

АНАЛИЗАТОР ИМПУЛЬСОВ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ГАММА-ИЗЛУЧАЮЩИХ ИЗОТОПОВ В ОБЪЕКТАХ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

*Г.Ф. Батраков, Н.В. Копытина,
В.В. Мязин, В.В. Семенов*

Морской гидрофизический институт
НАН Украины
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: batrg@alpha.mhi.iuf.net

Разработан и изготовлен многоканальный анализатор импульсов. Он состоит из следующих узлов: компьютера, электронного блока, программного обеспечения. Основным элементом электронного блока является микроконтроллер. Анализатор предназначен для гамма-спектрометра, который используется для измерений концентрации радиоактивных изотопов в приземной атмосфере Севастопольского региона.

Введение. Анализ гамма-излучения от любых источников, в частности от изотопов, находящихся в окружающей среде, проводится с помощью различных гамма-спектрометров [1]. Необходимым элементом гамма-спектрометра является многоканальный амплитудный анализатор. Это достаточно сложный и дорогостоящий прибор, который включает в себя запоминающее устройство, устройство управления, устройство ввода и вывода информации и т.д. В течение многих лет совершенствование таких приборов велось в направлении увеличения каналов и расширения количества различных функций. В последнее время появились работы [2 – 6], в которых предлагаются различные варианты компьютерных приборов. Компьютерные измерительные комплексы позволяют заменять целый ряд приборов: генератор синусоидальных, прямоугольных и шумовых сигналов, осциллограф, частотомер, фазометр, вольтметр постоянного и переменного тока, измеритель мощности и т.д. Комплексы обладают метрологическими характеристиками, не уступающими промышленным образцам, а по некоторым параметрам значительно превосходит их. Имеется и второй подход к разработке и изготовлению различных измерительных комплексов. Основу

таких приборов составляет микроконтроллер [7]. В этом случае создаются универсальные малогабаритные измерительные приборы на современной элементной базе с невысоким энергопотреблением. Таким образом, такие подходы являются прогрессивными, что в итоге позволяет создавать многофункциональные измерительные системы, имеющие невысокую стоимость. В настоящей статье предлагается измерительный комплекс, который позволяет проводить амплитудный анализ импульсов, поступающих со сцинтилляционных датчиков, и проводить различную обработку полученной информации. Комплекс построен по общепринятому принципу и состоит из трех компонент: компьютера, электронного блока и программного обеспечения.

Электронный блок. Структурная схема, принципиальная схема и временные диаграммы работы отдельных узлов представлены на рис. 1 – 3.

Электронный блок состоит из следующих узлов: входной усилитель, АЗУ(U4,Q1), дифференциатор (C1,U5A,R3), компаратор (U6, АЦП, U8), микроконтроллер (U1, ОЗУ, U3), преобразователь уровней (U7) и блок питания (U10, U11, U12).

Входной сигнал подается на вход усилителя. В зависимости от типа сигнала (положительный или отрицательный) он или инвертируется или не меняет своей полярности. В зависимости от типа первичного преобразователя сигнал усиливается или ослабляется. В конечном итоге сигнал имеет вид, показанный на диаграмме 1, (отмечен квадратиком). Сформированный таким образом сигнал поступает на вход АЗУ (аналоговое запоминающее устройство) и на вход дифференциатора. АЗУ удерживает уровень сигнала неизменным в течение времени, необходимого для аналого-цифрового преобразования. Дифференциатор совместно с компаратором отслеживают момент спада сигнала (именно в этот момент АЗУ готово к работе) и выдают на микроконтроллер сигнал прерывания. Микроконтроллер запускает АЦП на преобразование. После преобразования микроконтроллер выдает на АЗУ сигнал сброса, система готова к приходу следующего импульса. Результат преобразования, цифровой код является адресом ячейки ОЗУ (оперативного запоминающего устройства), кото-

рую необходимо инкрементировать. Таким образом, импульсы одинаковой амплитуды

суммируются в определенной ячейке. Всего существует 1024 ячейки.

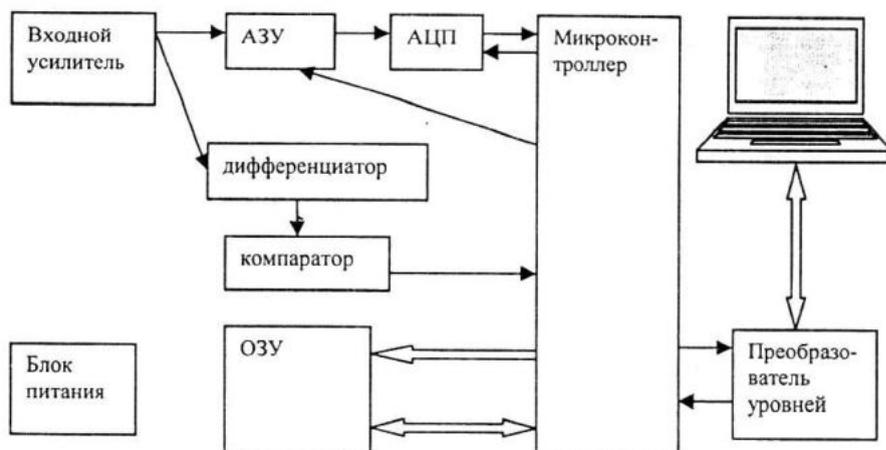


Рисунок 1 – Структурная схема многоканального амплитудного анализатора на микроконтроллере

Через заданное определённое время (или по нажатию кнопки) происходит выдача накопленных данных на ПЭВМ. После выдачи массива цикл повторяется.

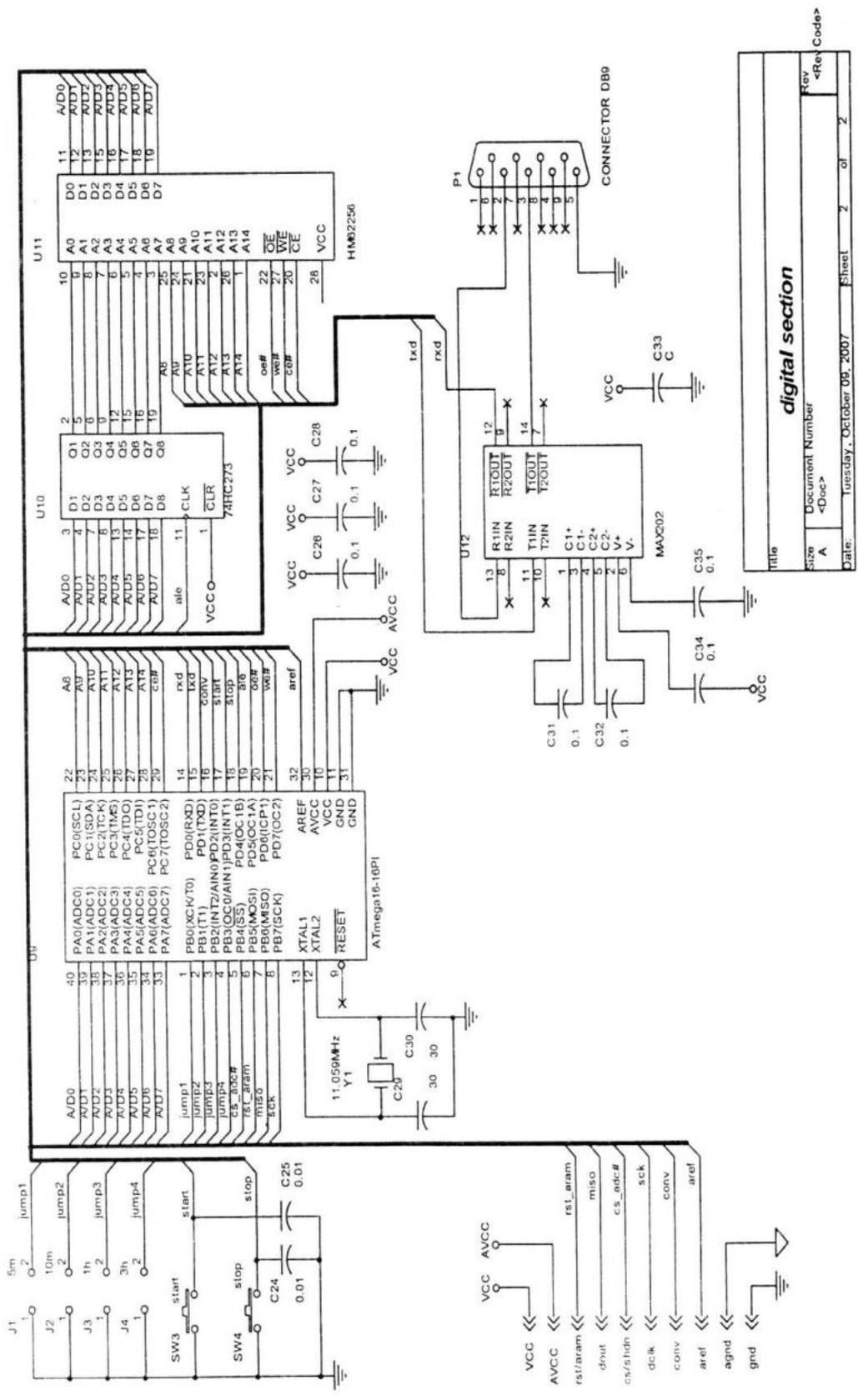
Электронный блок выполнен в виде отдельной платы размером 60×120 мм, помещённой в пластиковый корпус. Блок обеспечивает технические характеристики аналогичные характеристикам у анализатора АИ-1024. Приведём некоторые характеристики. Число каналов - 1024, в том числе один служебный. Ёмкость канала - 2^{16} . Параметры входных импульсов - 0 - 10 в. Полярность импульсов - положительная или отрицательная. Входное сопротивление не менее 2 кОм. Мёртвое время не более 20 мкс.

На лицевой панели корпуса электронного блока расположены следующие органы управления и контроля. Кнопка СТОП служит для остановки измерения и перекачки накопленной информации в компьютер. Кнопка ПУСК предназначена для сброса накопленной информации и для запуска измерения. Переключатель ПОЛЯРНОСТЬ устанавливается в соответствии с полярностью входных сигналов. Переключатель ВРЕМЯ - УСИЛИТЕЛЬ (нижняя ручка) позволяет устанавливать следующие времена измерений: 5 мин, 10 мин, 20 мин, 30

мин, 60 мин, 120 мин, 180 мин, 240 мин. Переключатель ВРЕМЯ-УСИЛИТЕЛЬ (верхняя ручка) позволяет изменять коэффициент усиления. На передней панели имеется индикатор контроля набора спектра.

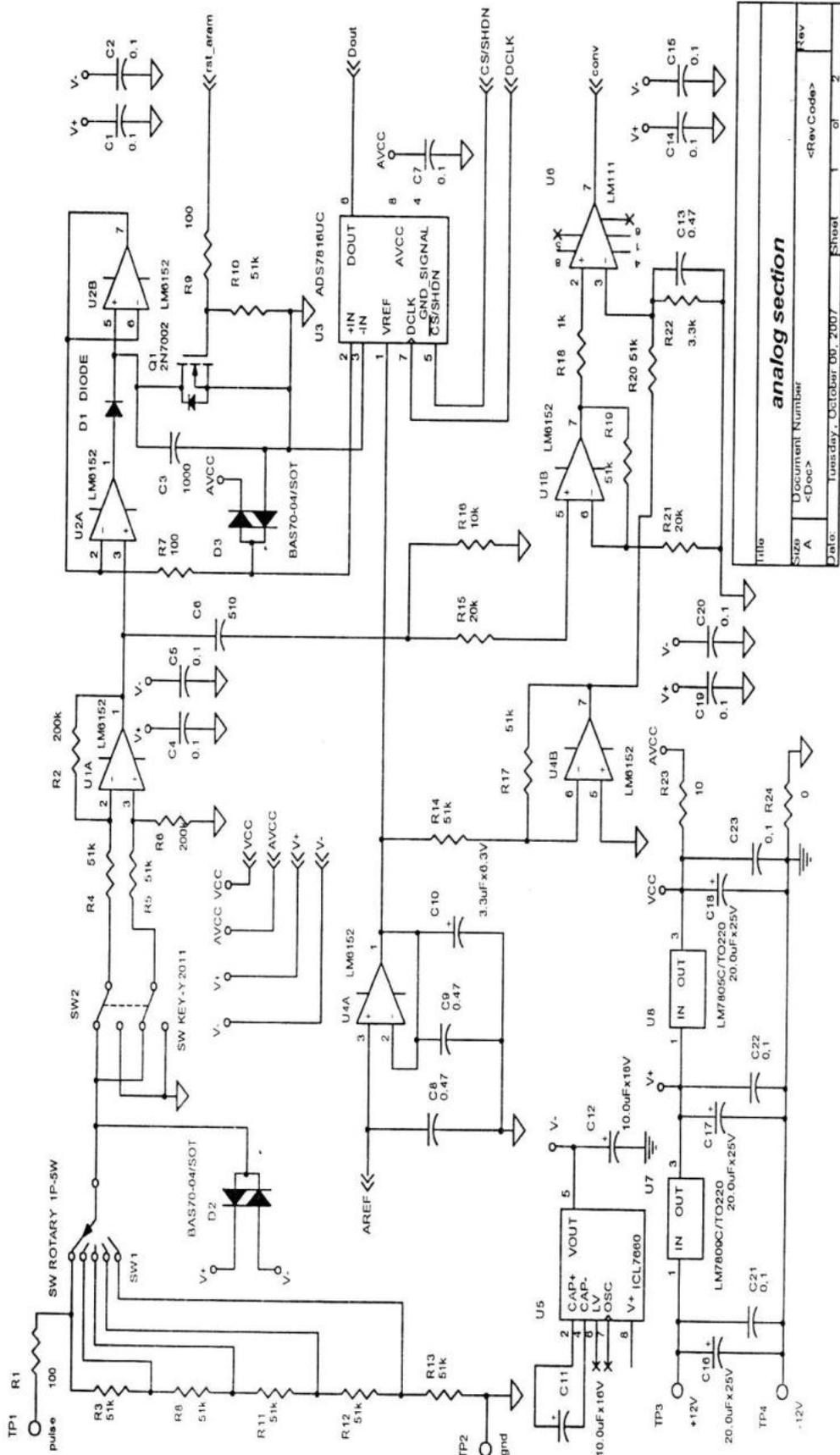
Программное обеспечение. Программа PSPEKTREX предназначена для приема информации с прибора гамма-спектроанализатора через последовательный порт. Программа написана на языке DELPI 7. Программа включает в себя одну исходную форму (файл Uspektrex.dfm) и следующие подпрограммы (файл Uspektrex.pas):

- procedure conn - настройка COM порта;
- procedure Button1Click(Sender: TObject) - обработка события при нажатии кнопки CONNECT;
- procedure cpdrvReceiveData(Sender: TObject; DataPtr: Pointer; DataSize: Cardinal) - обработка события при получении данных через COM порт;
- procedure FormCreate(Sender: TObject) - обработка события при создании формы;
- procedure FormDestroy(Sender: TObject) - обработка события при выходе из программы;
- procedure FormActivate(Sender: TObject) - обработка события при активизации формы.



title		digital section	
Size	A	Document Number	<Doc>
Date:	Tuesday, October 09, 2007	Sheet	2 of 2
Rev	<Rev>	Code	

Рисунок 2а – Схема многоканального амплитудного анализатора на микроконтроллере



analog section

Title	analog section	
Size	Document Number	<Doc>
A		<Rev Code>
Date	Tuesday, October 06, 2007	Sheet
		2

Рисунок 2б – Схема многоканального амплитудного анализатора на микроконтроллере

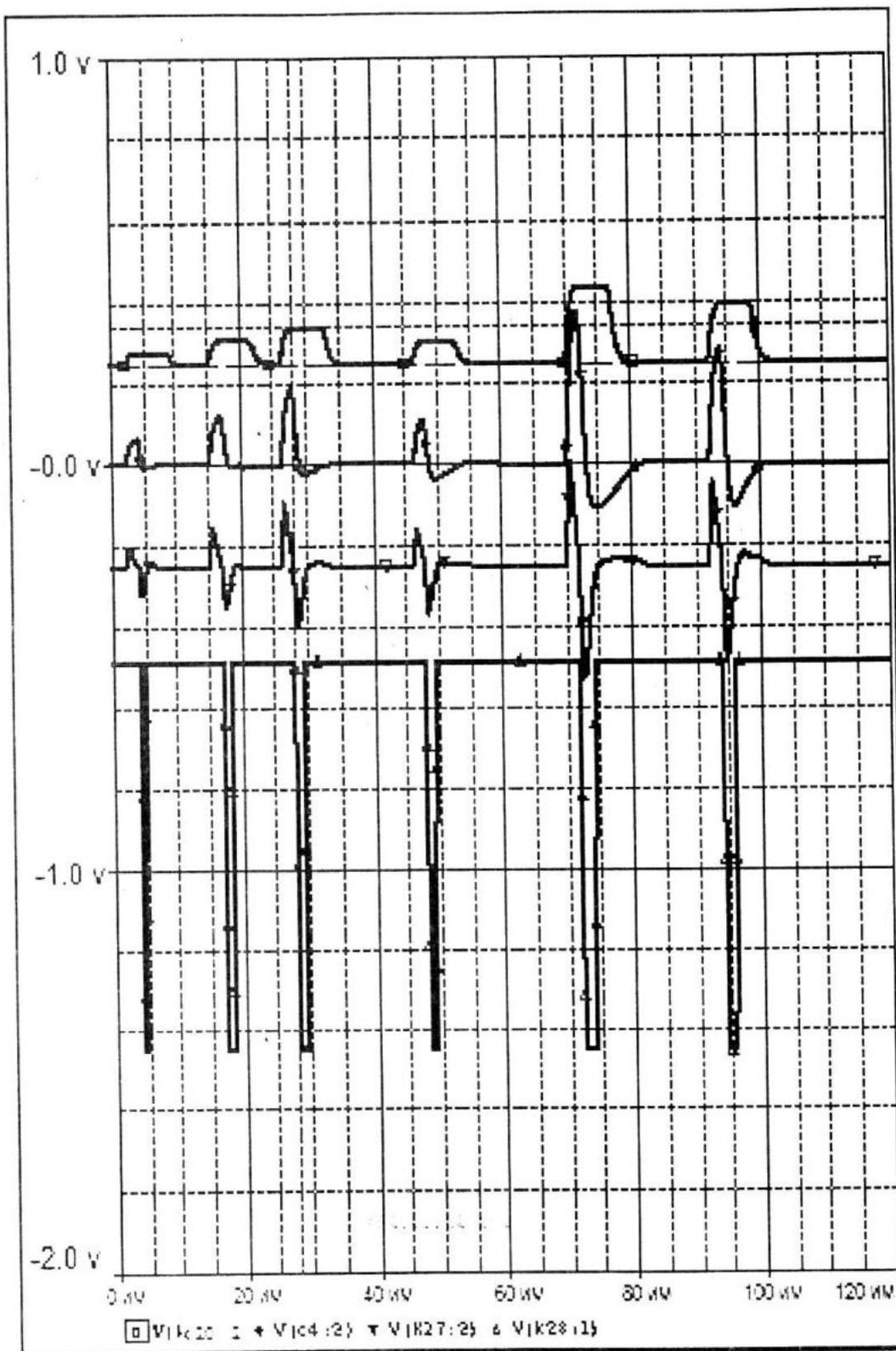


Рисунок 3 – Временные диаграммы работы блока. Сверху вниз: вход АЦП, входной сигнал, проинтегрированный сигнал, выход компаратора

В программе используются следующие компоненты:

- Mem01: TМемо – окно для отображения информации;
- ComboBox1: TComboBox - окно для выбора COM -порта;
- Button1: TButton - кнопка CONNECT;
- spdvr: TCommPortDriver – компонент для работы с COM портом;
- ExcelApp: TExcelApplication – компонент для подключения EXCEL;
- ExcelWb: TExcelWorkbook – компонент для работы с книгой в EXCEL;

- ExcelWs: TExcelWorksheet – компонент для работы со страницей в EXCEL;
- ProgressBar1: TProgressBar прогресс полосу;

Рабочая программа файл Pspektrex.exe. Входная информация представляет собой массив из 1023 строк, каждая из которых представляет собой число. Строки разделены между собой ASCII кодом '0D' Таким образом, входная информация имеет следующую структуру:

Байт E6 – признак начала поступления данных
Строка, отражающая период поступления данных (5минут,10минут и т.д.)
1-ая строка данных
.....
1023 – строка данных

Массив данных принимается через COM порт со следующими характеристиками: скорость 19200 бод, количество бит данных – 8, контроль по четности отсутствует, количество стоп-бит -1.

При запуске программы происходит автоматическая настройка порта COM 2 на указанные выше параметры. Кроме этого к программе автоматически подключается EXCEL XP или EXCEL 98 в зависимости от того, какая версия установлена на компьютере. Таким образом, после запуска программы на экране появляются окно самой программы и окно EXCEL.

В окне самой программы находятся:

- окно для отражения принимаемой информации и дополнительных сообщений ;

- окно и кнопка «CONNECT» для переназначения номера COM порта (пользоваться этим окном и кнопкой нужно только при переносе программы на другой компьютер или при изменении конфигурации данного компьютера);

- полоса прогресса, которая используется для показа процесса загрузки данных в EXCEL.

При поступлении данных информация записывается в виде файлов в текущий каталог диска и одновременно выводится в верхнее окно программы. Первой строкой в окне выводится имя файла, куда записываются именно эти конкретные данные, а далее построчно выводятся данные .

После окончания приема, данные автоматически начинают закачиваться в EXCEL. При этом данные за каждый прием закачиваются в отдельный столбец EXCEL. Таким образом, за время непрерывной работы программы накапливается несколько столбцов. При закрытии программы запрашивается необходимость сохранения страницы EXCEL со всеми принятыми за период работы данными, т.е. возможно сохранения всей принятой за период работы программы информации в одном файле с расширением - *.xls. Имя файла выбирается оператором. При этом существуют как бы резервные копии файлов, которые фиксируют данные при приеме, как было упомянуто выше. В имени файла отражается дата и время приема данных. Файлы данных имеют расширение *.cod:

ММДДЧЧмм.cod,

где - ММ – две цифры месяца
- ДД - две цифры числа
- ЧЧ - две цифры часа
- мм - две цифры минут

В начале процесса закачки данных в EXCEL в верхнем окне появляется надпись «ИДЕТ ПЕРЕКАЧКА ДАННЫХ В EXCEL» Сам процесс закачки отражается на прогресс – полосе. По окончанию в верхнем окне появляется надпись «ПЕРЕКАЧКА ДАННЫХ ЗАКОНЧЕНА».

Дальнейшая обработка данных производится методами EXCEL.

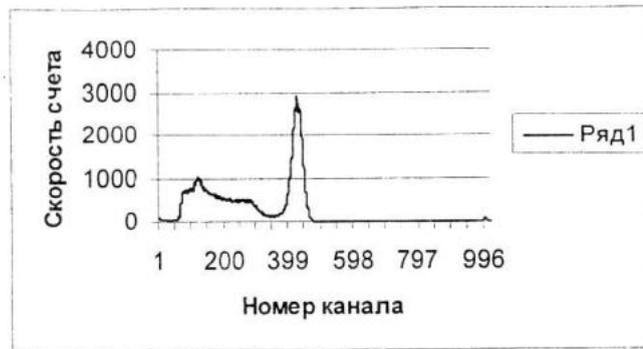


Рисунок 4 – Гамма – спектр цезия – 137

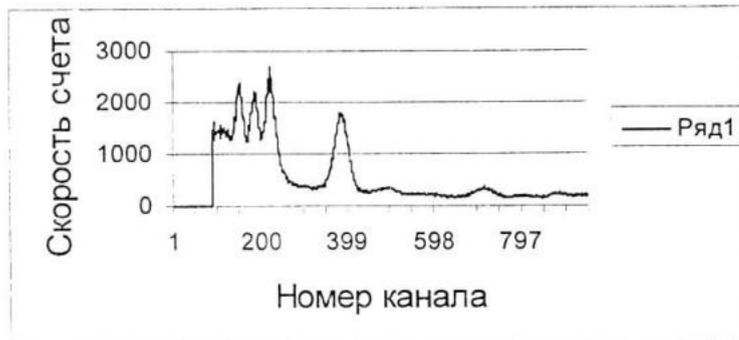


Рисунок 5 – Гамма – спектр пробы аэрозолей

Заключение. Детектор гамма-излучения, компьютер, разработанные нами электронный блок и программное обеспечение позволили создать комплекс для измерения концентрации радиоактивных изотопов в различных объектах внешней среды. Комплекс экономичен, прост в эксплуатации, даёт возможность получать гамма-спектры (рис. 4, 5) полностью идентичные с гамма – спектрами, получаемыми на АИ-1024, и производить всю необходимую их обработку без привлечения дополнительных средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. С.С. Курочкин, В.Н. Распутный. Дистанционные анализаторы и спектрометры – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 208 с.
2. О.Я. Шмелев. Компьютерный измерительный комплекс // Радио, 2007. – №3. – С. 24–27.
3. О.Я. Шмелев. Компьютерный измерительный комплекс // Радио, 2007. – №4. – С. 21–25.
4. О.Я. Шмелев. Компьютерный измерительный комплекс // Радио, 2007. – №5.
5. О.Я. Шмелев. Компьютерный измерительный комплекс // Радио, 2007. – №6. – С. 27–29.
6. О.Я. Шмелев. Компьютерный измерительный комплекс // Радио, 2007. – №7. – С. 23–25.
7. В. Никитин, А. Хама. Универсальный измерительный прибор на микроконтроллере // Радио, 2007.– №8. – С. 20–23.