

Кутуан Ака Атаназ

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА
АРХИТЕКТУРЫ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ
УСТРОЙСТВ АТМОСФЕРНОГО МОНИТОРИНГА

Специальность 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Санкт Петербург
2011

Работа выполнена в Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) на кафедре Вычислительной техники (ВТ)

Научный руководитель –
кандидат технических наук, доцент Казак Александр Филиппович

Официальные оппоненты:
доктор технических наук Кокаев Олег Григорьевич, Институт проблем транспорта РАН им. Н.С.Соломенко, заведующий лабораторией Проблем развития транспортных систем и технологий

кандидат технических наук, доцент Исаков Александр Борисович, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), доцент кафедры Систем автоматизированного проектирования (САПР)

Ведущая организация – ОАО «Авангард», Санкт-Петербург, Россия

Защита диссертации состоится «19» апреля 2012 г. в 18 часов на заседании совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 212.238.02 Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) по адресу: 197376, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, 5.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина).

Автореферат разослан «22» апреля 2011 г.

Ученый секретарь совета по защите
докторских и кандидатских диссертаций
Д 212.238.02, к.т.н.

Н.М. Сафьянников

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Индустриальное воздействие на окружающую среду настолько велико и значительно, что требует постоянного контроля экологической обстановки. Это даёт возможность принимать своевременные меры для поддержания уровня загрязнения атмосферы в допустимых пределах.

Исследуя воздействие загрязнения на окружающую среду и её значительные изменения, которые ощущаются ежедневно, становится очевидным, что проблема охраны окружающей среды, как в отдельных регионах, так и в масштабах всей планеты, нуждается в соответствующем решении. Сегодня, невозможно найти такое долгосрочное решение без применения вычислительной техники, в частности, без применения таких устройств, как персональные вычислительные устройства атмосферного мониторинга (ПВУАМ).

Анализ показывает, что существующие в настоящее время вычислительные устройства атмосферного мониторинга позволяют сканировать, анализировать и определять состояние загрязнения атмосферы, но при этом не в полной мере отвечают предъявляемым к ним требованиям, а именно, по отношению к большому динамическому диапазону, широкой номенклатуре анализируемых газов и прочее.

Наряду с этим необходимо отметить существование криминальных действий, оказывающих влияние на окружающую среду. Так, некоторые европейские компании, пользуясь слабыми законодательными актами, незащищённостью санитарных стандартов и высоким уровнем коррумпированности стран третьего мира, совершают экономические и экологические преступления против них.

Например, 19 августа 2006 года судно Probo Koala, разгрузило несколько сотен тонн токсичных отходов в 12 местах города Абиджан (столицы республики Кот д'Ивуар). Официальные данные констатировали, что спустя несколько дней в результате выброса химически опасных отходов 17 человек умерло и более 30 000 горожан было госпитализировано с сильными ожогами кожи и лёгких. Около 100 000 граждан обратились в местную больницу с симптомами поражения от химических реакций. Экспертиза показала, что в привезённых на судах отходах присутствовали такие токсичные продукты, как меркаптан и сероводород. Экологические преступления такого рода могут представлять серьёзный риск окружающей среде и здоровью людей. Выгребной ямой для токсичных отходов и промышленных сливов развитых стран становятся страны третьего мира. Отсутствие в большинстве африканских государств нормальной законодательной базы, регулирующей обращение с опасными отходами, отсутствие жёстких правил и требований санитарных стандартов и условий влекут за собой не только смерть населения, загрязнение окружающей среды, но также вымирание и опустошение самой местности.

Автор работы отмечает, что если бы на момент происшествия большинство населения обладало своим ПВУАМ, то количество пострадавших было бы намного меньше. Это факт ещё раз доказывает, насколько важно наличие ПВУАМ. Таким образом, задача создания новых архитектур ПВУАМ или усовершенствование уже существующих является актуальной темой и требует безотлагательного решения.

В настоящее время не существует полноценно разработанных методик построения вычислительного устройства атмосферного мониторинга (ВУАМ) на базе полупроводниковых детекторов, которые обладали бы высокими качественными характеристиками и давали возможность идентифицировать уровень загрязнения окружающей среды.

Целью диссертационной работы является разработка архитектуры и методики проектирования персонального вычислительного устройства атмосферного мониторинга (ПВУАМ), обладающего улучшенными техническими характеристиками, а именно: универсальностью, оперативностью, возможностью статистической обработки, портативностью, невысокой стоимостью.

Для достижения поставленной цели в работе поставлены и решаются следующие задачи:

1. Исследование и разработка архитектуры, принципов построения ПВУАМ с целью выявления проблем существующих устройств и качества функционирования, присущих исследуемому объекту.
2. Разработка математической модели функционирования ПВУАМ.
3. Разработка методики проектирования ПВУАМ.
4. Разработка алгоритмов и программного обеспечения функционирования ПВУАМ.

Методы исследования. Исследования проводились с использованием теории построения дискретных устройств, аппарата математической статистики, принципов модульного и объектно-ориентированного программирования. Широко использовались программные пакеты Microsoft Visual Studio .NET и Microchip MPLAB IDE.

Научная новизна. Новизну представляют следующие научные результаты:

1. Разработана архитектура ПВУАМ, отличающаяся от известных универсальностью, способностью к расширению.
2. Предложена математическая модель функционирования ПВУАМ в виде аналитической зависимости выходного напряжения от параметров элементов его структуры, а также количественной и качественной составляющих исследуемой среды. Отличается от существующих расширением спектра описываемых процессов с целью улучшения технических характеристик ПВУАМ.
3. Разработаны основы инженерной методики проектирования ПВУАМ для одновременного автоматического получения и анализа потоков, спектров, доз альфа-, бета-, гамма-излучения веществ, а также типов и концентраций галоидсодержащих газов в атмосфере, ориентированной на параллельную работу двух блоков детекторов при совмещении процессов автоматизации получения и анализа результатов.

Научные положения, выносимые на защиту:

1. Разработана архитектура ПВУАМ, обладающая универсальностью, и способностью к расширению.
2. Предложена математическая модель функционирования ПВУАМ в виде аналитической зависимости выходного напряжения от параметров элементов его структуры в частности, а также количественной и качественной составляющих исследуемой среды.

3. Разработаны основы инженерной методики проектирования ПВУАМ для одновременного автоматического получения и анализа потоков, спектров, доз альфа-, бета-, гамма-излучения веществ, а также типов и концентраций галоидсодержащих газов в атмосфере, ориентированной на параллельную работу двух блоков детекторов при совмещении процессов автоматизации получения и анализа результатов с их оперативной передачей.

Практическая значимость работы заключается в том, что предложен ряд вариантов архитектур ПВУАМ, позволяющих определять как уровень радиации, так и концентрацию галоидсодержащих газов. На один из предложенных вариантов структуры ПВУАМ зарегистрирован патент РФ на изобретение. Разработаны основы инженерной методики, позволяющей проектировать ПВУАМ, обладающие требуемыми техническими и эксплуатационными характеристиками. Также представляют интерес разработанные алгоритмы и программное обеспечение функционирования ПВУАМ.

Достоверность результатов исследования подтверждается корректным использованием математического аппарата, результатами экспериментальных испытаний макета ПВУАМ, для создания которого использовались предложенная в работе архитектура устройства и методика его проектирования.

Внедрение результатов заключается в использовании результатов работы в учебном процессе кафедры ВТ СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

Апробация результатов исследования. Основные положения и результаты работы докладывались и обсуждались на научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава СПбГЭТУ «ЛЭТИ» (Санкт-Петербург, 2004, 2009 гг.)

Публикации. Основные теоретические и практические результаты по теме диссертации опубликованы в 4 печатных работах, среди которых 2 публикации в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных в действующем перечне ВАК, 1 работа в другом издании, 1 патент на изобретение.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы из 102 наименований и приложений. Основная часть диссертации изложена на 151 страницах машинописного текста, содержит 33 рисунка и 5 таблиц.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, формулируются цели и задачи исследования, приводятся основные положения и результаты, выносимые на защиту, отмечается их новизна и практическая значимость. Приводятся сведения о публикациях.

В первой главе приведен обзор существующих дозиметров и газовых анализаторов, рассмотрены некоторые типовые архитектуры ВУАМ. Показано, что вычислительная техника широко используется в спектроскопических системах и газоанализаторах, применяемых для атмосферного мониторинга.

Проанализированы типовые архитектуры вычислительных устройств для обследования радиационных примесей. Выполненное исследование показало, что все эти устройства, несмотря на то, что они могут одновременно обследовать различные радиационные частицы, имеют функциональные ограничения, т.е. не позволяют анализировать концентрации газов.

Обосновано применение полупроводникового детектора для построения ПВУАМ. Показаны все преимущества этого детектора для разрабатываемого устройства.

Проанализированы типовые архитектуры газовых устройств. В процессе исследования выявлено, что все эти анализаторы газов, несмотря на то, что могут одновременно регистрировать различные концентрации газов, имеют функциональные ограничения, т.е. не позволяют детектировать радиационные примеси.

Сформулирована цель диссертационной работы: разработка архитектуры и методики проектирования персонального вычислительного устройства атмосферного мониторинга (ПВУАМ), обладающего улучшенными техническими характеристиками, а именно: универсальность, оперативность, статистическая обработка, портативность, доступная стоимость.

Вторая глава посвящена разработке архитектуры персонального вычислительного устройства атмосферного мониторинга.

Первая часть главы посвящена анализу архитектуры типового ВУАМ, а именно, были проанализированы его структура, программное обеспечение и выполняемые функции. Анализ показал, что недостатками типового устройства является его функциональная ограниченность, связанная с невозможностью детектирования газов и отсутствием автоматического анализа результатов измерений. На рисунке 1 представлена структурная схема типового ВУАМ.

Устранение этих недостатков происходит при разработке архитектуры ПВУАМ, который будет одновременно и автоматически обследовать и анализировать потоки, спектры, доз альфа-, бета-, гамма-излучения веществ, а также определять типы и концентрации галоидсодержащих газов в атмосфере за счет организации параллельной работы двух блоков детекторов при совмещении процессов автоматизации обследований и обработки результатов измерений. Решить задачу совмещения процессов позволило применение для обработки результатов карманного персонального компьютера.

На рисунке 2 представлена структурная схема, разработанного ПВУАМ.

Во второй части главы автор рассматривает архитектуру программного обеспечения, используемую в ВУАМ. Анализ показал, что существующие устройства не позволяют выполнять статистическую обработку результатов. Предлагается вариант архитектуры программного обеспечения для ПВУАМ, имеющий возможности для расширения функций устройства.

ПВУАМ, представляет собой сложный комплекс, состоящий из множества компонентов, связанных между собой. Архитектура программного обеспечения типового ВУАМ также претерпела изменения и усовершенствования.

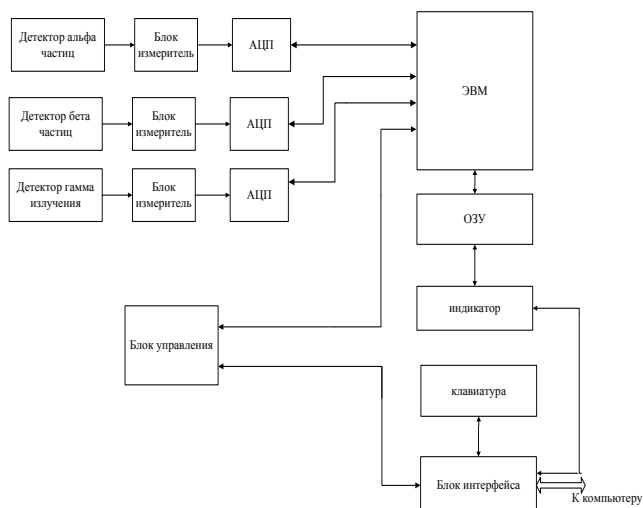


Рисунок 1 - Структурная схема типового ВУАМ

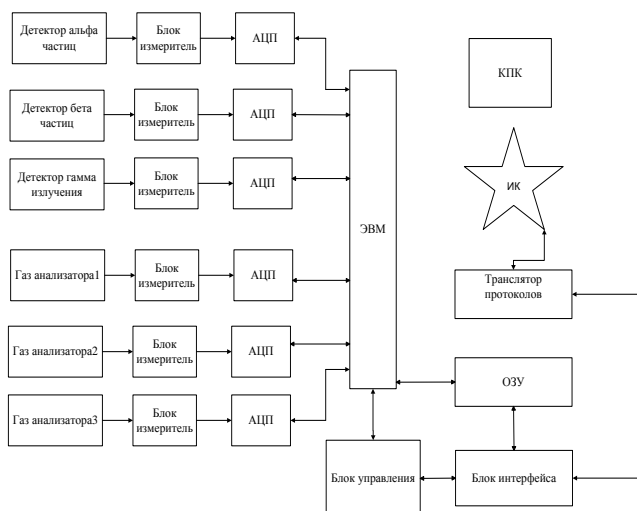


Рисунок 2 - Структурная схема разработанного ПВУАМ

Предлагаемая архитектура программного обеспечения для ПВУАМ сохраняет основные модули предыдущей архитектуры программного обеспечения, а именно модуль инициализации устройства и подготовки к измерению, модуль приема данных от детектора и их предварительная обработка, модуль форматирования данных и модуль управления; меняет модуль интерфейса отображения на модуль подготовки ИК – канала и передачи данных и добавляет другие модули, такие как модуль оповещения посредством мобильной сотовой связи и модуль приема из ИК- канала и отображения результатов измерения на мобильную сотовую связь.

На рисунке 3 представлена архитектура программного обеспечения типового устройства, а на рисунке 4 представлена архитектура программного обеспечения ПВУАМ.

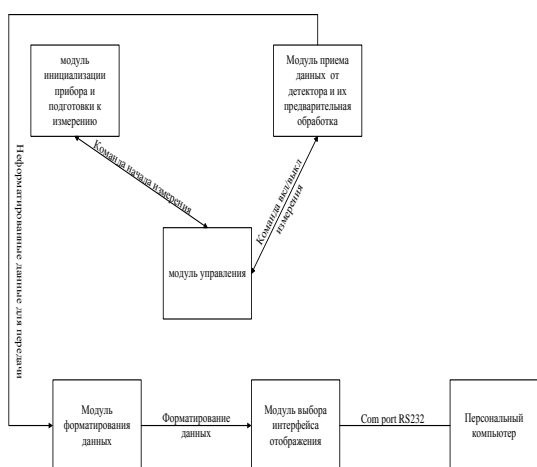


Рисунок 3 - Архитектура программного обеспечения ВУАМ

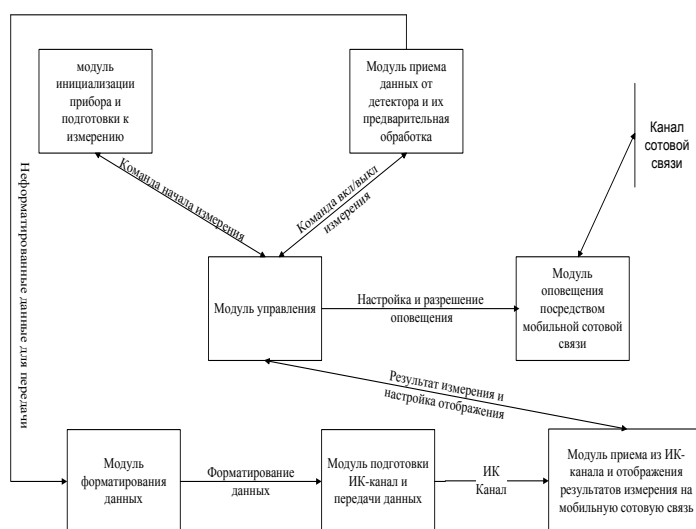


Рисунок 4 - Архитектура программного обеспечения ПВУАМ

Типовой ВУАМ имеет три принципиальных функции, благодаря которым устройство читает полученные импульсы, путём контроля альфа, бета частиц и

гамма излучения. Устройство позволяет регистрировать, усиливать и считать альфа, бета частицы и гамма излучений.

На рисунке 5 приведен перечень функций типового ВУАМ.

На рисунке 6 изображены функции предлагаемого персонального вычислительного устройства атмосферного мониторинга. Сохраняются те же три функции от типового ВУАМ (контроль радиации альфа, бета и гамма) и дополняются четырьмя новыми: контроль концентрации газа 1, газа 2, газа 3 и сервис мобильной связи.

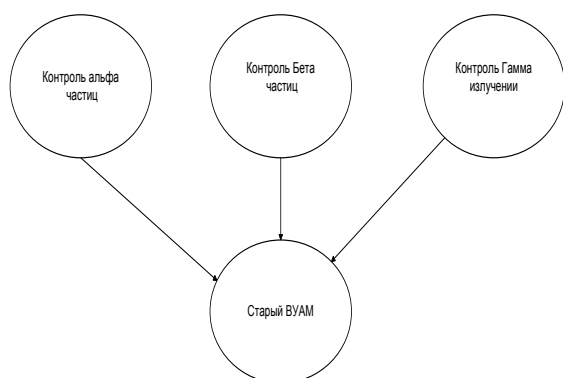


Рисунок 5 – Перечень функций типового ВУАМ

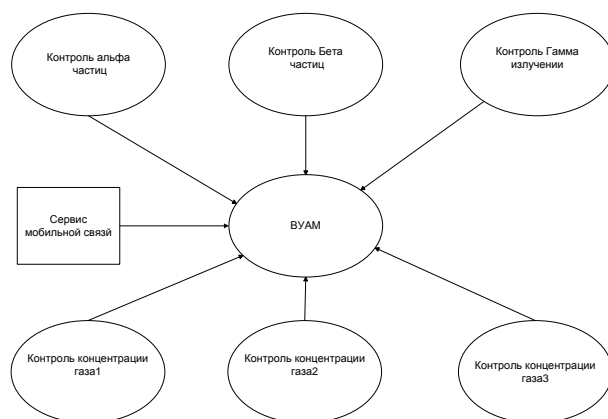


Рисунок 6 - Новое предлагаемое персональное вычислительное устройство атмосферного

Третья глава посвящена исследованию математической модели предлагаемого персонального вычислительного устройства атмосферного мониторинга и разработке методики проектирования ПВУАМ.

Математическая модель спектрального устройства характеризует наблюдаемое распределение интенсивности по спектру при освещении устройства «идеально» монохроматическим источником излучения. Таким образом, математическая модель даёт возможность количественно описать искажения волнового фронта, с одной стороны, обусловленные волновой природой излучения и физическими свойствами диспергирующего элемента, и с другой стороны, вносимые реальным спектральным устройством.

Сигнал на выходе системы f_{out} есть свертка сигнала на входе f_{in} и некоторой характеризующей свойства прибора функции $g(X)$, называемой аппаратной функцией или импульсным откликом устройства:

$$f_{out}(x) = \int f_{in}(x') * g(x-x') dx' \quad (1)$$

где x - координата на входе в прошлом и x' - текущая координата на входе при свертке.

В целях моделирования предположим, что сигнал на входе f_{in} имеет формулу $f_{in}(x) = \exp(ix^2)$. Тогда

$$f_{out}(x) = (4i(k_2[(Q/C_5) + no]) - 2ix) * e^{ix^2} * e^{2i(k_2[(Q/C_5) + no])^2 - 2ix(k_2[(Q/C_5) + no])}$$

На вход цифровой части будет поступать сигнал $f_{in}(x) = \exp(i(U_{out2})^2)$, то есть:

$$f_{in}(x) = \exp(i(k_2[(Q/C_5) + no])^2) \quad (2)$$

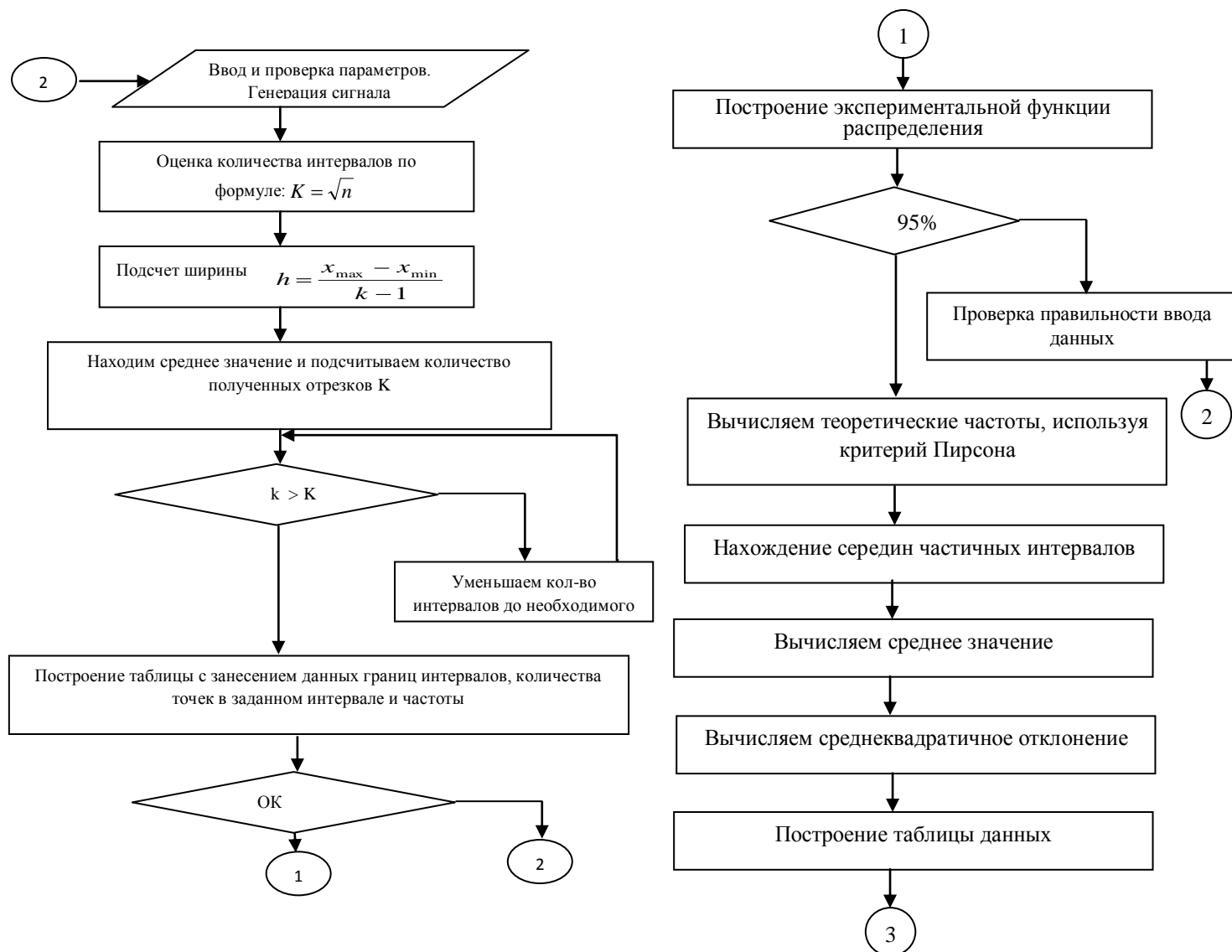
Отсюда сигнал на выходе f_{out} по формуле (1) получим

Также получим аналитическое выражение зависимости тока прибора от аппаратной

функции
$$I(x) = \int_{-\infty}^{\infty} W(x) f_{out}(x) dx \quad (3)$$

Полученное аналитическое выражение связывает выходной сигнал устройства $I(x)$, мощности сигнала на входе $W(x)$ и полную исчерпывающую характеристику устройства – его энергетическую аппаратную функцию $f_{out}(x)$ при условии медленного изменения частоты управляющего линейно – частотного модулируемого сигнала. Из приведенного соотношения следует, что рассматриваемое устройство является анализатором мощности излучения, падающего на полупроводниковый детектор. Таким образом, сигнал детектора является оценкой энергетического сигнала.

На рисунке 7 представлена методика построения ПВУАМ в виде алгоритма с уточнением и выборкой параметров важнейших частей устройства.



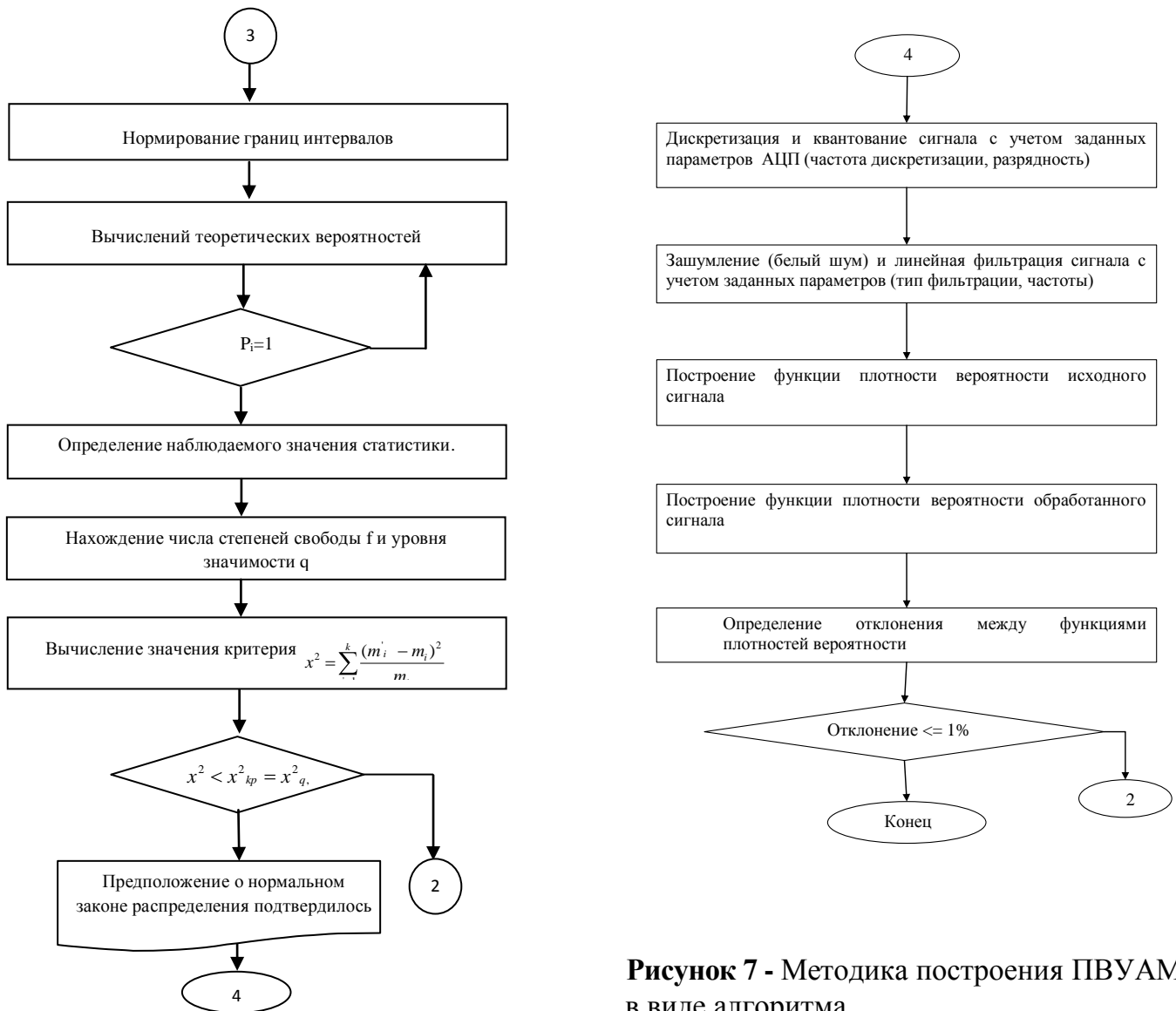


Рисунок 7 - Методика построения ПБУАМ в виде алгоритма

Вторая часть этой главы посвящена описанию программной части разработанной системы; исследованию характеристик и точности персонального вычислительного устройства, сводящиеся к снижению погрешностей от разных факторов; описанию основных видов погрешностей: систематических и случайных.

Рассмотрены основные факторы, влияющие на точность полученного результата прибора. Точность преобразования входной величины в выходную определяется общей погрешностью, которая может быть найдена путем суммирования отдельных ее составляющих. Эта точность определяется систематическими и случайными погрешностями результатов, причем целесообразно рассматривать отдельно систематические погрешности, вносимые аналоговой частью устройства, и систематические погрешности, вносимые ее цифровой частью.

Основным элементом, благодаря которому достигаются основные преимущества данного устройства, является цифровой сигнальный

микроконтроллер. Поэтому его выбор вызывает наибольший интерес с теоретической и практической стороны.

На рисунке 8 приведена методика выбора АЦП и параметров цифрового сигнального микроконтроллера.

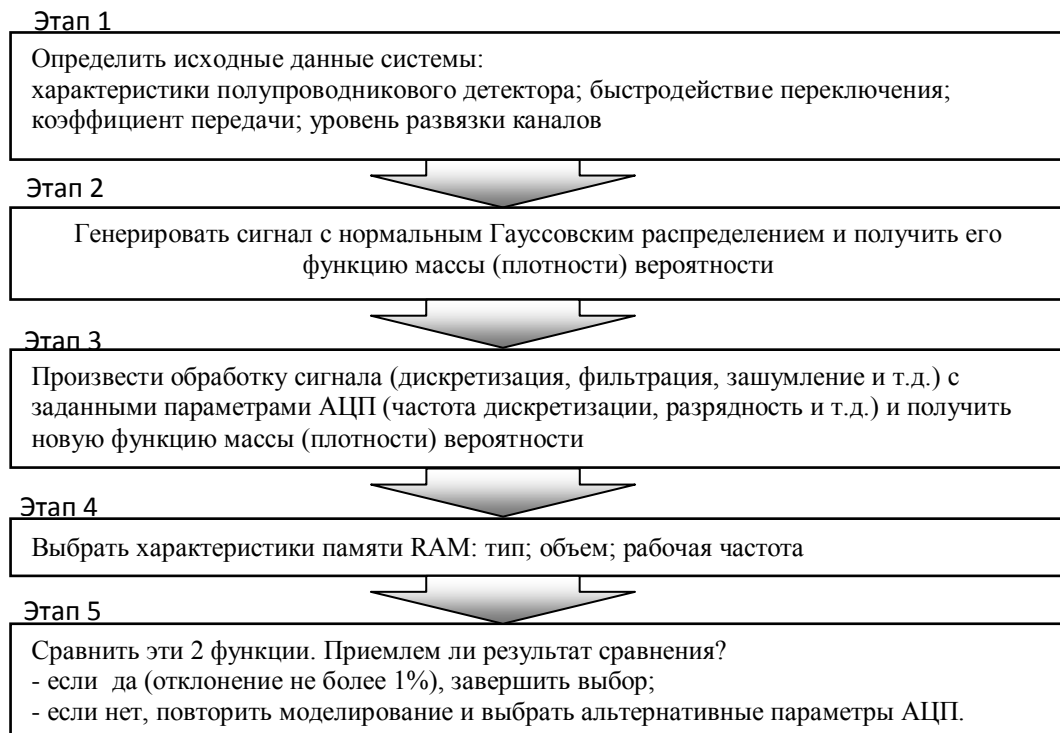


Рисунок 8 - Методика выбора АЦП и параметров цифрового сигнального микроконтроллера

Автором разработан программный продукт, позволяющий повысить точность и сократить временные затраты на проектирование ПВУАМ.

Дано описание программного продукта, обеспечивающего моделирование и вычисление основных конструктивных и рабочих параметров; отображение результатов моделирования в наглядном виде.

Разработан алгоритм выборки параметров АЦП и микроконтроллера.

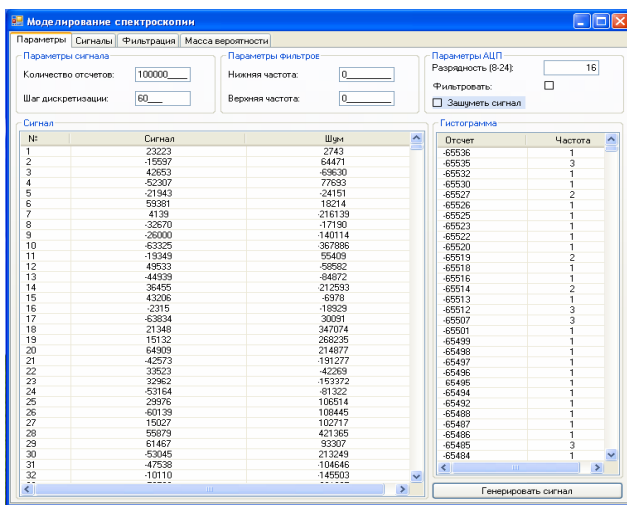
1. Занести в таблицу наименование разрядов и эмпирические частоты (данные по экспериментальной группе).
2. Во 2-й столбец записать теоретические частоты (данные по контрольной группе).
3. Проверить равенство сумм частот $\sum n_i = \sum n'_i$ (или их уравнивать).
4. Подсчитать разности между эмпирическими и теоретическими частотами (экспериментальной и контрольной группами) по каждой строке и записать их в 3-й столбец.
5. Возвести в квадрат полученные разности и записать их в 4-й столбец.
6. Разделить полученные квадраты разностей на теоретические частоты (данные по контрольной группе) и записать в 5-й столбец.

7. Просуммировать значения 5-го столбца, обозначив их $x^2_{эмп}$
8. Определить по таблице критическое значение для соответствующего уровня значимости α и данного числа степеней свободы $r = m - 1$ (m - количество разрядов признака, т.е. строк в таблице).
9. Если $x^2_{эмп} \geq x^2_{кр}$, то расхождения между распределениями существенны на данном уровне значимости.

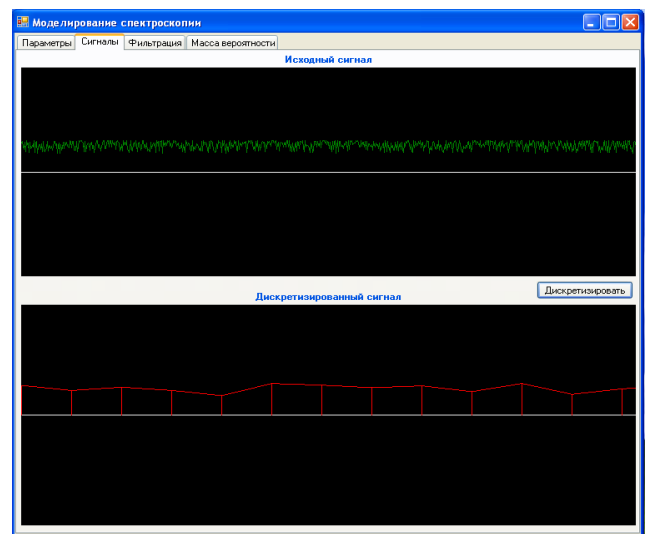
На рисунке 9 шаг за шагом представлено выполнение программы:

9.a. Параметры исследования; 9.b. Дискретизация сигнала;

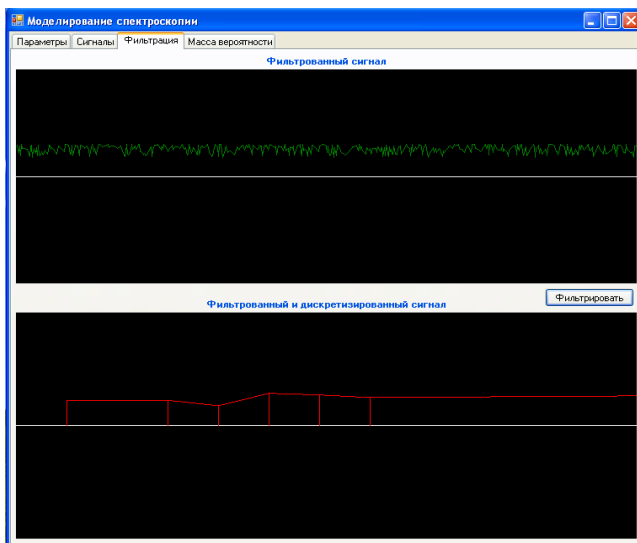
9.c. Моделирование фильтрации сигнала; 9.d. Функции плотности вероятностей



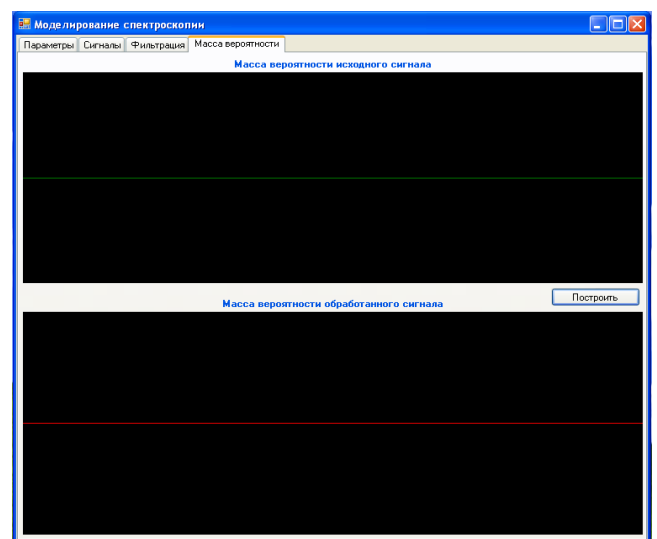
9.a



9.b



9.c



9.d

Рисунок 9 - Выполнение программы

В главах 2 и 3 были рассмотрены этапы построения ВУАМ.

Четвертая глава посвящена анализу функционирования устройства. Здесь рассматривается практическая часть, а именно, возможность применения устройства на практике. Последовательно изучается функционирование и работа ПВУАМ и выводится результат эксперимента. В первой части четвертой главы рассматриваются различные алгоритмы функционирования программы микроконтроллера. Микроконтроллер получает зарегистрированные данные из ПВУАМ и анализатора газов и формирует по ним данные для передачи в КПК.

На рисунке 10 изображена функциональная схема программы микроконтроллера.

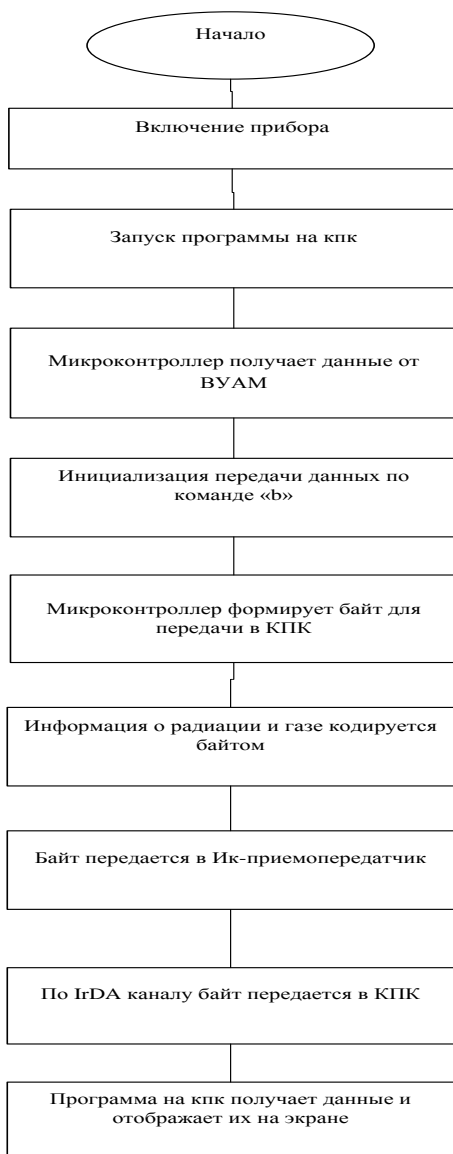


Рисунок 10 - Алгоритм функционирования программы микроконтроллера

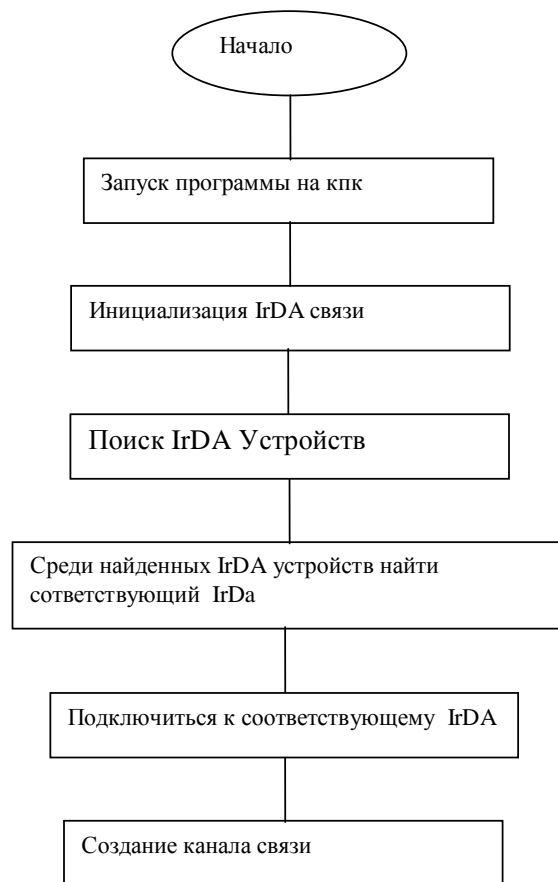


Рисунок 11 - Функционирование программы на КПК

Каждый бит этого байта соответствует присутствию или отсутствию определенного типа радиации или газа. Байт передается ИК приемопередатчику при помощи транслятора протоколов IrDA. Приемопередатчик по беспроводному каналу передает информацию в КПК и тот, в свою очередь, принимает и отображает ее. Начало и конец передачи данных инициирует КПК. По команде «b» КПК начинается передача данных. По команде «s» передача прекращается, хотя сам прибор продолжает регистрировать данные.

На рисунке 11 рассматривается функционирование программы на КПК. Для этого необходимо:

- инициализировать IrDA клиента;
- получить список IrDA устройств;
- найти среди них IrDA подходящее устройство;
- подсоединиться к самому устройству

В итоге создается инфракрасный канал связи.

На рисунке 12 представлен алгоритм отправки команд прибору и запрос данных. Отсылается команда устройству:

- b (начать передачу данных)

По этой команде начинается передача данных. ПВУАМ, после минимальной задержки начинает отсылать формируемый байт в КПК.

- s (остановить передачу данных)

КПК отправляет соответствующую команду об остановке передачи данных. По этой команде ПВУАМ останавливает передачу данных в КПК.

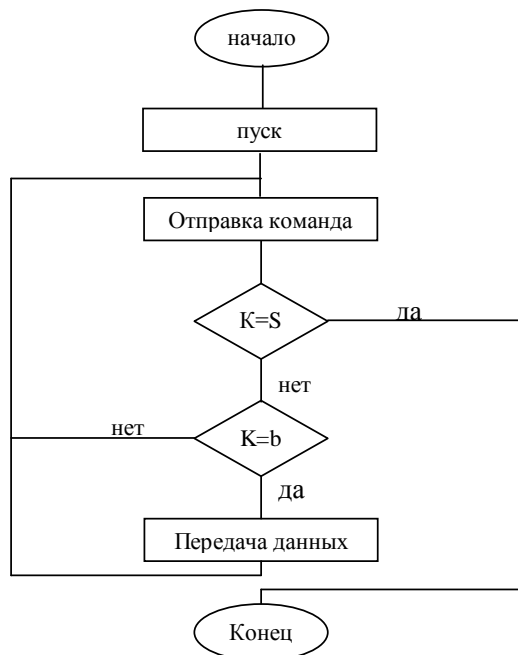


Рисунок 12 - Алгоритм отправки команд прибору и запрос данных

Во второй части четвертой главы рассматривается работа ПВУАМ. Пусть в начальный момент времени оператором в интерактивном режиме при помощи карманного персонального компьютера со встроенным мобильным сотовым телефоном задается режим работы ПВУАМ. По беспроводному каналу связи информация о режиме работы принимается приемопередатчиком инфракрасного излучения и передается в транслятор протоколов, в результате чего через общую шину задается режим работы однокристалльной электронно-вычислительной машины, которая управляет работой ПВУАМ. Управляющие сигналы от электронно-вычислительной машины к периферийным устройствам передаются по второй шине управления.

При регистрации альфа-, бета- или гамма- излучения электрический импульс с соответствующего полупроводникового детектора первого блока поступает на соответствующий блок аналоговых измерений, а при регистрации галоидсодержащего газа эклектический сигнал с соответствующего полупроводникового детектора второго блока поступает на соответствующий блок аналоговых измерений. В блоках аналоговых измерений происходит усиление и формирование сигналов для последующего преобразования в соответствующих аналого-цифровых преобразователях, а также формирование запускающих и идентифицирующих импульсов для блока управления.

Код амплитуды после преобразования фиксируется во внутренних регистрах аналого-цифровых преобразователей и в соответствующем программном цикле записывается в оперативное запоминающее устройство. Идентификационный код детектора, в котором зарегистрирован сигнал, формируется блоком управления и считывается однокристалльной электронно-вычислительной машиной одновременно с кодом амплитуды.

Быстродействие системы достигается за счет программно-аппаратной реализации цикла записи данных, выставляемых аналого-цифровыми преобразователями в оперативное запоминающее устройство. Аппаратную поддержку цикла записи осуществляет блок управления, используя для этого первую и вторую шины управления. Интерфейсный блок обеспечивает побайтный параллельный или последовательный обмен информацией через транслятор и приемопередатчик с карманным персональным компьютером, встроенный мобильный сотовый телефон которого дает возможность записи и чтения информации с различных источников.

В соответствии с заданной компьютером программой измерений электронно-вычислительная машина осуществляет управление работой ПВУАМ и производит накопление информации в оперативном запоминающем устройстве. По завершении накопления и обработки данные пересылаются через блок интерфейса, транслятор и приемо-передатчик в компьютер, где они анализируются и отображаются на экране, а также могут быть переданы для дальнейшего более детального анализа. Применение электронно-вычислительной машины с набором подпрограмм, хранящимся в карманном персональном компьютере со встроенным мобильным сотовым телефоном и, обеспечивающим доступ к различным источникам информации, позволяет оперативно управлять прибором, изменять

алгоритм обработки данных, а также использовать спектрометр-идентификатор-дозиметр в различных информационно-измерительных системах.

В третьей части четвертой главы анализируются генерированные результаты после моделирования с использованием макета ПВУАМ. Все полученные данные были занесены в таблицу.

Таблица

Результаты измерений

№ точки	Изм. 1 мкР/ч	Изм. 2 мкР/ч	Изм. 3 мкР/ч	Изм. 4 мкР/ч	Изм. 5 мкР/ч	Среднее значение мощности дозы, мкР/ч	Дисперсия
1	11	13	13	15	11	12,6	2,8
2	17	12	7	15	10	12,2	15,7
3	8	9	15	11	6	9,8	11,7
4	11	7	12	12	6	9,6	8,3
5	13	12	13	13	16	13,4	2,3
6	15	12	7	19	16	13,8	20,7
7	16	14	15	9	18	14,4	11,3
8	11	11	14	11	24	14,2	31,7
9	14	7	18	17	22	17,6	31,3
10	7	19	11	9	19	13	32

Представлены результаты испытания устройства. Диссертант показал обработку результатов измерений, использовал критерий Фроцини для статистических расчетов.

$$B_n = \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i=1}^n \left| \phi \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s} \right) - \frac{i-0,5}{n} \right|$$

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s}; \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; \quad s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2; \quad \Phi(z_i) - \text{функция распределения}$$

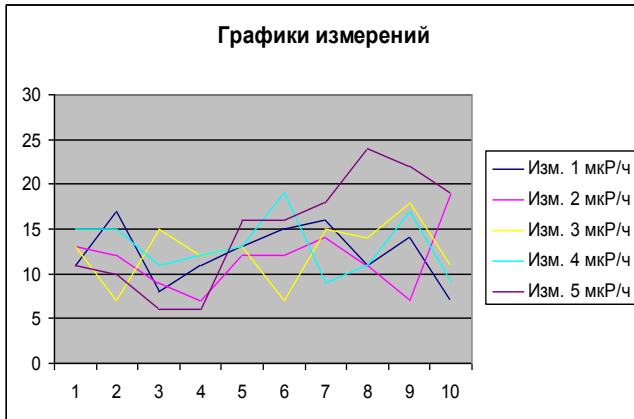
$N(0,1)$.

Уровень значимости $\alpha = 0,1$.

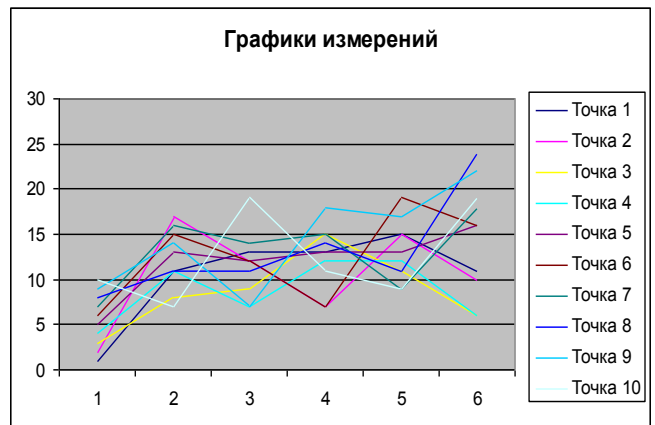
$B_5(\alpha = 0,1) = 0,492$ – критическое значение статистики Фроцини при $\alpha = 0,1$ и $n = 5$

На рисунке 14 представлены полученные графики статистической обработки.

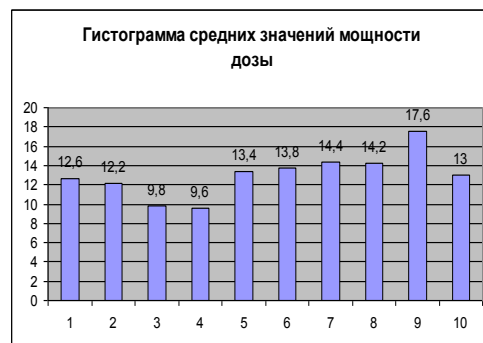
14.a. график результатов измерений уровня радиации; 14.b. График зависимости мощности дозы от времени. 14.c. Гистограмма средних значений мощности дозы.



14.a



14.b



14.c

Рисунок 14 - Графики статистической обработки**Основные результаты работы**

В рамках диссертационной работы получены следующие результаты:

1. Разработана архитектура ПВУАМ, обладающая универсальностью, и способностью к расширению.

2. Разработана математическая модель функционирования ПВУАМ в виде аналитической зависимости выходного напряжения от элементов его структуры, а также количественной и качественной составляющих исследуемой среды.

3. Разработаны основы инженерной методики проектирования ПВУАМ для одновременного автоматического получения и анализа потоков, спектров, доз альфа-, бета-, гамма-излучения веществ, а также типов и концентраций галоидсодержащих газов в атмосфере, ориентированной на параллельную работу двух блоков детекторов при совмещении процессов автоматизации получения и анализа результатов.

4. Разработаны алгоритмы и программное обеспечение функционирования ПВУАМ.

Основное содержание работы отражено в следующих публикациях

Публикации в изданиях, рекомендованные ВАК России:

1. Кутуан Ака Атаназ. Вычислительное устройство атмосферного мониторинга (ВУАМ) [Текст] // Автоматизация в Промышленности. 2009. - №4 - С. 49-51.

2. Кутуан Ака Атаназ, Сафьяников Н.М. Спектрометр-дозиметр [Текст] // Известия СПбЭТУ "ЛЭТИ" СПб. 2011. - №4. - С. 21 –25.

Другие статьи и материалы конференций:

3. Кутуан Ака Атаназ. Спектрометр-дозиметр/ Сафьянников Н.М., Кутуан Ака Атаназ // патент на изобретение № 2366977, приоритет изобретения 11 марта 2008г, зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 10 сентября 2009г, Федеральная служба по интеллектуальной собственности патентам и товарным знакам.

4. Кутуан Ака Атаназ. Современные аппаратные средства для систем атмосферного мониторинга [Текст] // Известия Государственного Электротехнического университета. СПб. - 9/2009. - С. 27-32,

Все публикации посвящены вопросам, связанным с исследованием и разработкой архитектуры персональных вычислительных устройств атмосферного мониторинга.