

*В.В. БАРАБАШ*, м.н.с., Інститут іоносфери НАН і МОН України

## **РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ «БАЗИС»**

Розглянуто структуру програмного забезпечення блоку цифрового перетворення автоматичної іоносферної станції "Базис" Інституту іоносфери. Відзначено ключові частини програм, які входять до складу програмного комплексу. Визначено подальший напрямок розвитку та вдосконалення системи обробки перетворених даних з метою автоматизації процесу обробки.

The structure of software for the automatic ionosphere station "Basis" block of digital transformation was considered. The main parts of the software were defined. The further direction of the development and improvement of processing of the transformed data system in order to automation of the data processing is determined.

**Постановка задачі.** Наиболее распространенным методом исследования ионосферы является метод вертикального зондирования.

Для проведения исследований методом вертикального зондирования в Институте ионосферы используется автоматическая ионосферная станция (АИС) «Базис». Регистрации информации с ионосферной станции «Базис» во время измерений производится в графическом виде посредством нанесения рисунка на электрохимическую бумагу быстродействующим регистрирующим устройством (БРУ). Данный метод не позволяет произвести анализ с той точностью, которую может обеспечить современная вычислительная техника. Также немаловажным является тот факт, что запасы специальной бумаги ограничены. Поэтому самым приемлемым вариантом решения этой проблемы является получение данных в цифровом виде, их обработка и хранение на цифровых носителях.

**Анализ литературы.** В работе [1] рассмотрена АИС «Базис» после модернизации оборудования для режима хранения данных в цифровом виде. При составлении общей структуры программы были учтены основные требования, предъявляемые к системам виртуальных измерительных комплексов [2]. Были рассмотрены подобные программы для программно-аппаратного комплекса обсерваторий [3], а также программы станций «Парус», «Бизон» и «Digisonde» [4] с целью проектирования программы предварительной обработки.

**Цель статьи** – представить разработку программы работы блока цифрового преобразования и рассмотреть возможные решения задачи автоматической интерпретации данных, полученных при проведении измерений с помощью станции «Базис».

**Разработка программного комплекса АИС «Базис».** Для создания работоспособного измерительного комплекса, включающий в себя персональный компьютер (ПК) и аналого-цифровой преобразователь (АЦП)

необходимо специальное программное обеспечение (ПО), характеристики которого должны полностью соответствовать области его применения [2].

Техническая часть задачи преобразования данных из аналогового вида в цифровой была решена при помощи внедрения блока цифрового преобразования [1]. Блок представляет собой систему, состоящую из ПК, устройства синхронизации и АЦП. Устройство синхронизации позволяет подключить АЦП к ПК и обеспечить работу блока цифрового преобразования в соответствии с рабочим режимом АИС «Базис».

ПО комплекса состоит из двух частей. Первая – осуществляет контроль за преобразованием данных из аналогового вида в цифровой, а вторая – производит предварительную обработку преобразованных данных.

Рассмотрим первую часть. Процесс цифрового преобразования контролируется ПК посредством ПО, функционирующего в среде программирования языка Turbo Pascal. Выбор языка обусловлен использованием персональных компьютеров низкой производительности. Работа в среде DOS позволяет программными средствами осуществлять прямой доступ к памяти, что способствует уменьшению времени преобразования полученных данных в цифровой вид и увеличить скорость обработки рабочих сигналов АИС «Базис».

Общая структура программы представляет собой набор подпрограмм, основными из которых являются следующие:

“РАБОТА” – главная подпрограмма, приоритетная задача которой осуществлять работу блока цифрового преобразования в соответствии с рабочим режимом АИС «Базис». Также она позволяет производить выбор режима работы блока цифрового преобразования;

“ГРАФИК” – выполняет промежуточное преобразование данных, давая возможность визуально регистрировать результаты преобразования;

“ЗАПИСЬ” – осуществляет процесс записи преобразованных данных на жесткий диск ПК.

Подпрограмма “РАБОТА” осуществляет контроль процесса преобразования данных в цифровую форму. Для запуска процесса преобразования и контроля работы АЦП используются рабочие сигналы станции: импульсы запуска передатчика (ИЗП) и импульсы высотных меток (ИВМ). Перед началом работы ионосферной станцией генерируется сигнал ИЗП, который используется для начала процесса преобразования. ИВМ производит запуск АЦП, осуществляющий отсчет количества преобразованных значений, которые в дальнейшем используются для построения высотно-частотных характеристик (ВЧХ) – ионограмм. Преобразованные данные записываются в массив размерностью 250 байт (по количеству ИВМ), а после окончания цикла преобразования сохраняются на виртуальном диске, что позволяет избежать задержки, вызываемой низкой скоростью записи данных на жесткий диск ПК.

Запись на жесткий диск ПК выполняет подпрограмма “ЗАПИСЬ”. Кроме записи данных эта подпрограмма производит проверку жесткого диска на наличие свободного места, достаточного для записи того объема преобразованных данных, которые поступят с АЦП при заданном режиме работы ионосферной станции.

Для визуального контроля работы системы в программу включена подпрограмма – “ГРАФИК”.

В свою очередь, каждая подпрограмма инициирует вызов процедур, позволяющих более корректно производить процесс цифрового преобразования данных, полученных в ходе измерений.

Поскольку для дальнейшей обработки данных используются ПК с высокой производительностью, то вторая часть ПО разработана на языке программирования Delphi, что дает возможность использовать более совершенный программный алгоритм обработки. Программа первичной обработки данных производит коррекцию ВЧХ, выбирает уровень сигнал/шум, что позволяет получить более пригодную для работы ионограмму. Также программа позволяет получить значения ВЧХ в табличном виде, которые могут быть использованы для восстановления высотного профиля при помощи внешних приложений.

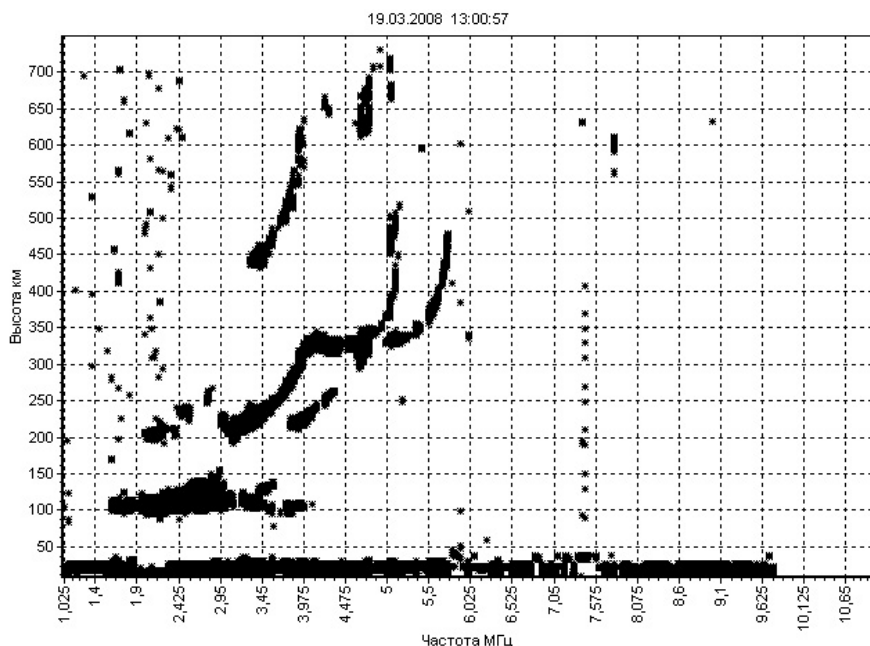


Рис. 1. Результат работы блока цифрового преобразования

Дальнейшей задачей развития программного комплекса, блока цифрового преобразования данных ионосферной станции, является написание модуля автоматической интерпретации ионограмм.

Было рассмотрено несколько вариантов решения этой задачи. В настоящее время основным методом обработки ионограмм применяемым современными системами станций вертикального зондирования (“Парус”, “Бизон”, “Digisonde”) является метод вращающихся, или трафаретных масок. Суть метода заключается в том, что на первом этапе составляется набор теоретически возможных вариантов, на – производится втором сравнение теоретических решений с реальными данными и выбор наиболее подходящего варианта [4].

Можно также выделить четыре метода восстановления высотного профиля электронной концентрации: метод Huang-Reinisch, используемый на дигизондах, методика Гуляевой, способ Михайлова, а также модель IRI, которая позволяет восстановить высотный профиль концентрации электронов.

Сравнительный анализ этих методов не показал однозначного преимущества какого-либо метода перед другими [5]. Поэтому разработка модуля будет проводиться с возможностью применения различных методов обработки для достижения наилучших результатов и получения наиболее полной информации.

**Выводы.** Разработанное ПО позволяет производить автоматический процесс цифрового преобразования данных, полученных во время измерений с АИС «Базис». Это дает возможность включить АИС в сеть, которая объединяет компьютеры системы обработки данных радара некогерентного рассеяния и станет возможным комплексирование средств когерентного и некогерентного приема сигналов. В результате повысится точность измерений и увеличится количество измеряемых параметров ионосферной плазмы, в том числе появится возможность повышения точности расчета высотного распределения концентрации электронов по измеренным ВЧХ.

**Список литературы:** 1. *Лысенко В.Н., Сляров И.Б.* Перспективы применения ионозонда в составе радара некогерентного рассеяния Института ионосферы // Вестник НТУ “ХПИ”. Сборник научных трудов. Тематический выпуск: Радиофизика и ионосфера. – 2004.– № 23. – С. 63 – 68. 2. *Гель П.* Как превратить персональный компьютер в измерительный комплекс. Перевод с французского Бряндинского А.Э. / Под редакцией Куликова Г.В. – М.: ДМК, 1999. – 144 с. 3. *Шушпанов Г.А.* Программа для анализа ионограмм // Информатика и системы управления. – 2005. – № 2(10). – С. 198 – 200. 4. *Зыков Е.Ю., Акчурин А.Д., Сапаев А.Н., Шерстюков О.Н.* Автоматическая интерпретация ионограмм вертикального зондирования // Электронный научный журнал «ИССЛЕДОВАНО В РОССИИ», <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2007/005.pdf>. 5. *Ким А.Г., Котович Г.В., Михайлов С.Я., Ратовский К.Г.* Сравнительный анализ различных способов восстановления высотного профиля электронной концентрации по данным вертикального зондирования в Иркутске // Труды Международной Байкальской молодежной научной школы по фундаментальной физике (БШФФ-2006). – 2006. – С. 112 – 115.

*Поступила в редколлегию 31.05.2010*