности (сигнализация, видеонаблюдение);
- умные дома;
- исследование дикой природы;
- розничная торговля;
- правоохранительная деятельность.

Большинство видов деятельности, связанных с благополучным состоянием сельскохозяйственных культур и получения хороших урожаев, зависит от своевременного предоставления данных о состоянии погоды и почвы. Таким образом, беспроводные метеостанции играют важную роль в профилактике заболеваний и соразмерном орошении. Эти метеостанции передают на базовую станцию информацию о важных параметрах, необходимых для принятия решений: о температуре и относительной влажности воздуха, выпадении осадков и влажности листвы (для построения моделей профилактики заболеваний), солнечной радиации, скорости ветра (для расчёта испарения) и для увлажнённости почвы, посредством чего оценивается проникание воды в почву к корням растений, что необходимо для принятия решений об орошении.

Поскольку местные микроклиматы могут существенно различаться, такую информацию необходимо получать буквально прямо от сельскохозяйственных культур. Обычно станции мониторинга передают данные, используя наземное радио, хотя время от времени используются и спутниковые системы. Также используются солнечные батареи для обеспечения энерго независимости станций от местной инфраструктуры.

Телеметрия стала существенным подспорьем в водопользовании, она применяется при оценке качества воды и измерения показателей потока. Телеметрия в основном применяется в автоматических водосчётчиках, мониторинге подводных вод, определении утечек в распределительных трубопроводах. Данные получаются практически в реальном времени и позволяют незамедлительно реагировать на происшествия.

Системы телеметрии (удаленного мониторинга) для торговых автоматов получают широкое применение. M2M модемы устанавливаются в каждый торговый автомат, а данные передаются в Программу мониторинга. Системы мониторинга используют стандартные протоколы (EXE, MDB) и работает с широким модельным рядом торговых автоматов. Подключение происходит через автомат или монета приемник. Система работает как с кофейными, так и снековыми автоматами. На основании полученной информации компания может:

- уменьшить простоя автоматов;
- оптимизировать график посещения торговых автоматов;
- контролировать вендерменов (предотвращать хищения товаров и денег)
- своевременно обслуживая автоматы, увеличить срок их работы
- планировать закупки, продажи.

Телеметрия (биотелеметрия) также используется для наблюдения за пациентами, находящимися под угрозой возникновения патологической сердечной деятельности, в основном пребывающих в кардиологических диспансерах. К таким пациентам подключаются измерительные, записывающие и передающие устройства. Зарегистрированные данные могут быть использованы врачами в диагностике состояния пациента. Благодаря функциям сигнала тревоги медицинские сёстры могут быть оповещены при возникновении резких обострений или опасных состояний для пациента.

Также есть система доступная для применения операционными медсёстрами для наблюдения за состоянием, в котором состояния сердца могут быть исключены. Или для наблюдения за реакцией организма на медикаментозное лечение такими антиаритмическим препаратами как дигоксин.

Телеметрия — доступная технология для больших сложных систем, таких как ракеты, реакторы (Reactor pressure vessel), космические аппараты, нефтяные платформы и химические заводы, поскольку она позволяет осуществлять автоматическое наблюдение, тревожную сигнализацию, запись и сохранение данных, необходимых для безопасных, эффективных действий. Такие космические агентства как НАСА, ЕКА и другие используют телеметрические телеуправляемые системы для сбора данных с действующих космических аппаратов и спутников.

Телеметрия жизненно важна в развитии ракет, спутников и авиации, поскольку данные системы могут быть уничтожены после или во время проведения теста. Инженерам нужна информация о критичных параметрах для анализа (и улучшения). Без применения телеметрии такого рода данные часто оказываются недоступными. В ракетной технике телеметрическое оборудование становится неотъемлемой частью оборудования ракет, использующихся при наблюдении за процессом ракетного запуска, для получения информации о параметрах внешней среды (температуры, ускорений, вибраций) о энергоснабжении, точном выравнивании антенны и (на длинных дистанциях, например, при космическом полёте) о времени распространения сигнала.

Телеметрия является ключевым фактором в современном автоспорте. Инженеры могут обрабатывать огромное количество данных, собираемых в ходе пробного заезда и использовать их для соответствующей модернизации автомобиля и достижения при этом оптимальных свойств. Системы, использующиеся в таких сериях гонок как Формула-1, настолько продвинулись, что позволяют высчитать возможное время прохождения

круга и это то что ожидает пилот. Некоторые примеры необходимых измерений включают ускорения (силы тяготения) по трём осям, графики температур, скорость вращения колёс и смещение подвески. В Формуле-1 также записываются действия пилота, что позволяет команде оценить его производительность и при несчастном случае Международная автомобильная федерация может определить или исключить роль ошибки пилота как возможный случай.

В дополнение существуют некоторые серии, где реализуется идея «двухпутевой телеметрии». Идея предполагает, что инженеры имеют возможность обновлять калибровки в режиме реального времени, когда автомобиль проходит трассу. В Формуле 1 двухпутевая телеметрия появилась в начале 90-х годов (ТАГ электроникс) и реализовывалась через дисплей сообщений на приборном щитке, сообщения на котором команда могла обновлять. Его развитие продолжалось до мая 2001, когда впервые было получено разрешение устанавливать данную систему на автомобилях. С 2002 команды уже могли изменять режимы работы двигателя и отключать отдельные моторные датчики с пит-уолл, когда машина находилась на трассе. Начиная с сезона 2003 года двух путевая телеметрия была запрещена в Формуле-1, однако данная технология всё ещё продолжает существовать и в конечном итоге находит своё применение в других видах гоночных или дорожных автомобилей.

На фабриках, стройках и в домах проводится наблюдение во множестве местоположений за энергопотреблением таких систем как климат-контроль вместе со связанными параметрами (например температурой) при помощи беспроводной телеметрии на одну центральную точку. Информация собирается и обрабатывается, позволяя принимать наиболее разумные решения касающиеся наиболее эффективных путей использования энергии. Такие системы также позволяют осуществлять профилактическое техническое обслуживание.

Телеметрия используется для изучения дикой природы, в частности для наблюдения за видами, находящимися под угрозой на индивидуальном уровне. Подопытные животные могут быть оснащены инструментарием, начиная от простых бирок и заканчивая камерами, пакетами GPS и передатчиками для обеспечения информацией учёных и управляющих.

В 1970 была изобретена двулучевая техника, позволяющая прямую оценку размера рыбы на месте её нахождения посредством сопротивления цели. Первая переносная расщеплено-лучевая гидроакустическая система была разработана НТИ в 1971 и обеспечивала более аккуратные и менее вариабельные оценки сопротивления цели в виде рыбы, чем двухлучевой метод. Система также позволяла отслеживать путь рыбы на 3D, можно было проследить путь движения каждой рыбы и общую направленность движения.

Эта функция оказалась важной для оценки захваченных рыба в воде, утки, а также для изучения мигрирующих рыб в реках. Эта функция оказалась важной для оценок перемещений рыбы в завихрениях водяного течения, также как и для изучения миграций рыб в реках. В последние 35 лет по всему миру используются десятки тысяч мобильных или стационарных аппаратов гидроакустической оценки.

В 2005 на семинаре в Лас-Вегасе было отмечено, что введение телеметрического оборудования, позволяющего торговым автоматам передавать информацию о продажах и учёте маршрутным грузовикам или в штабы. Эта информация может быть использована для разнообразных целей, таких как сообщение водителю перед поездкой какие пункты должны быть пополнены, что отменяет необходимость первой проверочной поездки перед проведением внутренней инвентаризации. Торговцы начинают использовать бирки RFID для проведения учёта и предотвращения краж товаров. Большинство из данных бирок пассивно читаются считывающими устройствами RFID (например у кассы), но

активные RFID могут периодически передавать информацию посредством телеметрии на базовую станцию.

Телеметрическое оборудование полезно в правоохранительной деятельности для отслеживания людей и надзором за имуществом. Осужденные в период испытания после досрочного освобождения могут носить браслет на лодыжке, устройство которого может предупреждать власти о нарушении преступником условий своего освобождения, таких как отступление от установленных границ или посещение неразрешённых мест. Телеметрическое оборудование даёт возможность применить идею «машин-ловушек». Правоохранительные органы могут оснащать машины камерами и следящим оборудованием и оставлять машины в тех местах, где ожидается их угон. После угона телеметрическое оборудование передаёт информацию о местоположении транспортного средства и сотрудники правоохранительных органов могут заглушить мотор и запереть двери после остановки его выехавшими на вызов милиции.

Выводы к главе I

1. Приведено основное понятие мониторинга окружающей среды и экологического контроля.

2. Выполнен анализ методов и средств мониторинга окружающей среды, а также методов контроля вредных веществ в воздухе.

3. Рассмотрены основные понятия, классификация, а также сфера применения телеметрии.

Глава II. Анализ технологий и методов передачи телеметрической информации в сотовой связи

1. Технологии сотовой связи в телеметрии

Технология беспроводной передачи данных с использованием сотовых сетей стандарта GSM 900/1800 МГц получила широкое распространение в телеметрических устройствах с начала 90-х годов прошлого века. Применение GSM/GPRS/EDGE-модемов позволяет существенно снизить первоначальные затраты там, где нет проводной связи, а также обеспечить связь с различного рода подвижными объектами.

Один из самых распространенных способов передачи информации в сетях GSM - использование службы коротких (до 160 символов) сообщений (SMS). Значительно реже используется передача в модемном режиме (CSD - сети с коммутацией каналов), скорость при этом ограничена 14,4 кбит/сек.

Необходимость установления соединения, а главное, время, затрачиваемое на такое соединение, накладывают определенные ограничения на развитие систем телеметрии на базе этих сервисов. Оба варианта предполагают периодический дозвон до коммутатора сотового оператора, поскольку иметь постоянное соединение в ситуации повременной оплаты трафика неоправданно дорого. Таким образом, для работы в режиме реального времени и для передачи больших массивов информации использование SMS и модемного режима (CSD) представляется нецелесообразным.

Появление технологии передачи данных с коммутацией пакетов GPRS (и ее дальнейшего развития - технологии EDGE), а также покрытие этими сетями больших территорий, существенно расширяют сферу применения GSM-модемов. Основными преимуществами новых технологий является:

- постоянное соединение с сетью и, как следствие, возможность передачи данных в реальном времени;
- зависимость оплаты от объема передаваемых данных, а не от времени соединения;
- большая скорость передачи данных (зависит от класса устройства, и для технологии EDGE может теоретически достигать 473 кбит/с, для технологии GPRS - 171 кбит/с).

Начиная с 2010 года в Узбекистане начато развертывание сетей высокоскоростной пакетной передачи данных 3G, 3,5G и 4G. Пропускная способность этих технологий обеспечивает возможность передачи видеопотока и открывает возможность практической реализации видеосвязи, видеоконференций, мобильного телевидения. Модемы, разработанные для сетей 3G, обычно также поддерживают работу в сетях GSM/GPRS/EDGE и автоматически переходят на технологии 2G и 2,5G, когда мобильное устройство выходит из зоны покрытия 3G.

Важной характеристикой встроенного программного обеспечения ряда модемов является наличие встроенного стека TCP/IP, что позволяет разработчику экономить время и ресурсы при создании пользовательского приложения, так как он освобождается от необходимости реализовывать эти протоколы средствами микроконтроллера.

Модемы сотовой связи могут быть востребованы, в автомобильных приложениях, офисных и домашних системах безопасности и контроля доступа, в рекламном бизнесе - для дистанционного управления информационными табло, в системах контроля параметров удаленных промышленных объектов. Например, соответствующими модулями могут быть оснащены счетчики газа, воды и электроэнергии. Другой сегмент - банкоматы и торговые автоматы. Еще одной сферой применения модемов сотовой связи является обеспечение интерактивного межмашинного взаимодействия (M2M).

Основные достоинства технологии:

- открытый протокол AT-команд или библиотека функций Java ME;
- неограниченный радиус действия (в пределах зон покрытия сетей GSM);
- безопасность передачи информации;
- высокий уровень стандартизации.

Недостатки технологии:

- возможность работы только в зонах покрытия сетей GSM;
- большое энергопотребление в активном режиме;
- оплата трафика.

2. Анализ существующих систем телеметрии с передачей данных по сотовой сети

Система телеметрии с передачей данных по сотовой сети стандарта GSM позволяет организовать дистанционный контроль за подвижными и неподвижными объектами путем передачи показаний различных датчиков (охранных, пожарных, температурных, утечки газа, давления, местоположения и т.д.) на удаленный пункт управления.

Сбор данных и отправку команд можно производить с помощью специализированного программного обеспечения для пультов ПЦН, например GSM Guard. С другой стороны, послав на контролируемый объект команду, можно включить или выключить различные исполнительные механизмы.

Возможные применения системы телеметрии

Охранная сигнализация на основе GSM. Представляет собой контроллер, к которому подключены охранные или пожарные датчики. В качестве передатчика используется встроенный GSM-модуль. При

срабатывании какого-либо датчика производится рассылка SMS-сообщения с указанием нарушенной зоны по списку телефонов (до 10 номеров), предварительно занесенному в память. Контролирует до 12-ти охранных зон, имеет 3 реле для управления исполнительными устройствами. Предназначена для частного пользования. Применяется для охраны дач, квартир, контроля отопительного и технологического оборудования, пропадания напряжения 220В и т.п.

Контроль теплосетей. Для контроля работы теплосетей в бойлерных устанавливаются контроллеры КСИТАЛ GSM-T, как оснащенные собственными датчиками температуры и пр., так и подключенные к существующим датчикам и к оборудованию, обеспечивающему автономную работу теплового пункта. Информация о температуре воды, давлении, работе насосов, клапанов, задвижек и прочего оборудования, в случае отклонения от штатной работы или по запросу, передается в диспетчерский пункт. Также возможно дистанционное управление оборудованием. Система позволяет своевременно отслеживать возникновение аварийных и предаварийных ситуаций и уменьшить количество персонала, обслуживающего теплосети.

Служба экстренной помощи при автомобильных авариях В настоящее время значительное количество смертельных исходов при автомобильных авариях связано с неоказанием своевременной медицинской помощи в течение “золотого часа” после аварии. Изменить эту ситуацию можно, установив на автомобилях датчики, аналогичные датчикам для подушек безопасности, и подключив их к GSM/GPS-контроллеру, который одновременно может быть задействован и как сотовая сигнализация на случай угона транспортного средства. При аварии контроллер пересылает сообщение в службу экстренной помощи, где указывает координаты аварии, считанные с приемника GPS (спутниковой системы позиционирования), также подключенной к контроллеру. Таким образом можно существенно снизить смертность на

дорогах. Своевременное оказание медицинской помощи позволит снизить последствия тяжелых травм при серьезных авариях и увеличить шансы на выживание водителя и его пассажиров.

Контроль утечки бытового газа в жилых домах. Для предотвращения взрывов жилых домов из-за утечки бытового газа предлагается в каждом доме установить GSM-контроллер и несколько датчиков газа в различных местах. В случае возникновения утечки газа информация об этом незамедлительно передается в службу газового хозяйства, где и принимаются экстренные меры. Это значительно снизит вероятность взрыва.

Контроль состояния ветхих зданий. Здания, находящиеся в аварийном состоянии из-за ветхости или расположенные на неустойчивых грунтах, оборудуются тензометрическими датчиками, прикрепленными в наиболее опасных местах. Датчики подключаются к контроллеру, который отслеживает величину и скорость развития деформаций стен и конструкций. При критическом нарастании скорости GSM-контроллер передает сигнал тревоги в соответствующую службу для организации эвакуации людей из этого здания.

Мониторинг экологической ситуации. В городах или на территории вокруг аварийно опасных промышленных объектов (атомных станций, химических предприятий и т.д.) устанавливаются станции экологического мониторинга, в которых смонтированы радиационные и датчики химически опасных веществ. Датчики через GSM-контроллеры передают информацию в центральный компьютер, где она обрабатывается. Карта с текущим распределением концентраций веществ публикуется в интернете и общедоступна. В случае возникновения опасных выбросов по этой карте в режиме реального времени можно отслеживать уровень концентраций и направление перемещения облака. Наличие такой общедоступной системы мониторинга снизит психологический стресс у людей, живущих рядом с опасными объектами, и повысит доверие к

властям, вынужденным опровергать ложные слухи об авариях. Интересным вариантом является мобильная станция экологического мониторинга, когда необходимые датчики и приборы установлены в автомобиле. При движении автомобиля через GSM-контроллер передаются координаты автомобиля и показания датчиков. Это позволяет оперативно просканировать исследуемую территорию.

Телеметрия с использованием спутникового телефона. В местах, где отсутствует сотовая сеть, информацию о состоянии контролируемого объекта можно автоматически передавать через спутниковый телефон. Например, можно в любой момент получить информацию о текущей работоспособности различных систем самолета или корабля, их координатах. Таким же образом можно контролировать нефте- и газопроводы, сооружения электросетей, опасные состояния дамб водохранилищ и т.д. Можно снизить ущерб от неожиданных паводков, прорывов дамб, схода селевых потоков и ледников.

3. Методы и способы передачи данных по сети сотовой связи

При использовании беспроводной технологии GSM данные могут передаваться тремя основными способами: с помощью службы коротких сообщений SMS (Short Message Service), по голосовому каналу GSM и с использованием пакетной передачи данных GPRS (General Packet Radio Service). Рассмотрим более подробно каждый из этих способов.

Служба SMS весьма популярна среди пользователей мобильных телефонов. Однако для передачи массивов данных она подходит меньше всего. Посредством SMS-сообщений целесообразно передавать команды (например, на подключение к серверу) или служебную информацию малого объема (IP-адрес сервера и т. п.). Основные достоинства этой службы — простота использования, относительно низкая стоимость услуг и удобная организация доставки сообщений. К недостаткам ее следует отнести в первую очередь негарантированность быстрой доставки сообщения и малое

число символов в нем — до 160. Эти обстоятельства накладывают существенные ограничения на применение SMS, например, в системах непрерывного мониторинга производственных процессов или контроля мобильных объектов.

Службу SMS имеет смысл использовать при небольших объеме и числе информационных посылок, например, если опрос текущего состояния концентратора сети счетчиков осуществляется с удаленного диспетчерского пункта один раз в смену. Эта служба также подходит для передачи тревожных сообщений о нештатных ситуациях в приложениях, не критичных по времени оповещения. Высокоскоростная передача данных с коммутацией каналов HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) позволяет организовать обмен данными любого объема между двумя объектами в реальном масштабе времени (on-line) в формате соединения “точка—точка”. Основными достоинствами этого способа связи являются более высокие надежность и скорость передачи данных.

Максимальная скорость передачи данных по одному голосовому каналу GSM (режим CSD) составляет 9600 Кбит/с, а многоканальный режим HSCSD обеспечивает передачу данных на скорости 19 200 Кбит/с и выше. К недостаткам использования голосового канала GSM можно отнести значительную стоимость пересылки килобайта информации и существенное негативное влияние (на экономические показатели системы) времени организации сеанса связи между модемами (своего рода handshaking) при передаче малых объемов данных. Например, время передачи 20 Кбит информации равно примерно 2 с, а время организации сеанса может варьироваться от 2 до 16 с, в зависимости от режима работы модемов. Поскольку абоненты оплачивают это время, то налицо неэффективное использование финансовых ресурсов.

Наиболее оптимальный способ передачи данных по сети GSM — применение технологии GPRS. Главной ее особенностью является возможность постоянного подключения абонента к сети, т. е. наличие

активного виртуального канала связи. На время передачи пакета данных абоненту предоставляется реальный (физический) радиоканал, который в остальное время используется для передачи пакетов других пользователей сети. Таким образом, абонент не занимает физический канал постоянно, как при режимах CSD и HSCSD, и поэтому платит только за трафик, а не за все время сеанса связи. В результате существенно снижается стоимость передачи мегабайта информации. Технология GPRS оптимальна для применения в системах непрерывного или квазинепрерывного мониторинга производственных процессов, контроля мобильных и стационарных объектов, а также для поддержки приложений, в которых ключевую роль играет низкая стоимость трафика. Максимально возможная скорость обмена данными с помощью технологии GPRS теоретически может достигать 170 Кбит/с.

4.Аппаратура GSM для передачи данных

В качестве устройства передачи данных можно использовать и обычный сотовый телефон (большинство современных аппаратов поддерживают услугу GPRS). Однако более приемлемыми с точки зрения стоимости, эффективности и надежности работы, а также устойчивости к неблагоприятным воздействиям окружающей среды (высокие температура, влажность и т.д.) являются специальные модемы, выполненные в виде внешних терминалов и встраиваемых модулей.

Встраиваемый модуль GSM/GPRS — это безкорпусной элемент (ОЕМ-модуль), для функционирования которого необходимы дополнительные компоненты: средства электропитания цифрового и радиочастотного блоков, интерфейсы для связи с внешними устройствами, корпус, антенна и т. д. Напротив, внешний терминал GSM/GPRS представляет собой полностью готовое к работе устройство.

Основное достоинство встраиваемых модулей заключается в возможности их интеграции в проектируемое устройство — например, в концентратор информации на удаленном объекте. Это позволяет избежать появления лишних корпусов устройств на объекте, однако на плате концентратора необходимо разместить дополнительные схемотехнические компоненты, обеспечивающие работоспособность модуля. Модули различных фирм-производителей схожи по своим архитектурам и функциональным возможностям, но отличаются друг от друга по способу подключения — имеют специфические разъемы. Модуль одного производителя не может быть заменен на модуль другого без схемотехнической адаптации хост-устройства. Наряду с базовой функцией реализации канала передачи данных по технологиям GSM и GPRS модули, как правило, предоставляют разработчику аппаратуры более широкие возможности, вплоть до выполнения основных функций концентратора сети счетчиков. По сути такие модули являются управляющими контроллерами. Столь широкая функциональность достигается благодаря открытости архитектуры модулей и предоставлению производителями специализированных программных и аппаратных средств разработки, загрузки и отладки собственных приложений. Этому способствует и наличие в модулях широкого набора интерфейсов: практически все они имеют один или несколько последовательных интерфейсов UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), SPI (Serial Peripheral Interface), I2C (Inter-IC bus) и USB (Universal Serial Bus). Дополнительные возможности для решения тех или иных задач в рамках приложений реализуются с помощью разнообразных линий ввода-вывода общего назначения, каналов АЦП и ЦАП.

Помимо способа подключения и разнообразия интерфейсов, модули различаются диапазонами рабочих температур. Некоторые производители гарантируют работу своих изделий при температурах от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$, большинство же ограничиваются диапазоном от $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Стандартный диапазон питающих напряжений модулей — от 3 до 4,5 В. Стоит отметить, что токи потребления модулей разных производителей могут отличаться в два и более раз, на что следует обратить внимание при проектировании автономных или малопотребляющих систем.

Задача реализации канала GPRS значительно упрощается, если модуль имеет встроенный стек TCP/IP. Благодаря этому разработчику АСКУЭ или какой-либо другой системы не нужно досконально изучать протоколы TCP/IP, чтобы использовать их для обмена информацией. Встроенный стек TCP/IP позволяет с помощью нескольких AT-команд организовать канал передачи данных по технологии GPRS. Сейчас все большее число модулей имеют интегрированный стек TCP/IP и поддерживают технологию GPRS класса 8 и выше для более надежной и быстрой передачи данных.

В настоящее время имеется множество встраиваемых модулей GSM/GPRS ведущих мировых производителей. Свою продукцию предлагают такие компании, как Sony Ericsson, Siemens, WaveCom, Motorola, MultiTech, Enfora и др.

Ключевым достоинством внешних терминалов GSM/GPRS является возможность в сжатые сроки организовать беспроводные каналы передачи данных, в том числе и на действующих объектах. Масса и габаритные размеры моделей терминалов примерно одинаковы, некоторые производители предлагают изделия в индустриальном исполнении.

Для подключения к внешнему устройству большинство моделей терминалов GSM/GPRS оборудованы стандартным интерфейсом RS-232, имеются модели, снабженные USB-интерфейсом. В качестве внешнего устройства могут использоваться как персональные компьютеры, так и аппаратные средства, выполненные на базе микроконтроллеров.

Отдельные производители ограничиваются только интерфейсом RS-232 или USB, не предоставляя никаких дополнительных портов для управления терминалом, либо внешним устройством посредством

терминала. Большинство же производителей реализуют разнообразные линии включения и выключения терминала, каналы ввода-вывода и АЦП, средства управления внешними силовыми элементами (транзисторами, реле и т. п.), дополнительные интерфейсы (SPI, I2C). В терминалах предусмотрены разъемы для подключения телефонной трубки (аудио) и внешней антенны.

Отметим такую необходимую функцию некоторых терминалов, как аппаратный сброс (hardware reset). Нередки ситуации, когда внутренний микропроцессор терминала “зависает” и перестает реагировать на команды, поступающие к нему по интерфейсу RS-232. При этом никаким другим способом, кроме как аппаратным сбросом, вывести его из этого состояния невозможно. В терминалах есть дополнительные выводы, изменение логического состояния которых вызывает аппаратный сброс. Как показывает практика, эта функция крайне удобна при использовании терминалов на удаленных объектах, работающих в автономном режиме.

Управление терминалом GSM/GPRS осуществляется с помощью AT-команд. Для инициализации его и передачи данных по голосовому каналу GSM необходимо ввести всего две команды, а для организации передачи данных по технологии GPRS — 5—6 команд, причем реализовывать стек TCP/IP на стороне внешнего устройства не требуется.

5. Передача данных по каналам GSM

Планируя создать систему сбора и передачи данных, необходимо выбрать технологию их передачи — GSM, SMS или GPRS — и аппаратные средства связи. Прежде чем рассматривать возможные варианты реализации канала необходимо учесть некоторые моменты. Сначала нужно убедиться, что выбранный оператор поддерживает требуемую технологию передачи, а затем активировать соответствующие услуги на SIM-карте.

Передача данных по голосовому каналу осуществляется между двумя модемами GSM/GPRS по топологии “точка—точка”. В случае применения внешних терминалов последние подключают к концентраторам сетей счетчиков и к центральному пульту оператора (ЦПО) в ЦСОИ через интерфейс RS-232.

При использовании голосового канала GSM для передачи данных любая из сторон может быть инициатором установления соединения. Модем вызываемого устройства должен быть настроен (с помощью AT-команд) на прием входящего звонка и автоматический ответ на него. Для упрощения передачи данных через модем GSM/GPRS и обеспечения поддержки различных протоколов рекомендуется применять режим “прозрачного соединения”. Он подразумевает отсутствие какого-либо контроля за передачей со стороны модема, все функции, гарантирующие надежность связи, возлагаются на хост-устройство; модемы же выступают лишь в роли транслирующих звеньев между двумя хост-устройствами.

Для снижения влияния помех и уменьшения числа повторных пересылок данных при работе модемов в “прозрачном режиме” рекомендуется на стороне внешнего устройства использовать фрагментацию пакетов передаваемых данных. Это позволит в случае искажения данных в голосовом канале GSM повторно пересылать только часть пакета, что значительно сократит общее время сеанса связи и объем трафика.

Полезной функцией является автоматическое определение номера (АОН) звонящего абонента (эта услуга должна быть подключена у оператора) до ответа на входящий звонок. Благодаря ей появляется возможность отсеивать ложные звонки от неизвестных абонентов и отвечать только на “свои” номера. Другой вариант использования АОНа — оставить звонок без ответа и, убедившись в поступлении вызова от известного абонента, интерпретировать его (вызов) как команду, например, на установку GPRS-соединения.

6. Передача данных посредством SMS

Как уже говорилось выше, короткие информационные пакеты могут передаваться с использованием службы SMS. Для этого в принимающем модеме (с помощью AT-команд) необходимо указать место хранения входящих SMS-сообщений (память SIM-карты или модема) и выбрать режим индикации поступления новых сообщений. В отправляющем модеме следует задать параметры отправляемого SMS-сообщения и выбрать его формат.

Функция SMS Tunnel проста в настройке и обеспечивает прозрачный канал передачи данных без необходимости предварительной установки соединения. Ограничения на использование этой функции связаны с особенностями передачи SMS-сообщений. Во-первых, среднее время доставки сообщения составляет 8 секунд. Поэтому метод не применим для приложений, критичных к таким задержкам. Во-вторых, данные большого объема (т.е. не уместяющиеся в одно SMS-сообщение) будут разбиты на несколько сообщений. При тестировании модемов неоднократно возникала ситуация, когда порядок получения сообщений отличался от порядка их отправки. Максимальный размер сообщения в стандарте GSM — 140 байт. Таким образом, при использовании 7-битной кодировки (латинский алфавит и цифры) можно отправлять сообщения длиной до 160 символов. Поэтому настоятельно не рекомендуется отправлять пакеты данных, длина которых превышает объем одного SMS-сообщения: при передаче данных не только могут возникнуть паузы, но и может измениться порядок прихода SMS-сообщений на приемной стороне.

Среди возможных вариантов применения режима SMS Tunnel следовало бы выделить системы мониторинга окружающей среды, сигнализации и предупреждения персонала: при выходе контролируемого параметра за пределы допустимого значения оператор может получить

соответствующее SMS-сообщение на свой мобильный телефон. Также короткие сообщения могут использоваться в управлении системами типа «умный дом»: оператор может удаленно контролировать температуру в помещении, включать освещение и проч. В международных транспортных системах SMS-сообщения используются для изменения состояния управляемых дорожных знаков или вывода сообщений на текстовые информационные табло.

7.Передача данных с помощью GPRS

Как известно, технология пакетной передачи GPRS использует в качестве механизма доставки пакетов данных протоколы TCP/IP, в случае применения которых каждому из устройств сети присваивается уникальный IP-адрес. Существует два вида IP-адресов: статические и динамические. Статические IP-адреса могут предоставляться либо Интернет-провайдерами, либо операторами сотовых сетей. Наиболее простой способ получения статических IP-адресов — обратиться к Интернет-провайдеру. У операторов сотовых сетей получить такие адреса зачастую трудно и дорого.

Динамические IP-адреса выдает оператор при подсоединении к сети GPRS и только на время сеанса связи. Если по каким-либо причинам сеанс прервался, то при повторном подсоединении устройство, не имеющее статического IP-адреса, получит новый динамический, отличный от предыдущего. Необходимо упомянуть тот факт, что если устройство, в том числе модем GSM/GPRS, авторизовалось в сети и получило динамический IP-адрес, то для поддержания виртуального GPRS-канала в активном состоянии нужно через определенные временные интервалы передавать сигнальные пакеты на любой известный IP-адрес, иначе оператор разъединит соединение с сетью.

Применительно к рассматриваемой системе АСКУЭ возможны разные варианты выделения IP-адресов ЦПО и концентраторам сетей счетчиков. Наиболее часто встречающийся вариант — наличие у ЦПО статического IP-адреса, а у абонентов — динамических. Причем статический IP-адрес выделяет ЦПО не сотовый оператор, а Интернет-провайдер при подключении ЦПО к Интернету по выделенному каналу доступа (образованному с помощью технологий ЛВС, ADSL или др.).

При такой организации системы возможны два сценария установления соединения между устройствами в целях передачи данных. Если иницирующим соединением является концентратор, он организует GPRS-сеанс с инфраструктурой сотового оператора, получает от него динамический IP-адрес и устанавливает TCP/IP-соединение с ЦПО (если “знает” его статический IP-адрес). Последний (ЦПО) должен быть сконфигурирован на прием (и обработку) запросов на соединение по выделенному каналу доступа в Интернет. При поступлении запроса на соединение от концентратора его динамический IP-адрес станет “известен” ЦПО (в IP-заголовке пакета содержится информация об адресе отправителя), что сделает возможным двухсторонний обмен информацией.

Если же инициатором связи является ЦПО, то он дозванивается до удаленного модема по голосовому каналу GSM или посылает SMS-сообщение на его номер. Концентратор воспринимает входящий звонок (или поступившее SMS-сообщение) с известного номера как команду на установление соединения с ЦПО и далее действует так, как было описано ранее. Минимальным требованием при организации соединения с ЦПО является “знание” концентратором статического IP-адреса ЦПО. Если же концентратор не “знает” этот адрес, то его можно сообщить концентратору по голосовому каналу GSM или посредством службы SMS.

При необходимости организовать связь с концентратором, имеющим статический IP-адрес, ЦПО обращается к нему по этому адресу, устанавливая GPRS-соединение. Для этого модем GSM/GPRS концентратора должен быть сконфигурирован на прием (и обработку) запросов на соединение по каналу TCP/IP. Такой способ организации канала передачи данных возможен, однако на практике почти не встречается из-за сложности получения статических IP-адресов у сотовых операторов для всех удаленных устройств системы.

Актуален и такой вариант: концентраторы и ЦПО имеют динамические IP-адреса. Это возможно, когда ЦПО не оснащен выделенным каналом доступа в Интернет, но расположен в зоне действия одного из операторов сотовой связи. В этом случае уже не важно кто является инициатором связи — концентратор или ЦПО, действия по реализации канала передачи данных всегда будут одни и те же.

Иницирующее связь устройство (например, ЦПО) организует GPRS-сеанс с инфраструктурой сотового оператора и получает от него динамический IP-адрес. Затем оно сообщает (например, с помощью службы SMS) полученный адрес другому устройству (концентратору) и передает ему команду соединиться по этому адресу. Вызываемое устройство, организовав GPRS-сеанс и получив динамический IP-адрес, устанавливает TCP/IP-соединение с вызывающим устройством.

Существующие на аппаратные средства, их доступность и простота использования позволяют эффективно решать задачи по реализации каналов GSM и GPRS в беспроводных системах сбора и передачи информации. Для этого достаточно представлять на уровне пользователя процессы передачи информации в сетях GSM/GPRS и способы конфигурирования модемов GSM/GPRS с помощью AT-команд.

Выводы к главе II

1. Рассмотрены особенности применения технологий сотовой связи в телеметрии, методы и способы передачи данных по сети сотовой связи.

2. Установлено, что наиболее эффективным является передача телеметрической информации по GSM каналу. Результат мониторинга передается посредством коротких по объему данных в любое время суток и года по запросу центра обработки информации.

3. Анализ технологий и методов передачи телеметрической информации в сотовой связи показал, что при передаче коротких информационных пакетов наиболее гибким, эффективным и наименьшей стоимостью обладает использование службы SMS.

Глава III. Анализ и выбор элементной базы разрабатываемого устройства

1. Анализ технических характеристик современных GSM-модулей

Во многих приложениях необходимо оперативно передавать информацию о состоянии объекта мониторинга по беспроводным каналам связи. Одно из наиболее распространенных и удобных для этого средств - GSM-модуль, который встраивается в датчики, размещаемые на объекте.

GSM-модуль состоит из радио блока (приемопередатчик, усилитель и внешний радиочастотный интерфейс), процессора, памяти и ряда интерфейсов для интеграции в конечные устройства (рис.3.1). GSM-модули могут передавать и принимать данные по каналам GSM и GPRS, в том числе SMS-сообщения и факсы. Некоторые модули оснащены также GPS-приемниками и могут определять, а затем передавать координаты объекта, в котором они находятся. Большинство GSM-модулей можно управлять посредством AT-команд. Некоторые производители предлагают расширенный набор этих команд, а также возможность программирования модулей на языках высокого уровня (например, C и Python).

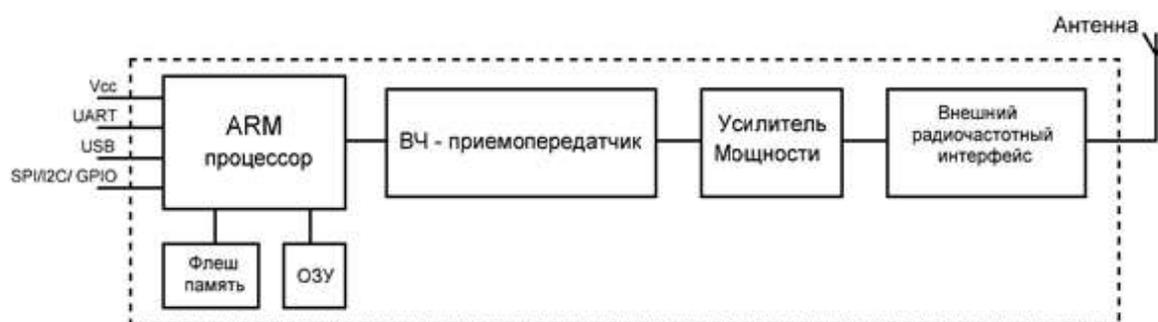


Рис. 3.1. Блок-схема GSM-модуля

Для использования сети сотовой связи в модуль обычно подключают SIM-карта. GSM-модуль может быть интегрирован в различное телеметрическое, диспетчерское, охрannое и другое оборудование. GSM-модуль могут использоваться вместо обычных телефонных модемов (в банкоматах, торговых автоматах, охранных системах, системах дистанционного управления, компьютерах), а также для интеграции в программно-аппаратные комплексы. В своей работе беспроводные модемы используют дополнительные устройства управления. Некоторые типы беспроводных модемов могут работать как телефонные шлюзы для передачи голосовых, видео и текстовых данных там, где не может быть использована традиционная фиксированная линия или где дешевле использовать сотовое средство сообщения.

2. GSM-модули различных производителей

2.1. GSM-модули компании Sierra Wireless

К числу основных производителей GSM-модулей относятся компании Sierra Wireless, Telit, Cinterion, SIMCOM. Рассмотрим продукцию, которую они предлагают.

Модельный ряд компании содержит несколько GSM-модулей. Серия Airprime WMP представлена тремя моделями: WMP50, WMP100 и WMP150. Они работают в четырех GSM-диапазонах (850/900/1800/1900 МГц) и обеспечивают передачу данных по каналу GPRS. Модели WMP100 и WMP150 поддерживают прием данных и по технологии EDGE. Все модели серии Airprime WMP размещаются в компактных BGA-корпусах размером 25x25x3 мм (рис.3.2а). Модель WMP50 оснащена процессором ARM946, работающим на частоте 26 МГц и обеспечивающим быстрое действие 21 MIPS (Million Instructions Per Second - миллионов инструкций в секунду). Она рассчитана на приложения, не требующие высокой производительности.

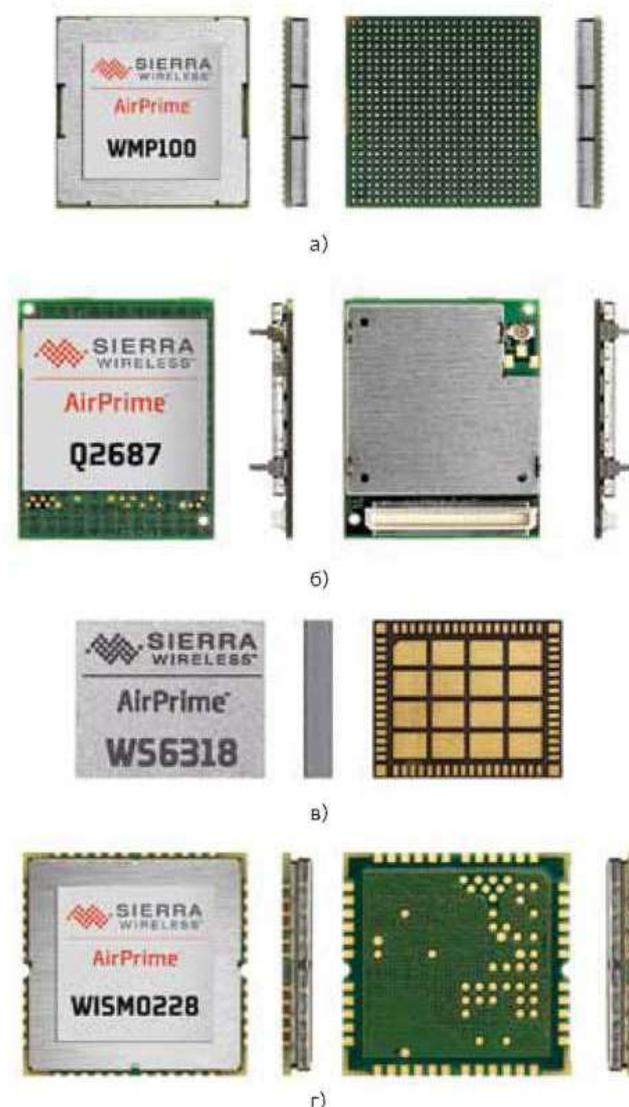


Рис. 3.2. GSM-модули компании Sierra Wireless: а - WMP100; б - 02687; в - WS6318, г - WISMO228

Модель WMP100 предназначена для приложений со средней производительностью - ее процессор имеет быстродействие 87 MIPS. Эта модель полностью совместима с WMP50 по выводам и программному обеспечению, что позволяет легко выполнять модернизацию систем. Особенность модели WMP100 еще и в том, что она сертифицирована на соответствие стандарту АTEX и может использоваться во взрывоопасных условиях. WMP150 ориентирована на автомобильные

приложения, в частности, для применения в системе e-Call. Модели WMP100 и WMP150 доступны в исполнениях со встроенным SIM-модулем (вместо пластиковой SIM-карты). Еще одна серия - AirPrime Q, в которую входят четырех диапазонные GSM-модули Q2686 и Q2687. Они обладают схожей функциональностью с серией Airprime WMP, но размещаются в корпусах с соединителем (рис.3.2б). Серия Airprime WS - это очень компактные модули. Самый маленький из них - WS6318 - имеет габариты всего 15x17,8x2,5 мм (рис.3.2в). Эти модули можно интегрировать в различные устройства с малыми размерами, например, используемые в медицинской диагностике, бытовой электронике, навигации и в автомобильных охранных системах. Корпус модели WS6318 покрыт специальным защитным слоем, устойчивым к воздействию агрессивной внешней среды. Модели WISMO218 и WISMO228 этой же серии размещаются в корпусах типа LCC с краевыми контактами (LCC castellation) размером 25x25x2,8 мм (рис.3.2г), удобных как для ручной, так и для автоматической пайки на плату. Основное различие между этими моделями - в числе поддерживаемых GSM- диапазонов. Модели WISMO228 – четырех диапазонные, WISMO218 – двух диапазонные.

2.2.GSM-модули компании Telit

Компания Telit также предлагает широкую линейку GSM-модулей в различных корпусах и с разной функциональностью.

Устройства серии GE864 - это четырех диапазонные GSM-модули в BGA-корпусах размером 30x30x2,8 мм (рис.3.3а). Малые размеры позволяют использовать эти модули в очень компактных, в том числе переносных устройствах. В линейку входит четыре модели: GE864-QUAD V2, GE864-QUAD ATEX, GE864-QUAD

Automotive V2 и GE864-GPS. Модель GE864-QUAD ATEX предназначена для использования во взрывоопасных средах. Модель GE864-QUAD Automotive V2 разработана для применения в автомобильных приложениях - она соответствует требованиям к системам e-Call. Модуль GE864-GPS имеет встроенный GPS-чип SiRFstarIV.



Рис. 3.3. GSM-модули компании Telit: а - GE864-0UAD V2; б - GE910; в - GL865-0UAD; г - G30 в корпусе LGA; д - G30 с межплатным соединителем; е - GC864-0UAD V2

Модель GE865-QUAD в BGA-корпусе (22x22x3 мм), по заявлению компании Telit, - самый компактный модуль такого типа на рынке, предназначенный для использования в миниатюрных устройствах.

Серия модулей GE910 выполнена в корпусах LGA (рис.3.3б). Среди их отличительных особенностей - наличие интерфейса USB 2.0 и мощный микропроцессор ARM11. Модель GE910-GNS содержит также приемник сигналов спутниковой навигации, поддерживающий стандарты GPS и ГЛОНАСС.

Модули GL865-DUAL и GL865-QUAD размещаются в корпусах LCC (рис.3.3в). Первый модуль – двух диапазонный, а второй поддер-

живает все четыре GSM-диапазона. Другие их характеристики схожи. Модуль GL865-DUAL V3 (новый представитель той же серии) полностью обратно совместим с модулем GL865-DUAL, но основан на новом 2G-чипсете компании Intel . Он также отличается пониженным энергопотреблением, благодаря чему его можно применять в устройствах с батарейным питанием, в том числе переносных. Модули G30 доступны в двух исполнениях - в корпусе LGA (рис.3.3г) и с 70-контактным межплатным соединителем (рис.3.3д). Они имеют высокую прочность и могут использоваться в тяжелых промышленных условиях.

Такое решение повышает надежность и безопасность устройства. Модули G30 поддерживают фирменную программную платформу Telit AppZone. Она предоставляет возможность использовать процессор и память GSM-модуля для выполнения сторонних приложений.

2.3.GSM-модули компании Cinterion

GSM-модули компании Cinterion объединены в две основные группы: M2M Value и M2M Evolution. Модули M2M Value позиционируются как базовые модели, однако обладают широкими возможностями, достаточными для решения многих задач в соответствии с современными стандартами. В эту группу входят модули BGS2 и BGS3 в LGA- корпусах и модули MC55i/MC55i-W и BG2 с соединителями (рис.3.4а, б). Модули BGS2 отличаются малыми габаритами (27,6x18,8x2,7 мм), а BGS3 доступны в исполнении для взрывоопасных сред, соответствующем стандарту АТЕХ. Различие между модулями MC55i и MC55i-W в энергопотреблении и диапазоне рабочих температур. Группа M2M Evolution также включает модули в

LGA-корпусах (EES3, EGS5, EGS3) и с соединителями (MC75i, TC65i/TC65i-X, TC63i) (рис.3.4в). Они обладают большей функциональностью, чем модули группы M2M Value.

В частности, все модули этой серии оснащены интерфейсами USB и SPI (дополнительно к имеющимся у серии Value интерфейсам), а модули MC75 и EES3 поддерживают канал передачи данных EDGE.

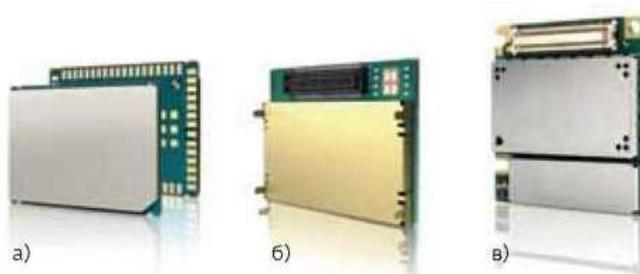


Рис. 3.4. GSM-модули компании Cinterion: а - BGS2; б - BG2; в - MC75i

2.4.GSM-модули компании SIMCOM

Модельный ряд GSM-модулей компании SIMCOM включает несколько серий. Серия SIM900 - это GSM/GPRS-модули. Модуль 900 - наиболее компактный (24x24x3 мм), размещен в корпусе для поверхностного монтажа (SMD) (рис.3.5а). Он поддерживает четыре GSM-диапазона. Модуль SIM900D аналогичен по характеристикам, но больше по размерам - 33x33x3 мм. Еще два модуля этой серии SIM900B и SIM900S выполнены с межплатными соединителями (рис.3.5б). Первый из них четырехдиапазонный, второй – двухдиапазонный, он также имеет меньший диапазон рабочих температур - от -20 до 60°C. Все модули серии оснащены процессором ARM926EJ-S.

Модули серии SIM700, кроме GSM и GPRS, поддерживают технологию EDGE. Модуль SIM700 (рис.3.5в) оснащен межплатным соединителем, а SIM700D (рис.3.5г) предназначен для поверхностного монтажа.

Модуль SIM908 (рис.3.5д) имеет встроенный GPS-приемник. Поэтому его можно применять в различных приложениях, требующих точного определения координат объекта.



Рис. 3.5. GSM-модули компании SIM: а - SIM900; б - SIM900S; в - SIM700; г - SIM700D; д - SIM908

На основе анализа технических характеристик современных GSM-модулей разных производителей была составлена сравнительная таблица технических характеристик GSM-модулей (таблица 3.1), и установлено, что по техническим характеристикам они приблизительно идентичны. Поэтому в разрабатываемом устройстве используем наиболее распространенную модель SIM900 компании SIMCOM.

Таблица 3.1

Технические характеристики GSM-модулей

Производители	SIMCOM		Cinterion	Sierra Wireless	Telit
Модель	SIM900		MC55i	WISMO228	G30
Каналы связи	GSM,GPRS				
GSM-диапазоны, МГц	850, 900, 1800, 1900		850, 900,		
Напряжения питания, В	3,8-4,5		5	5	5
Режим ожидания, мА	1 – 1,5		2,5	2	2,5
максимальная нагрузка, мА	120-450		450	460	220-450
Аудио интерфейсы аналоговый (число выходов для динамика/входов для микрофона)	1/1		-	-	1/1
Интерфейсы для управления	UART	1	1	1	1
	I ² C	1	1	1	-
Число АЦП и ШИМ	1/2		1/-	1/-	1/1
Управляющие команды	AT-команды				
Интернет-протоколы	TCP/UDP/FTP/ HTTP/SMTP/ POP3/SNMP/SSL/IP		TCP/UDP/FT P/ IP	TCP/UDP/FTP/HTTP/SMTP/ IP	
Размеры, мм	24x24x3		35x32,5x2,95	25x25x2,8	24,4x40x3,5
Диапазон рабочих температур, °С	-40...+85		-35...+75	-30...+85	-40...+70

3. Общие сведения о датчиках газа

Датчик загазованности в состав, которого входит газовый сенсор или газосигнализатор — устройство, которое позволяет измерять концентрацию или определять наличие отдельных компонентов газовых смесей, в том числе паров жидких веществ.

Газовые сенсоры входят в состав датчиков или систем измерения и контроля, в которых, помимо них, имеются системы преобразования сигнала и индикации. Основной функцией газового сенсора является преобразование концентрации анализируемого вещества в электрический или какой-либо другой сигнал, позволяющий регистрацию и визуализацию этого сигнала. Наиболее распространенными являются полупроводниковые, электрохимические и оптические (инфракрасные) сенсоры. В сенсорах первых двух типов за счет адсорбции компонента смеси происходит изменение электрических свойств сенсора; в третьем случае фиксируется изменение оптической плотности анализируемой смеси газов при определенной длине волны. Наиболее важными характеристиками газовых сенсоров являются селективность по отдельному компоненту, концентрационные пределы определения компонента и время отклика (реакции сенсора на изменение концентрации компонента).

Термохимические датчики

Термохимические датчики, основанные на измерении теплового эффекта реакции каталитического окисления газа, применяют для определения концентраций горючих газов. Они состоят из миниатюрного чувствительного элемента, иногда называемого также «шариком», «пеллистором» (Pellistor) или «сигистором» (Siegistor). Последние два являются зарегистрированными торговыми марками серийных устройств. Они изготовлены из электроподогреваемой катушки с платиновой

проволокой, на которую сначала нанесена керамическая подложка, например, оксид алюминия, а затем кроющая наружная оболочка из палладиевого или родиевого катализатора, распыленного на подложку из окиси тория.

Действие этого типа датчика основано на том, что при прохождении газо-воздушной смеси на поверхности катализатора возникает горение и выделяющееся теплоповышает температуру шарика. Вызванное этим увеличение сопротивления платиновой катушки регистрируется мостовой схемой, второе плечо которой не имеет оболочки — катализатора. При малых концентрациях изменение сопротивления находится в прямой зависимости от концентрации газа в окружающей среде. Типичное напряжение на датчике- несколько вольт, ток 0,1-0,3 ампера.

Инфракрасные датчики

Оптические датчики газов представляют очень важную линейку газовых датчиков, и используют одну из лучших технологий, основанную на принципе поглощения газом инфракрасного излучения. Различные газы имеют разные максимумы поглощения ИК излучения, поэтому тип и концентрация газа могут быть определены через измерение и анализ кривой поглощения газом ИК излучения. Из-за сложности такого типа датчиков, и сдвигов фаз, вносимых приборами, ИК датчики газа не стали настоящими лидерами рынка, несмотря на известные преимущества принципа детектирования.

По мере научно-технологического прогресса постоянно появляются фотоэлектрические ИК приборы с небольшими габаритами и низким давлением, что позволяет сделать миниатюризацию одним из основных направлений развития датчиков газа. Не дисперсионный инфракрасный метод (NDIR) это основная технология, используемая в ИК датчиках газа. Принцип работы датчика, определяющего тип и концентрацию газа,

основан на изменении интенсивности ИК излучения до и после поглощения в инфракрасном детекторе с избирательной чувствительностью.

Поглощение ИК излучения это простой физический процесс. Этот процесс не зависит от кислорода, не использует ядовитые вещества, обладает прекрасной устойчивостью к вибрации и помехам. Подобные датчики могут использоваться для непрерывной работы совместно с компьютером. ИК датчики газа обладают такими заметными преимуществами как высокая точность, хорошая избирательность, прекрасная чувствительность и надежность, быстрый отклик, и линейность в широком диапазоне (0...100%).

Датчики могут широко использоваться там, где требуется высокая чувствительность, как например, при определении опасных газов, анализе выбросов в окружающую среду (выхлопные газы), обнаружении газов в угольных шахтах, мониторинге состояния окружающей среды в жилищах и медицинских учреждениях, мониторинге углекислого газа в теплицах, и в тех местах, где определенные газы трудно обнаружить с помощью датчиков других типов. Область применения инфракрасных датчиков газа очень широка и разнообразна.

Электрохимические датчики

Электрохимические датчики позволяют определять концентрацию газа в смеси по значению электрической проводимости раствора, поглотившего этот газ. Чувствительным элементом датчика является электрохимический сенсор, состоящий из трех электродов, помещенных в сосуд с электролитом. Чувствительность к различным компонентам определяется материалом электродов и применяемым электролитом.

Принцип действия датчиков основан на явлении протекания специфичной химической реакции (электрохимической реакции) в электрохимической ячейке, представляющей собой емкость с раствором

электролита с электродами (анодом и катодом). На рис. показан устройство электрохимического датчика.

Анализируемый газ вступает в химическую реакцию с электролитом, заполняющим ячейку. В результате в растворе возникают заряженные ионы, между электродами начинает протекать электрический ток.

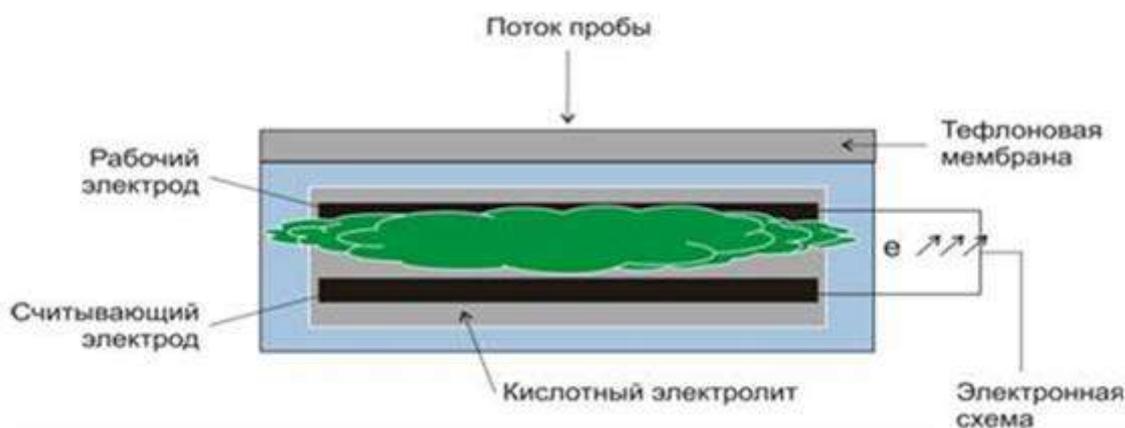


Рис.3.6. Устройство электрохимического датчика

Данный электрический ток прямо пропорционален концентрации газа, поэтому концентрацию газа можно узнать, измеряя сигнал, генерируемый электрохимическим датчиком. Протекание электрохимической реакции внутри датчика, влияющее на электрические свойства, определяется газом.

Полупроводниковые газовые датчики

Чувствительный материал датчиков газа серии MQ это высокоактивный оксид металла, обычно SnO_2 . Когда чувствительная поверхность датчика нагревается до определенной температуры, атомы кислорода абсорбируются поверхностью полупроводника, насыщенного электронами.

Электроны с поверхности полупроводника захватываются атомами кислорода, которые в результате превращаются в отрицательные ионы кислорода. Это приводит к образованию положительно заряженных областей на поверхности полупроводника, в результате чего увеличивается пороговое напряжение, которое препятствует движению электронов.

Свободные электроны внутри чувствительного материала должны проходить через границу полупроводника, чтобы формировать ток. Однако абсорбированный поверхностью кристалла кислород увеличивает пороговое напряжение, блокируя свободное перемещение электронов. Таким образом, у датчика появляется сопротивление.

В рабочем состоянии, когда присутствует другой газ, вызывающий окислительно-восстановительную реакцию, концентрация отрицательных ионов кислорода уменьшается. Это приводит к уменьшению порогового напряжения, и, как следствие, к уменьшению сопротивления датчика.

Чувствительный материал датчика SnO_2 имеет низкую проводимость в присутствии чистого воздуха. При появлении детектируемого горючего газа, проводимость датчика растет с ростом концентрации этого газа. Используя простую электрическую схему, можно преобразовать проводимости датчика в сигнал, пропорциональный концентрации газа.

4. Анализ существующих производителей датчиков газа

На сегодняшний день в мире существует несколько фирм занимающихся производством датчиков газа. География производителей обширна, Technology Ltd (Великобритания), Hanwei Electronics Co., Ltd. (Китай), Parallax, Inc. (Rocklin, California США) и Figaro (Япония).

При выборе датчиков для определения степени загазованности воздуха окружающей среды, необходимо учитывать несколько факторов:

- диапазон рабочих температур;
- принцип действия датчиков;

- срок службы датчиков;
- линейность характеристик измеряемых параметров;
- стоимость обслуживания;
- возможность работы в подвижном состоянии;
- приемлемая цена датчиков.

Фирма City Technology Ltd (Великобритания), занимается производством электрохимических, Каталитических и полупроводниковых датчиков газа. Ниже на Рис.3.7. приведён внешний вид датчика фирмы City Technology Ltd. На таблице 3.2. Приведены технический параметры датчиков газа фирмы City Technology Ltd.



Рис.3.7. Внешний вид датчика А3СО фирмы City Technology Ltd (Великобритания)

Фирма Hanwei Electronics Co., Ltd. (Китай) выпускает широкий ассортимент полупроводниковых, каталитических датчиков газа, готовые модули детекторы газа а также портативный детекторы газа. На рис.3.7. показан внешний вид датчиков фирмы Hanwei ElectronicsCo., Ltd. (Китай). В таблице 3.3 приведены технический параметры датчиков газа фирмы Hanwei ElectronicsCo., Ltd.

Технический параметры датчиков газа фирмы City Technology Ltd

Название датчика	Диапазон измерения, ppm / %	Срок службы, Годы	Напряжение питания, Вольт	Рабочая температура, °С	Типовые детектируемые газы
3F/D	0-20000ppm	3	9	От -20°С до +40°С	Угарный газ СО
200N (P)	0-100% LEL	2	5	От -20°С до +40°С	Горючие газы СН
MICROpeL 40M (P)	0-100% LEL	1	9	От -20°С до +40°С	Метан и Водород

Данные тип датчиков содержит нагревательный элемент из сплава Ni-Cr и чувствительный элемент из SnO₂ который меняет свое проводимост в зависимости от концентрации анализируемого газа. Используя простую электрическую схему, можно преобразовать проводимости датчика в сигнал, пропорциональный концентрации газа.



Рис. 3.7. Внешний вид датчиков фирмы Hanwei ElectronicsCo., Ltd. (Китай)

Данные тип датчиков содержит нагревательный элемент из сплава Ni-Cr и чувствительный элемент из SnO₂ который меняет свое проводимост в зависимости от концентрации анализируемого газа. Используя простую

электрическую схему, можно преобразовать проводимости датчика в сигнал, пропорциональный концентрации газа.

Таблица 3.3

Технические параметры датчиков газа фирмы Hanwei Electronics Co., Ltd.

Название датчика	Диапазон измерения, ppm / %	Срок службы, Годы	Напряжение питания, Вольт	Рабочая температура, °C	Типовые детектируемые газы
MQ-4	300...10000	3	5	От -20°C до +60°C	Метан, LNG
MQ-5	300...5000	3	5	От -20°C до +60°C	Метан, Природный газ, LPG
MQ-7	10-10 000 ppm	3	5	От -20°C до +60°C	угарного газа (CO)
MQ-9	10-1000 ppm CO, 10-1000 ppm горючий газ	3	5	От -20°C до +60°C	CO+CNG или CO+LPG
MQ-135	10-300ppm NH ₃ 10-1000ppm бензол 10-600ppm спирт 1%/м-10%/м дым	3	5	От -20°C до +60°C	Углекислый газ

Фирма Parallax, Inc. (Rocklin, California США) выпускает модуль газового датчика CO на базе сенсора MQ-7 фирмы Hanwei Electronics Co., Ltd. (Китай) на рис.3.8. показан внешний вид датчиков фирмы Parallax, Inc.

Фирма Figaro Engineering Inc. (Япония) является одним из мировых лидеров по производству датчиков детектирования и определения

концентрации газов и газовых примесей в составе воздуха. Весь производственный процесс, включающий разработку новых типов датчиков, их изготовление и тестирование, имеет международный сертификат качества ISO 9001, который гарантирует потребителям хорошие технические параметры датчиков, а также их надежность и стабильность в эксплуатации.



Рис.3.8. Внешний вид модуля CO фирмы Parallax, Inc.
(Rocklin, California США)

На рис.3.9 показан внешний вид датчиков фирмы Figaro Engineering Inc. (Япония). В таблице 3.4. приведены технические параметры датчиков газа фирмы Figaro Engineering Inc.



Рис. 3.9. Внешний вид датчиков фирмы Figaro Engineering Inc. (Япония)

Таблица 3.4

Технический параметры датчиков газа фирмы Figaro Engineering Inc.

Название датчика	Диапазон измерения, ppm / %	Срок службы, Года	Напряжение питания, Вольт	Рабочая температура, °С	Типовые детектируемые газы
TGS 4160	0–50000 ppm	3	5	От -10°С до +50°С	Углекислый газ
TGS 2442	0–1000 ppm	3	5	От -10°С до +50°С	Угарный газ
TGS 2611	0–20% НПВ	3	5	От -10°С до +50°С	Метан
TGS2610	500 - 10000 ppm	3	5	От -10°С до +50°С	Пропан

На основе проведенного анализа существующих производителей датчиков газа, и учитывая внутреннего рынка Узбекистана а также учитывая выше указанных факторов на основе всего этого был сделан вывод что наиболее перспективным направлением построения современных газоанализаторов является применение современных полупроводниковых, сенсоров (датчиков), необслуживаемых в течении всего срока службы. Для определения степени загазованности окружающего воздуха окружающей среды, целесообразно использовать датчик семейства MQ. Так как по сравнению с другими датчиками данный датчики больше всего подходит по выше перечисленным факторам.

5. Датчики газа серий MQ

Для разработки опытного варианта газоанализатора были приобретены готовые модули датчиков газа MQ-4, MQ-5, MQ-9, MQ-135. Для всех модулей напряжения питания 5В, потребляемый ток при рабочем режиме 140 мА.

- датчик MQ-4 – датчик природного газа (CH₄);
- датчик MQ-5 – датчик сжиженных углеводородных газов (LPG), природный газ, коксовый газ;
- датчик MQ-9 – датчик угарного газа (CO);
- датчик MQ-135 - Углекислый газ (CO₂).

Данные модули состоит из нескольких тока ограничивающих резисторов, светодиодов для индикации питания, операционного усилителя, датчик газа и построечный резистор для калибровки выходных значений датчика. По внешнему виду и по схематическому решению все датчики одинаковые, разница лишь самом датчике газа, который установлен на плату. Внешний вид модули датчиков газа приведен на рис.3.10. На рис.3.11. приведена принципиальная схема модулей датчиков газа.



Рис.3.10. Внешний вид датчиков - модулей вредных газов

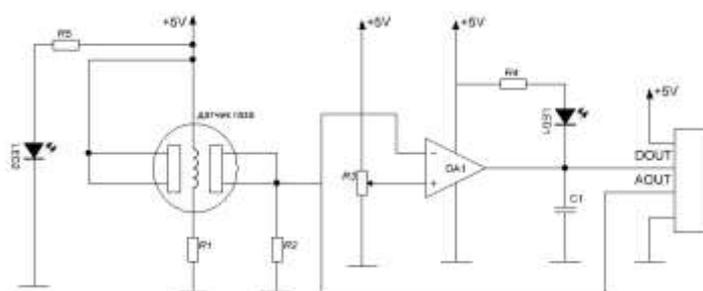


Рис.3.11. приведена принципиальная схема модули датчиков газа

Выводы к главе III

1.Проведённый анализ технических характеристик современных GSM-модулей разных производителей показал, что по техническим характеристикам они приблизительно похожи.

2. В разрабатываемом устройстве будет использоваться модуль SIM900, который является наиболее компактным и поддерживает четыре GSM-диапазона, что расширяет его применимость.

3. Рассмотрены общие сведения о датчиках газа, а также проведён анализ технических параметров датчиков газа различных производителей. На основе проведенного анализа был сделан вывод, что наиболее перспективным направлением построения современных газоанализаторов является применение современных полупроводниковых, сенсоров (датчиков), необслуживаемых в течении всего срока службы. Для определения степени загазованности окружающего воздуха окружающей среды, целесообразно использовать датчики фирмы Hanwei ElectronicsCo., Ltd. семейства MQ. Преимущества данных датчиков эта цена, качество, срок службы и легкодоступность.

Глава IV. Разработка устройство передачи телеметрической информации о степени загазованности воздуха по GSM каналу

1. Основные характеристики GSM-модуля SIM900 компании SIMCOM

На основе проведенного обзора и анализа для разрабатываемого устройства был выбран GSM-модуль SIM900 компании SIMCOM (рис.4.1).

Все GSM-модули компании SIM поддерживают управление посредством расширенного набора AT-команд, имеют набор встроенных аудио кодеков и оснащены различными интерфейсами как SPI и UART.



Рис. 4.1. Внешний вид GSM – модуля SIM900

Рассмотрим основные характеристики данного модуля:

- соответствует GSM Phase 2/2+;
- работает в диапазонах 850, 900, 1800 и 1900 МГц, то есть может полноценно работать практически во всех странах мира, в том числе и в Узбекистане;

- поддерживает SIM-карты с напряжением питания 3 В и 1,8 В, то есть все которые используются в настоящее время;
- управляется AT-командами, совместимыми с GSM 07.07 и 07.05;
- поддерживает работу с SMS как в режиме PDU, так и в текстовом режиме;
- имеет GPRS с мультислот-классом 10 (есть модификации с классом 8) и классом совместного использования голосовых и пакетных сервисов;
- имеет реализацию стека TCP/IP;
- поддерживает SIM Application Toolkit;
- имеет последовательные интерфейсы для управления AT-командами и для отладки (на отладочной плате второй интерфейс не используется). Протокол этих интерфейсов соответствует RS-232 за исключением уровней напряжений;
- имеет возможность автоматического определения частоты последовательного интерфейса;
- имеет возможность запуска пользовательского кода (Embedded AT), но из-за отсутствия защиты от зависаний, в большинстве применений всё равно требуется внешний микроконтроллер;
- мощность передатчика: 2 Вт при 850 и 900 МГц и 1 Вт при 1800 и 1900 МГц;
- напряжение питания: 3,2 – 4,8 В (внутреннее питание процессора и цифровых входов и выходов - 2,9 В);
- средний ток потребления: 30 мкА в выключенном состоянии, 1 – 1,5 мА в ждущем (SLEEP) режиме, 22 мА в режиме ожидания, 150-250 мА в режиме разговора и 120-450 мА при работе по GPRS;

– температурный диапазон от -30 до +80°C. В диапазоне температур -40 – -30°C и 80 – 85°C модуль остаётся работоспособен, однако некоторые характеристики могут не соответствовать стандарту GSM.

Данный модуль обладает 68 выводами. Рассмотрим основные выводы которые будут использоваться в разработке.

Вывод 1 (PWRKEY). Вход. Подтянут к 3,0 В внутри модуля. Включение и выключение модуля. Кнопка START- аналог красной кнопки сотового телефона. Длительность нажатия для включения и выключения более 1 секунды.

Вывод 4 (R1). Выход. Индикация входящего вызова и SMS сообщений. Нормальное состояние – высокий уровень. Речевой вызов. Низкий уровень. При любом из следующих событий вернется в исходное состояние. Вызов установлен. Вызов сброшен. Входящее SMS сообщение. Низкий уровень длительностью 120 мс.

Вывод 9 выход (TXD) и 10 вход (RXD). Последовательный порт. Поддерживает следующие скорости: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 и 115200 бит/с. Цифровая часть модуля работает от 3,0 Вольта. Логические уровни порта привязаны к этому напряжению, номинальный 2,8 Вольта. При работе модема с контроллером, у которого напряжение питания выше 3,0 Вольта, или с терминалом, обязательно согласовываем уровни.

Вывод 15 (VDD EXT). Выход внутреннего стабилизатора 2,8 Вольт.

Вывод 16 (NRESET). Вход программного сброса. Пользоваться не рекомендуется. Чтобы не срабатывал от помех, подтягиваем к единице. В отличие от SIM300D, модуль SIM900 рекомендуется перезагружать простым выключением питания.

Вывод 26 (VRTC). Встроенный стабилизатор для часов реального времени. К этому выводу подключается батарейка (3 Вольта) в качестве резервного питания часов. В нашем случае они должны тикать только тогда,

когда модем включен, поэтому ставим конденсатор. Производитель рекомендует керамический, обычно ставят тантал.

Выводы 30 – 33. Цепи подключения SIM карты. Типовая схема. Поддерживаются 1.8-вольтовые и 3.0-вольтовые SIM-карты.

Вывод 52 (NETLIGHT). Индикатор состояния сети. Имеет четыре состояния:

- светодиод не горит- модем выключен;
- светодиод мигает с периодом 864 ms - поиск сети;
- светодиод мигает с периодом 3064ms - SIM900 зарегистрировался в сети;
- светодиод мигает с периодом 364ms - связь GPRS установлена.

Выводы 17,18,29,39,45,46,53, 54, 58, 59, 61 - 65 (GND). Земля стабилизатора, радио тракта и других мощных потребителей энергии.

Вывод 55-57 (VBAT). К этим контактам подключается источник питания, требование к которому описано выше. Конденсаторы фильтра должны быть расположены как можно ближе к этим выводам.

Вывод 60 (RF ANT). Антенный выход.

Вывод 66 (STATUS). Выход индикации состояния модуля. На этом выводе появляется логическая единица по окончании всех переходных процессов внутри модуля.

2.Разработка структурной схемы устройства

Задачей магистерской диссертации является разработка устройства передачи телеметрической информации о степени загазованности воздуха по GSM каналу с использованием GSM-модуля SIM900 компании SIMCOM. Электропитание устройства будет осуществляться посредством солнечных батарей, что обеспечивает полную автономность работы устройства.

Структурная схема устройства передачи телеметрической информации о степени загазованности воздуха по GSM каналу приведена на рис.4.2.

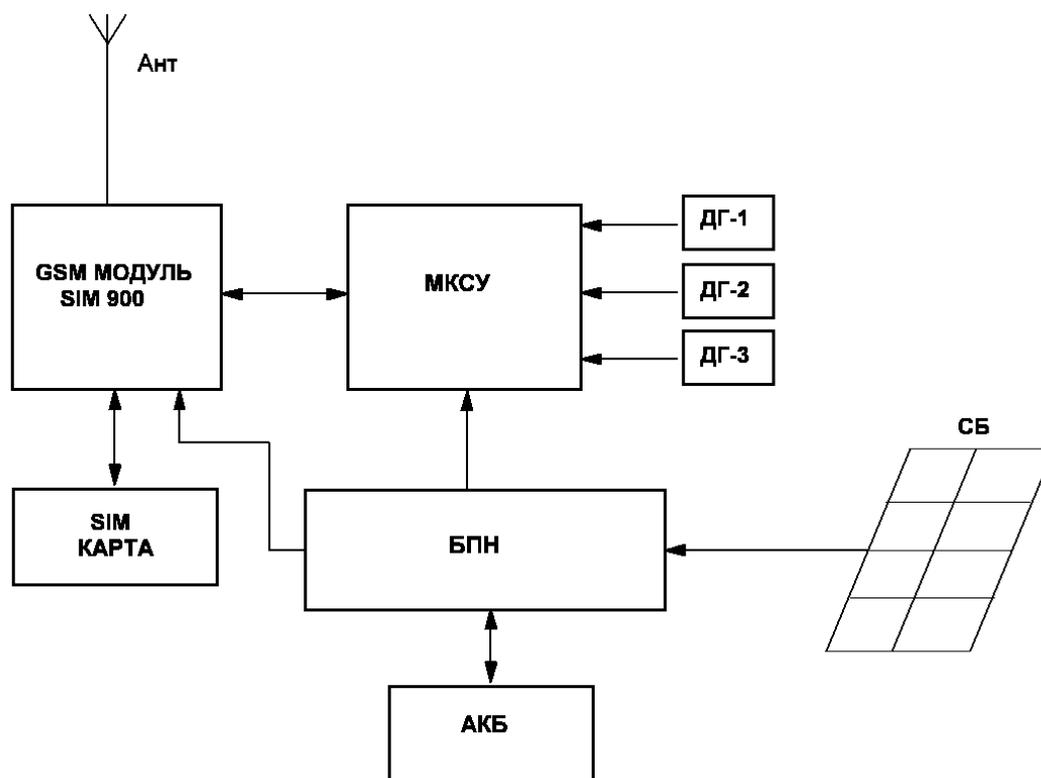


Рис.4.2. Структурная схема устройства передачи телеметрической информации о степени загазованности воздуха по GSM каналу

Структурная схема устройства передачи телеметрической информации о степени загазованности воздуха по GSM каналу состоит из следующих основных блоков:

- GSM модуль SIM 900;
- SIM карта;
- МКСУ - микроконтроллерная система управления;
- БПН - блок преобразователей напряжения;
- АКБ – аккумуляторная батарея;
- ДГ1 ÷ ДГ3 – детекторы газа;
- СБ – солнечная батарея.

GSM-модуль предназначен для передачи и приема данных по каналам GSM и GPRS, в том числе SMS-сообщений и факсов.

SIM-карта идентификационный модуль абонента, применяемый в мобильной связи. Основная функция SIM-карты — хранение идентификационной информации об аккаунте, что позволяет абоненту легко и быстро менять сотовые аппараты, не меняя при этом свой аккаунт, а просто переставив свою SIM-карту в другой телефон. Также SIM-карта может хранить дополнительную информацию, например телефонную книжку абонента, списки входящих/исходящих телефонных номеров, текст SMS-сообщений.

МКСУ предназначено для управления GSM-модулем, для сбора и обработки телеметрической информации и передаче ее по GSM каналу. СБ предназначена для обеспечения электроэнергией устройства передачи телеметрической информации о степени загазованности воздуха по GSM каналу в дневное время и для зарядки аккумуляторной батареи АКБ.

БПН предназначен для обеспечения соответствующими значениями напряжений всех узлов устройства. Датчики газа предназначены для измерения степени загазованности окружающей среды различными вредными газами (окис углерода (CO), углеводородами (метан, бутан, пропан) и водорода).

3. Принципиальная схема и принцип работы устройства

Разработанное устройство передачи телеметрической информации о степени загазованности воздуха по GSM каналу состоит из нескольких функциональных узлов - самого GSM-модуля с соответствующей обвязкой элементов, микроконтроллерной системой управления, солнечной батареи, аккумуляторной батареи, блока преобразования напряжения и датчиков газа. Принципиальная схема GSM-модуля устройства передачи телеметрической информации приведена на рис.4.3.

SIM-карта подключается к соответствующим выводам модуля. Лучше всего использовать специальные холдеры для монтажа на плату.

Обязательно использовать защитные диоды в схеме подключения SIM-карты.

В модулях реализован полный набор интерфейсных выводов для подключения по USART. В зависимости от настроек, управление потоком может быть аппаратное с использованием RTS,CTS,DTR,DCD и RI. Так же можно использовать режим без управления, когда используются только RXD и TXD. Программное управление (XON/XOFF) использовать не рекомендуется из-за наличия ошибок в его реализации. Неиспользуемые выводы нужно оставить висеть в воздухе, все необходимые подтяжки уже есть внутри.

Выход RI работает независимо от выбранного режима. В дежурном режиме он находится в «1». При поступлении звонка или наборе номера выход переходит в «0» и остается в нем до поднятия трубки абонентом/модулем или отбоя. При поступлении смс на нем появляется импульс «0» с длительностью 120 мс.

Модуль может работать на скоростях от 1200 до 115200. При включении устанавливается режим авто-настройки скорости от 1200 до 57600, 8 бит данных, без четности и 1 стоп битом. Для синхронизации необходимо выждать 2-3с после включения и послать команду «AT».

У модуля два информационных выхода — STATUS, который загорается после включения модуля и NETLIGHT, который мигает в зависимости от состояния сети.

Возможные режимы (Горит/Не горит):

- 64 мс/800 мс — сеть не найдена;
- 64 мс/3000 мс — сеть найдена;
- 64 мс/300 мс — идет обмен по GPRS.

Еще один полезный выход — выход PWM, на котором можно программно получить сигнал с частотой от 200 Гц до 5 кГц.

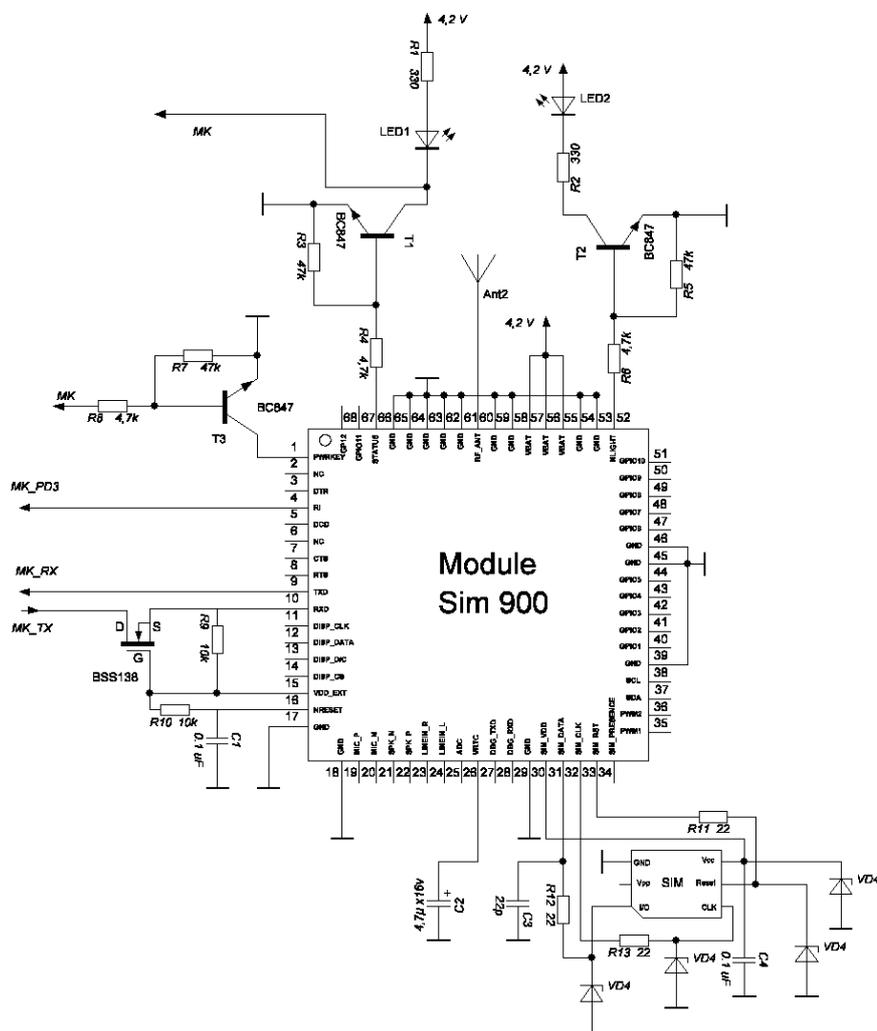


Рис.4.3. Принципиальная схема GSM-модуля устройства передачи телеметрической информации

Имеется также вход ADC, который полностью соответствует своему названию и может измерять напряжение до 2.8 В с частотой 200кГц с разрешением в 10 бит.

Принципиальная схема микроконтроллерной системы управления приведена на рис. 4.4. В качестве управляющего устройства используется микроконтроллер ATmega32A. Тактовая частота микроконтроллера ATmega32A задается кварцевым резонатором на 16 МГц.

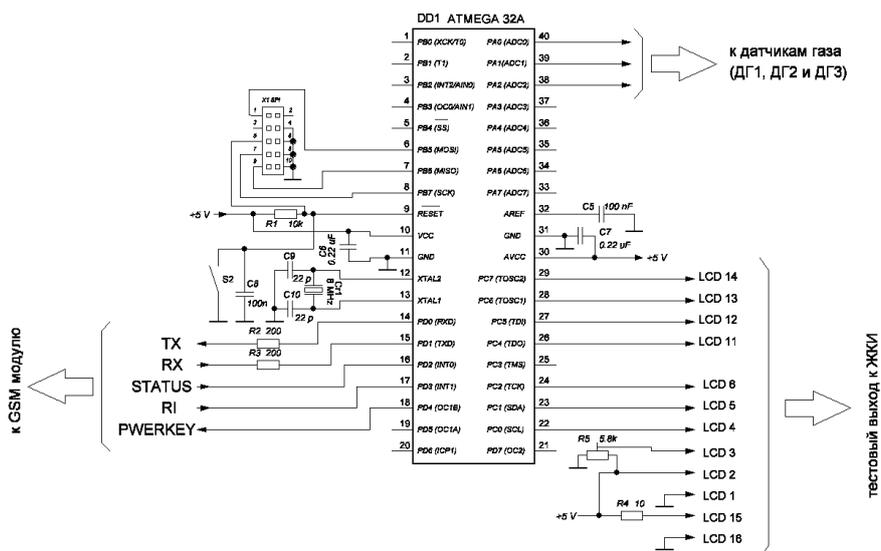


Рис. 4.4. Принципиальная схема микроконтроллерной системы управления

Контроль состояния окружающего воздуха целесообразно осуществлять с помощью системы непрерывного мониторинга окружающей среды. При выборе датчиков анализируемых параметров для автоматизированной системы сбора и обработки экологической информации, необходимо учитывать несколько факторов:

- 1) диапазон рабочих температур;
- 2) принцип действия датчиков;
- 3) срок службы датчиков;
- 4) линейность характеристик измеряемых параметров;
- 5) стоимость обслуживания;
- 6) возможность работы в подвижном состоянии.

При построении мобильных постов требуются малогабаритные датчики различных токсичных газов, способные работать в подвижном положении.

Принцип действия датчиков основан на явлении протекания специфичной химической реакции (электрохимической реакции) в

электрохимической ячейке, представляющей собой емкость с раствором электролита с электродами (анодом и катодом). Анализируемый газ вступает в химическую реакцию с электролитом, заполняющим ячейку. В результате в растворе возникают заряженные ионы, между электродами начинает протекать электрический ток, пропорциональный концентрации анализируемого компонента в пробе. Электрический датчик обрабатывает возникающий электрический сигнал. Датчики имеют линейный выход. Выпускаются модификации датчиков со встроенными усилителями с типом выходного сигнала – ток 4-20 мА или напряжение в мВ. Срок службы указанных датчиков составляет несколько лет, как правило 2-3 года, у некоторых до 6 лет.

Фирма Hanwei Electronics Co., Ltd. (Китай) выпускает широкий ассортимент датчиков и модулей. Характеризуются высокой чувствительностью в широком диапазоне, длительным сроком службы датчика и низкой стоимостью, простой схемой.

Данные типы датчиков содержат нагревательный элемент из сплава Ni-Cr и чувствительный элемент из SnO₂ который меняет свое сопротивление в зависимости от концентрации анализируемого газа. Процесс измерения концентрации анализируемого газа представлен на циклограмме (рис.4.5).

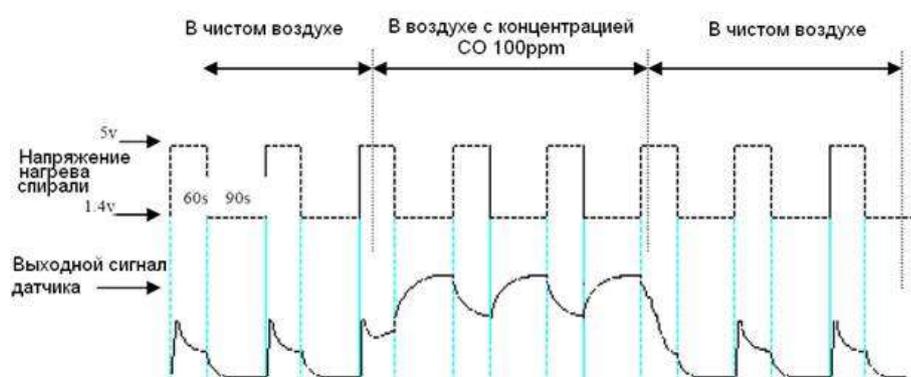


Рис.4.5. Циклограмма работы датчиков семейства MQ фирмы Hanwei Electronics Co., Ltd. (Китай)

На нагревательный элемент подается напряжение 5 В в течении 60 секунд, далее напряжение нагревателя уменьшается скачком до значения 1,4 В в течении 90 секунд. В момент времени равный последней секунде 90 секундного цикла считывают значение с чувствительного элемента датчика. Зависимость сопротивления датчика от концентрации восстанавливающего газа может быть выражена уравнением:

$$R = A(C)^{-\alpha}, \quad (4.1)$$

где R – электрическое сопротивление сенсора;

A и α - константы;

C – концентрация газа.

Согласно данному выражению зависимость сопротивления датчика от концентрации носит экспоненциальный характер (линейна в логарифмическом масштабе) в пределах рабочего диапазона концентраций газа. Датчик обладает чувствительностью к различным газам, реагирующим с ионами кислорода на его поверхности. Селективность реакции датчика на заданный газ обеспечивается введением специальных добавок в оксид, а также выбором оптимальной рабочей температуры, что достигается подачей на нагревательный элемент определенного постоянного напряжения.

В качестве датчиков газов используем:

- датчик MQ-4 – датчик природного газа (CH₄);
- датчик MQ-5 – датчик сжиженных углеводородных газов (LPG), природный газ, коксовый газ;
- датчик MQ-9 – датчик угарного газа (CO);
- датчик MQ-135 - углекислый газ (CO₂).

Датчики имеют цифровые и аналоговые выходы. Измерение концентрации газа датчиком производится в ppm (миллионная доля – пропромилле). Пропромилле – единица измерения каких-либо величин, равная $1 \cdot 10^{-6}$ от базового показателя. Для примера, если массовая доля вещества составляет 15 ppm, это означает, что на 1 килограмм смеси приходится 15 мг вещества. Если говорить о объёмных концентрациях, то 1 ppm – это кубический сантиметр на кубический метр ($\text{см}^3/\text{м}^3$). Пример, объёмная концентрация углекислого газа в атмосфере Земли составляет около 380 ppm (ppmv). Это означает, что в каждом кубометре воздуха 3,8 мл (0,38 грамма) занимает углекислый газ. Концентрация метана в атмосфере Земли 1,8 ppm.

В данной разработке используются готовые датчики-модули внешнего вида которых приведен на рис.4.6.



Рис.4.6. Внешний вид датчиков - модулей вредных газов

В качестве источника питания для устройства используется солнечная батарея напряжением 19 вольт мощностью 30 Ватт, которая гарантирует полную автономность мобильность данного устройства или же можно использовать блок питания от ноутбуков, из выводов которого можно получить напряжения 19 вольт и ток 4 ампера.

В качестве накопителя энергии в разработанном устройстве используется литий-ионный аккумулятор (Li-ion), что позволяет устройству

производить мониторинг загазованности окружающей среды круглосуточно.

Характеристики литий-ионных аккумуляторов зависят от химического состава составляющих компонентов и варьируются в следующих пределах:

- напряжение единичного элемента:
 - номинальное: 3,6-3,7 В;
 - максимальное: 4,23 В;
 - минимальное: 2,5-3,0 В;
- удельная энергоёмкость: 240 Вт × ч/кг;
- внутреннее сопротивление: 5 ... 15 мОм/А × ч;
- число циклов заряд/разряд до достижения 80 % ёмкости: 600;
- время быстрого заряда: 15 мин ... 1 час;
- саморазряд при комнатной температуре: 3 % в месяц;
- ток нагрузки относительно ёмкости (С):
 - постоянный: до 65 С;
 - импульсный: до 500 С;
 - оптимальный: до 1 С;
- диапазон рабочих температур: от -20°С до +60°С (наиболее оптимальная +20°С).

В разработке используется литий-ионный аккумулятор применяемый для мобильных телефонов емкостью 3000 мАчас.

Из-за превышения напряжения при заряде аккумулятор может выйти из строя, поэтому требуется контроллер заряда, который защищает аккумулятор от превышения напряжения заряда. Для правильного заряда литий-ионного аккумулятора разработан контроллер заряда на микросхеме TP4056 (рис.4.7). Схема имеет индикацию процесса заряда и сама отключает аккумулятор при достижении напряжения на нем 4,2 В.

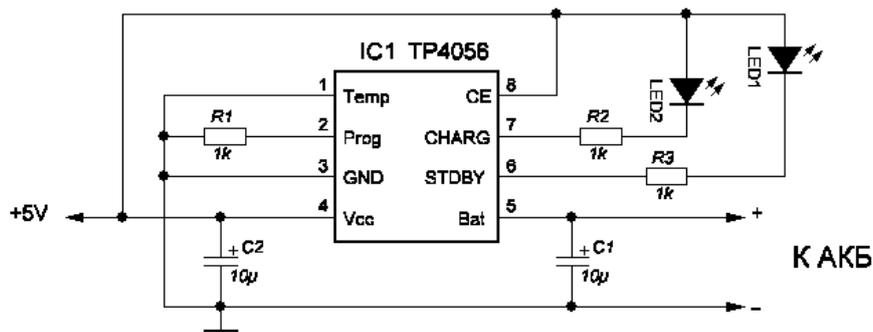


Рис.4.7. Принципиальная схема контроллера заряда литий-ионного аккумулятора на микросхеме TP4056

Источником электроэнергии для разработанного устройства используется солнечная батарея с напряжением 12 В. Для питания отдельных узлов разработанного устройства требуются различные напряжения: для GSM-модуля – 3,7÷ 4,2 В, а для микроконтроллера и датчиков газа –5 В. Все эти узлы устройства питаются от АКБ. Поэтому для получения этих значения напряжения разработаны преобразователи напряжения.

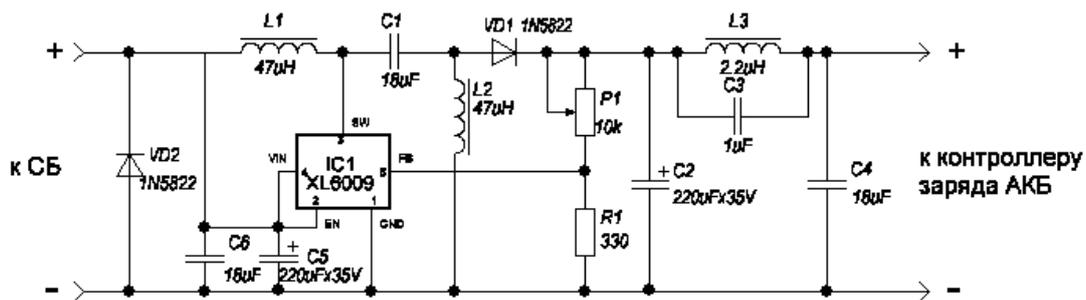


Рис.4.8. Принципиальная схема преобразователь напряжения для заряда АКБ от солнечной батареи

Первый преобразователь напряжения предназначен для преобразования 12 вольт получаемого от солнечной батареи в 4,2В для

заряда литий-ионного аккумулятора через контроллер заряда. Схема данного преобразователя приведена на рис.4.8.

Второй преобразователь напряжения предназначен для преобразования $3,7 \div 4,2$ В получаемого от АКБ в 5 В для питания МКСУ и датчиков газа. Схема данного преобразователя приведена на рис.4.9.

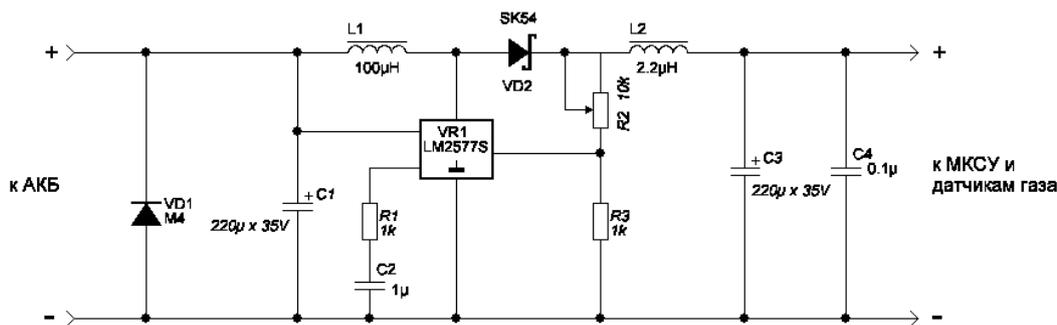


Рис.4.9. Принципиальная схема преобразователь напряжения для заряда АКБ от солнечной батареи

Программное обеспечение для управляющего микроконтроллера написано языке Си. Листинг программы приведен в приложении.

Выводы к главе IV

Разработано устройство передачи телеметрической информации о степени загазованности воздуха по GSM каналу, которое состоит из GSM-модуля, микроконтроллерной системы управления и датчиков газов. Данное устройство позволяет производить дистанционный непрерывный мониторинг и контроль степени загазованности окружающей среды различными газами: (окиси углерода (CO); углеводородов (пропан, бутан, метан), водорода и дыма).

Результат мониторинга передается посредством коротких по объему данных посредством SMS сообщений в любое время суток и года по запросу

центра обработки информации. Для измерения концентрации указанных газов требуется 150 сек.

Для обеспечения энергонезависимости и автономности разработанное устройство питается от солнечных батарей 19 В мощностью 30 Вт.

В качестве управляющего устройства используется микроконтроллер ATmega32A.

Заключение

На основе проведенных исследований получены следующие научные результаты:

1. Приведено основное понятие мониторинга окружающей среды и экологического контроля. Выполнен анализ методов и средств мониторинга окружающей среды, а также методов контроля вредных веществ в воздухе. Рассмотрены основные понятия, классификация, а также сфера применения телеметрии.

2. Рассмотрены особенности применения технологий сотовой связи в телеметрии, методы и способы передачи данных по сети сотовой связи. Установлено, что наиболее эффективным является передача телеметрической информации по GSM каналу. Результат мониторинга передается посредством коротких по объему данных в любое время суток и года по запросу центра обработки информации.

3. Анализ технологий и методов передачи телеметрической информации в сотовой связи показал, что при передаче коротких информационных пакетов наиболее гибким, эффективным и наименьшей стоимостью обладает использование службы SMS.

4. Проведенный анализ технических характеристик современных GSM-модулей разных производителей показал, что по техническим характеристикам они приблизительно похожи.

5. Рассмотрены общие сведения о датчиках газа, а также проведен анализ технических параметров датчиков газа различных производителей. На основе проведенного анализа был сделан вывод, что наиболее перспективным направлением построения современных газоанализаторов является применение современных полупроводниковых, сенсоров (датчиков), необслуживаемых в течении всего срока службы. Для определения степени загазованности окружающего воздуха окружающей

среды, целесообразно использовать датчики фирмы Hanwei ElectronicsCo., Ltd. семейства MQ. Преимущества данных датчиков эта цена, качество, срок службы и легкодоступность.

б.Разработано устройство передачи телеметрической информации о степени загазованности воздуха по GSM каналу, которое состоит из GSM-модуля, микроконтроллерной системы управления и датчиков газов. Данное устройство позволяет производить дистанционный непрерывный мониторинг и контроль степени загазованности окружающей среды различными газами: (окиси углерода (CO); углеводородов (пропан, бутан, метан), водорода и дыма).

Для обеспечения энергонезависимости и автономности разработанное устройство питается от солнечных батарей 19 В мощностью 30 Вт.

В качестве управляющего устройства используется микроконтроллер ATmega32A.

В разрабатываемом устройстве будет использоваться модуль SIM900, который является наиболее компактным и поддерживает четыре GSM-диапазона, что расширяет его применимость.

Список литературы

І. Законы Республики Узбекистан

1. Закон Республики Узбекистан «О связи». Ведомости Верховного Совета Республики Узбекистан, 1992г., №3, ст. 159; Ведомости Олий Мажлиса Республики Узбекистан, 1998г., №3, ст. 38; 2000г., №5-6, ст. 153; 2003г., №5, ст. 67.

2. Закон Республики Узбекистан «О телекоммуникациях». Ведомости Олий Мажлиса Республики Узбекистан, 1999г., №9, ст. 219; Собрание законодательства Республики Узбекистан, 2004г., №37, ст. 408; 2005г., №37-38, ст. 279; 2006г., №14, ст. 113; 2007г., №35-36, ст. 353; 2011г., №52, ст. 557.

3. Закон Республики Узбекистан «О радиочастотном спектре». Ведомости Олий Мажлиса Республики Узбекистан, 1999 г., №1, ст. 16; 2003 г., №5, ст. 67.

4. Закон Республики Узбекистан «Об информатизации». Ведомости Олий Мажлиса Республики Узбекистан, 2004 г., №1-2, ст.10.

5. Закон Республики Узбекистан «Об Экологическом Контроле». Собрание законодательства Республики Узбекистан, 2013 г., № 52, ст. 688

ІІ. Указы и постановления Президента Республики Узбекистан, Постановления Кабинета Министров

6. Постановление Президента Республики Узбекистан «О мерах по дальнейшему внедрению и развитию современных информационно-коммуникационных технологий». 21 марта 2012 г., №ПП-1730. Собрание законодательства Республики Узбекистан, 2012 г., №13, ст. 139.

III. Произведения Президента Республики Узбекистан И.А.Каримова

7. Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана / И.А.Каримов. – Т.: Узбекистан, 2009. – 48 с.

8. Каримов И. А. Обеспечить поступательное и устойчивое развитие страны – важнейшая наша задача. – Т. 17. – Т. «Узбекистан» - 2009. – 184с.

IV. Основная литература

9. Попов В. И. Основы сотовой связи стандарта GSM. - М.: Эко – Трендз, 2005. 296 с.

10. Кузнецов М. А., Рыжков А. Е. Современные технологии и стандарты подвижной связи. – СПб.: Линк, 2008. – 128 с.

11. Волков Л.Н., Немировский М.С, Шинаков Ю.С. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики: Учеб. пособие. – М.: Эко-Трендз, 2005.

12. Васин В.А., В.В.Калмыков, Ю.Н. Себекин и др. Радиотехнические системы передачи информации. – М.: «Горячая линия-телеком», 2005

13. Величко В.В. Передача данных в сетях мобильной связи третьего поколения. Под ред. Уп-кор. РАН. Ю.Б.Зубарева. – М.: Радио и связь, Горячая линия-телеком, 2005

14. Шахнович И. Мир связи «Современные технологии беспроводной связи». – М.: Техносфера, 2004.

15. Радиосистемы передачи информации: Учебное пособие для вузов / В.А. Васин, В.В. Калмыков, Ю.Н. Себекин, А.И. Сенин, И.Б. Федоров; под ред. И.Б. Федорова и В.В. Калмыкова. – М.: Горячая линия-Телеком, 2005.

16. Бернад Скляр. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. - М.: Вильямс, 2007.
17. Вишнеvский В.М., Ляхов А.И., Портной С.Л., Шахнович И.В. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. - М.: Техносфера, 2005 - 592с., с.117-122.
18. Шахнович И. Широкополосная мобильность: IEEE 802.16e. Часть 1 - MAC- уровень. - Электроника: Наука, Технология, Бизнес, №2, 2007, с.18.
19. В.О. Тихвинский, С.В. Терентьев. От GERAN/UTRAN к LTE. Перспективы развития и эволюция технологий радиointерфейса. - Т-сomm- Телекоммуникации и транспорт, №7-8, 2007, с.44-51.
20. Берлин А. Н. Цифровые Сотовые Системы Связи. - М.: Эко – Трендз, 2007. 296 с.
21. SIM900 AT – comand manual V1.09. 2013. – 266 p.
22. SIM900 Hardware designe V2.03. 2012. – 48 p.
23. Шпак Ю.А. Программирование на языке С для AVR и PIC микроконтроллеров - М.: МК-Пресс, 2011. – 536 с.
24. Вольфганг Трамперт. Измерение, управление и регулирование с помощью AVR микроконтроллеров - М.: МК-Пресс, 2006– 630 с.
25. Баранов В.Н. Применение микроконтроллеров AVR. Схемы. Алгоритмы. Программы. -М.: Додэка-XXI, 2004. – 321 с.
26. Мортон Дж. Микроконтроллеры AVR: Вводный курс/ Пер. с англ. -М.: Додэка-XXI, 2006. – 378 с.
27. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы “Atmel ”. -М.: Додэка-XXI, 2006. – 441 с.
28. Хартов В.Я. Проектирование и отладка программ для микроконтроллеров AVR фирмы Atmel. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 482 с.
29. Вольфганг Трамперт. AVR-RISC микроконтроллеры - М.: МК-Пресс, 2006. – 745 с.

30. Бизикин А.В. Автоматизированная система экологического мониторинга воздуха: дис. канд. техн. наук. Тула, 2008. 147с.
31. Натхина Р.И. Моделирование процессов распространения многокомпонентных промышленных выбросов / Р.И. Натхина. М.: Наука, 2001. - 234 с.
32. Frank Carden, Russell P. Jedlicka, Dr. Robert Henry Telemetry Systems Engineering Artech House, 2002.–p.596
33. D Bailey Practical Radio Engineering and Telemetry for Industry, 1st Edition Great Britain, Newnes 2003.-p.320
34. И.В. ЯКУНИНА, Н.С. ПОПОВ Методы и приборы контроля окружающей среды. экологический мониторинг // Тамбов Издательство ТГТУ 2009. 101 с.
35. J. Essa Wireless Sensor Networks and Ecological Monitoring Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013.-p.297

V. Дополнительная литература

36. Русско-узбекский толковый словарь терминов по системам мобильной связи. Центр научно-технических и маркетинговых исследований. – Ташкент.- 2008.
37. Русско-узбекский толковый словарь терминов по системам беспроводного доступа. Государственное унитарное предприятие Центр научно-технических и маркетинговых исследований – «UNICON.UZ». – Ташкент. - 2010.

VI. Периодические издания, статистические сборники и отчеты

38. Доклад Президента Республики Узбекистан Ислама Каримова на расширенном заседании Кабинета Министров, посвященном итогам

социально-экономического развития страны в 2015 году и важнейшим приоритетным направлением экономической программы на 2016 год Газета «Народное слово», 17 января 2016 г., №13(5913).

39. Анализ современных систем мониторинга воздушной среды промышленных регионов / Ю.Н. Пушилина [и др.] // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики - 6-я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики: материалы конференции. Тула: Изд-во ТулГУ. 2010.Т2. С. 245-251.

40. Анализ современных систем мониторинга воздушной среды промышленных регионов / Ю.Н. Пушилина [и др.] II Материалы VI Межд. конф. по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики».ТулГУ. Тула: Изд-во ТулГУ. 2010. Т2. С.245-250.

41. Белов И.В. Транспортная модель распространения газообразных примесей в атмосфере города / И.В. Белов, М.С. Беспалов, Л.В. Ключкова // Математическое моделирование. 2000. - № 11. - С. 25-32.

42. Павлова В.С. Совершенствование метода оценки загрязнения атмосферы промышленно развитого региона : дис. . канд. техн. наук. Тула, 2008, 147с.

43. Пушилина Ю.Н. Моделирование процессов распространения загрязняющих веществ в атмосфере промышленного региона / Р.А. Ковалев, В.М. Панарин, Ю.Н. Пушилина // Известия ТулГУ. Серия «Науки о земле». Вып. Тула: ТулГУ, 2009. С.22-27.

44. Пушилина Ю.Н. Система экологического мониторинга атмосферного воздуха промышленного региона/ Ю.Н. Пушилина // Известия ТулГУ. Серия «Науки о земле». Вып. Тула: ТулГУ, 2009. С. 27-31.

45. Пушилина Ю.Н. Совершенствование теории развития чрезвычайных ситуаций техногенного характера / Ю.Н. Пушилина и др.// Известия ТулГУ. Серия «Технические науки». Вып. Тула: ТулГУ, 2010.С.241-251.

46. Пушилина Ю.Н. Автоматизированная система поддержки принятия решений по ликвидации чрезвычайных ситуаций на химически опасных объектах / Ю.Н. Пушилина и др.// Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». Выпуск № 1 (35) февраль 2011 г.

47. Н.А. Ядгарова, Х.И. Фозилжонов. Радиоблокаторы средств сотовой связи стандарта GSM // Сборник докладов Республиканской научно-технической конференции «Проблемы информационных и телекоммуникационных технологий». Часть 3, Ташкент, 12-13 марта 2015 г., с. 197-202.

48. И.Р. Фазилжанов, Х.И. Фозилжонов. Разработка устройства дистанционного мониторинга степени загазованности окружающей среды с передачей информации по GSM каналу // Сборник докладов Республиканской научно-технической конференции «Проблемы информационных и телекоммуникационных технологий». Часть 4, Ташкент, 10-11 марта 2016 г., с. 252-254.

49. А.М.Назаров, Х.И.Фозилжонов. Анализ характеристик современных датчиков токсичного газа, применяемых в радиотехнических системах дистанционного мониторинга // Сборник докладов Республиканской научно-технической конференции «Проблемы информационных и телекоммуникационных технологий». Часть 4, Ташкент, 10-11 марта 2016 г., с. 442-445

VII. Интернет сайты

49. <http://scitt.uz> (Государственный комитет связи, информатизации и телекоммуникационных технологий Республики Узбекистан)

50. <http://lex.uz> (Национальная база данных законодательства Республики Узбекистан)

51. <http://www.antenna.ru> (Авдеев Г. IEEE 802. Стандарты беспроводной связи)

52. <http://kunegin.narod.ru/ref7/wifi/index.htm> (Беспроводные сети передачи данных Wi-Fi. Стандарт IEEE 802.11g и др.)

В литературе

- 1. Проставить ссылки в тексте диссертации. Типа [2, 3] и т.д.**

Приложение

Листинг программы микроконтроллера

```
/******
```

This program was produced by the

CodeWizardAVR V1.25.7 beta 5 Professional

Automatic Program Generator

© Copyright 1998-2007 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.

<http://www.hpinfotech.com>

Project :

Version :

Date : 06.06.2014

Author : F4CG

Company : F4CG

Comments:

Chip type : ATmega32

Program type : Application

Clock frequency : 16,000000 MHz

Memory model : Small

External SRAM size : 0

Data Stack size : 512

```
*****/
```

```
#include <mega32.h>
```

```

// Alphanumeric LCD Module functions

#asm

.equ __lcd_port=0x15 ;PORTC

#endasm

#include <lcd.h>

#include <stdio.h>

#include <delay.h>

// 1 Wire Bus functions

#asm

.equ __w1_port=0x18 ;PORTB

.equ __w1_bit=0

#endasm

#include <1wire.h>

// DS1820 Temperature Sensor functions

#include <ds18b20.h>

#define FIRST_ADC_INPUT 0

#define LAST_ADC_INPUT 2

unsigned int adc_data[LAST_ADC_INPUT-FIRST_ADC_INPUT+1];

#define ADC_VREF_TYPE 0xC0

//char lcd_buffer[32];

void ind_volt (void) //индикация напряжения на входе 2

{

    ch_0= adc_data[0];

```

```

ch_1= adc_data[1];

ch_2= adc_data[2];

// result=((5.00*adc_data[0])/1024.00); //пересчитываем значение АЦП в
ВОЛЬТЫ

// sprintf(lcd_buffer,"U=%.2fV",result); //помещаем во временную
переменную результат

// lcd_puts(lcd_buffer);

lcd_gotoxy(0,0);

sprintf(lcd_ch0,"M4=%4dp",ch_0);

lcd_puts(lcd_ch0);

lcd_gotoxy(9,0);

sprintf(lcd_ch1,"M5=%4dp",ch_1);

lcd_puts(lcd_ch1);

lcd_gotoxy(0,1);

sprintf(lcd_ch2,"M135=%4dp",ch_2);

lcd_puts(lcd_ch2);

delay_ms(100);

lcd_clear();;

};

// ADC interrupt service routine

// with auto input scanning

interrupt [ADC_INT] void adc_isr(void)

```

```

{
register static unsigned char input_index=0;

// Read the AD conversion result

adc_data[input_index]=ADCW;

// Select next ADC input

if (++input_index > (LAST_ADC_INPUT-FIRST_ADC_INPUT))

    input_index=0;

ADMUX=(FIRST_ADC_INPUT | (ADC_VREF_TYPE & 0xff))+input_index;

// Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage

delay_us(10);

// Start the AD conversion

//ADCSRA|=0x40;

}

// Declare your global variables here

int ch_0,ch_1,ch_2;

;

void main(void)

{
    char lcd_ch0[32] ;

        char lcd_ch1[32] ;

            char lcd_ch2[32]

// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization

// Port A initialization

```

```

// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTA=0x00;
DDRA=0x00;
// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTB=0x00;
DDRB=0x00;
// Port C initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;
// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0x00;
// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
// Mode: Normal top=FFh

```

```
// OC0 output: Disconnected

TCCR0=0x00;

TCNT0=0x00;

OCR0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization

// Clock source: System Clock

// Clock value: Timer 1 Stopped

// Mode: Normal top=FFFFh

// OC1A output: Discon.

// OC1B output: Discon.

// Noise Canceler: Off

// Input Capture on Falling Edge

// Timer 1 Overflow Interrupt: Off

// Input Capture Interrupt: Off

// Compare A Match Interrupt: Off

// Compare B Match Interrupt: Off

TCCR1A=0x00;

TCCR1B=0x00;

TCNT1H=0x00;

TCNT1L=0x00;

ICR1H=0x00;

ICR1L=0x00;

OCR1AH=0x00;
```

```
OCR1AL=0x00;

OCR1BH=0x00;

OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization

// Clock source: System Clock

// Clock value: Timer 2 Stopped

// Mode: Normal top=FFh

// OC2 output: Disconnected

ASSR=0x00;

TCCR2=0x00;

TCNT2=0x00;

OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization

// INT0: Off

// INT1: Off

// INT2: Off

MCUCR=0x00;

MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization

TIMSK=0x00;

// Analog Comparator initialization

// Analog Comparator: Off

// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
```

```

ACSR=0x80;

SFIOR=0x00;

// ADC initialization

// ADC Clock frequency: 125,000 kHz

// ADC Voltage Reference: Int., cap. on AREF

ADMUX=FIRST_ADC_INPUT | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);

ADCSRA=0xCF;

// 1 Wire Bus initialization

w1_init();

// LCD module initialization

lcd_init(16);

ds18b20_init(0,-20,50,DS18B20_12BIT_RES);

// Global enable interrupts

#asm("sei")

    lcd_clear();

while (1)

    {

// Place your code here

        ADCSRA|=0x40;

        ind_volt();

    };

}

```

Министерство по развитию информационных технологий и коммуникаций
Республики Узбекистан

Ташкентский университет информационных технологий

О Т З Ы В

на магистерскую диссертацию Фозилжонова Хожиякбара Исмоила Ўгли
на тему: «Исследование и разработка устройства дистанционного мониторинга
степени загазованности окружающей среды с передачей информации по GSM
каналу»

В настоящее время быстрое повсеместное развитие информационно-телекоммуникационных технологий, включающих интеграцию в сеть интернет и использование мобильных технологий связи открывает новые возможности для решения задач сбора информации о работе различного оборудования, дистанционного управления, контроля и мониторинга над объектами. Применения телеметрической систем в различных отраслях начиная от промышленности заканчивая медицине: в машиностроении, нефтяной и газовой промышленности, различных видах мониторинга (устройствах для беспроводной передачи диагностических данных о состоянии пациента, транспортный мониторинг, мониторинг окружающей среды и т.д.) и др.

За последние годы вопросы, связанные с проблемами загрязнения атмосферного воздуха – одна из серьезнейших глобальных проблем, с которыми столкнулось человечество. Опасность загрязнения атмосферы – не только в том, что в чистый воздух попадают вредные вещества, губительные для живых организмов, но и в вызываемом загрязнением изменении климата Земли. Чтобы поддерживать чистоту атмосферного воздуха нужен своевременный контроль и мониторинг атмосферного воздуха. Поэтому возникает задача разработки устройства дистанционного мониторинга степени загазованности окружающей среды.

В связи с этим магистерская диссертация Фозилжонова Х.И., посвященная исследованию и разработке устройства дистанционного мониторинга степени загазованности окружающей среды с передачей информации по GSM каналу, является актуальной.

Х.И. Фозилжоновым исследованы особенности применения современных технологий сотовой связи в телеметрии, выполнен сравнительный анализ различных методов передачи телеметрической информации по каналам сотовой связи разработано устройство передачи телеметрической информации по GSM каналу.

Практическая ценность работы Фозилжонова Х.И. заключается в том, что полученные результаты и практические рекомендации могут быть использованы при проектировании и разработке современных методов передачи телеметрической информации по каналам сотовой связи и разработка устройства передачи телеметрической информации о степени загазованности воздуха по каналу сотовой связи.

Во время работы над магистерской диссертацией Х.И. Фозилжоновым зарекомендовав себя дисциплинированным и исполнительным, умеющим работать со справочной и технической литературой, умеющим проводить научные исследования, склонным к научному анализу.

Магистерская диссертация может быть рекомендована к предварительной защите на кафедре СТРВ и, в дальнейшем, к защите в Государственной комиссии.

Магистерская диссертация Х.И. Фозилжонова по актуальности, новизне и важности полученных результатов отвечает требованиям, предъявляемым к магистерским диссертациям, а сам автор присвоения академической степени магистра по специальности – А350101 «Телекоммуникация инжиниринг»

Научный руководитель

к.т.н., доц.



Давронбеков Д.А.

Министерство по развитию информационных технологий и коммуникаций
Республики Узбекистан
Ташкентский университет информационных технологий

РЕЦЕНЗИЯ

на магистерскую диссертацию Фозилжонова Хожиакбара Исмоила Ўғли
на тему: «Исследование и разработка устройства дистанционного мониторинга
степени загазованности окружающей среды с передачей информации по GSM
каналу»

На сегодняшний день современные технические и инновационные решения в области электроники и современных информационно-телекоммуникационных технологий, включающих интеграцию в сеть интернет и использование мобильных технологий практически применяют телеметрические системы в различных отраслях промышленности и народного хозяйства: в машиностроении, нефтяной и газовой промышленности, различных видах мониторинга (транспортный мониторинг, мониторинг окружающей среды и т.д.) и др. Поэтому возникает задача внедрения информационно-телекоммуникационных средств для мониторинга окружающей среды.

Поэтому диссертационная работа Фозилжонова Х.И., посвященная исследованию и разработке устройства дистанционного мониторинга степени загазованности окружающей среды с передачей информации по GSM каналу, является актуальной.

Диссертация содержит в себе введение, четыре главы, заключение, список цитированной литературы.

Первая глава диссертации содержит в себе материалы по анализу современного состояния систем телеметрии, классификация устройств сбора данных и сферы ее применения.

Вторая глава содержит в себе материал по технологиям беспроводной передачи данных с использованием сотовых сетей, также рассмотрены аппаратуры GSM для передачи данных, передача данных по каналам GSM, передача данных посредством SMS и передача данных с помощью GPRS.

В третьей главе диссертации приведена общая информация по GSM – модулям, рассмотрены технические характеристики современных GSM-модулей, также представлен материал о датчиках газа и анализ существующих производителей датчиков газа.

Четвертая глава диссертации посвящена непосредственно исследованию и разработке устройства дистанционного мониторинга степени загазованности окружающей среды с передачей информации по GSM каналу. Автором приведены структурная и принципиальная схемы устройства.

В заключении представлены основные результаты и выводы по выполненной работе.

При оценке научной новизны необходимо отметить следующие моменты:

- проведен анализ методов формирования и передачи телеметрической информации по каналам беспроводных систем связи;
- разработано устройство передачи телеметрической информации по GSM каналу.

Практическая ценность работы Фозилжонова Х.И. заключается в том, что полученные результаты и практические рекомендации могут быть использованы при проектировании и разработке современных методов передачи телеметрической информации по каналам сотовой связи.

По результатам исследований Фозилжонова Х.И. 3 опубликованы работы.

По работе Фозилжонова Х.И. можно сделать следующие замечания:

- желательно было бы рассмотрены оптические каналы связи.
- не приведены массогабаритные показатели разработанного устройства.

Сделанные замечания не затрагивают основных положений и выводов магистерской диссертации Фозилжонова Х.И., выполненной на хорошем научном уровне.

Диссертационная работа Фозилжонова Х.И. удовлетворяет требованиям, предъявляемым к магистерским диссертациям, заслуживает оценки «отлично», а сам автор заслуживает присвоения ему академической степени магистра по специальности – 5А350101 – «Телекоммуникация инжиниринг».

Профессор кафедры

СТРВ к.т.н



Т.Г. Рахимов

МИНИСТЕРСТВО ПО РАЗВИТИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И
КОММУНИКАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

РЕЦЕНЗИЯ

на магистерскую диссертацию Фозилжонова Хожиакбара Исмоил ўгли на тему:
«Исследование и разработка устройства дистанционного мониторинга степени
загазованности окружающей среды с передачей информации по GSM каналу»

За последние годы вопросы, связанные с проблемами загрязнения атмосферного воздуха – одна из серьезнейших глобальных проблем, с которыми столкнулось человечество. Опасность загрязнения атмосферы – не только в том, что в чистый воздух попадают вредные вещества, губительные для живых организмов, но и в вызываемом загрязнением изменении климата Земли. Чтобы поддерживать чистоту атмосферного воздуха нужен своевременный контроль и мониторинг атмосферного воздуха. Поэтому возникает задача разработки устройства дистанционного мониторинга степени загазованности окружающей среды.

В связи с этим магистерская диссертация Фозилжонова Х.И., посвященная исследованию и разработке устройства дистанционного мониторинга степени загазованности окружающей среды с передачей информации по GSM каналу, является актуальной.

Диссертация содержит в себе введение, четыре главы, заключение, список цитированной литературы.

В первой главе приведена общая информация по мониторингу и контролю вредных веществ в воздухе, также содержит основные понятия телеметрии и сферы применения телеметрии.

Во второй главе содержится материал по анализу существующих систем телеметрии с передачей данных по сотовой сети, возможные применения системы телеметрии. Также рассмотрены особенности методов и способов передачи данных по сети сотовой связи.

В третьей главе изложен материал по анализу и выбору элементной базы для разрабатываемого устройства.

В четвертой главе Фозилжонова Х.И. изложен материал по разработке устройства передачи телеметрической информации о степени загазованности воздуха по GSM каналу. Автором разработаны принципиальная схема и программное обеспечение устройства.

В заключении представлены основные результаты и выводы по выполненной работе.

При оценке научной новизны необходимо отметить следующие моменты:

- исследованы особенности применения современных технологий сотовой связи в телеметрии;
- выполнен сравнительный анализ различных методов передачи телеметрической информации по каналам сотовой связи;
- разработано устройство передачи телеметрической информации по GSM каналу.

Практическая ценность работы Фозилжонова Х.И. заключается в том, что полученные результаты и практические рекомендации могут быть использованы при проектировании и разработке современных методов передачи телеметрической информации по каналам сотовой связи и разработка устройства передачи телеметрической информации о степени загазованности воздуха по каналу сотовой связи.

По результатам исследований Фозилжонова Х.И. опубликованы 3 работы.

По работе Фозилжонова Х.И. можно сделать следующие замечания:

- не рассмотрены модули стандарта сотовой связи стандарта CDMA;

- желательно было бы, уделить внимание антенной системе разработанного устройства.

Сделанные замечания не затрагивают основных положений и выводов магистерской диссертации Фозилжонова Х.И., выполненной на хорошем научном уровне.

Диссертационная работа Фозилжонова Х.И. удовлетворяет требованиям, предъявляемым к магистерским диссертациям, заслуживает оценки «отлично», а сам автор заслуживает присвоения ему академической степени магистра по специальности – 5A350101 – «Телекоммуникация инжиниринг».

Заместитель директора
ГУП «UNICON.UZ»



Кадиров А.А.