

УДК 523

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СПЕКТРОГРАФА СИБИРСКОГО СОЛНЕЧНОГО РАДИОТЕЛЕСКОПА (ССРТ)

Д.А. Жданов, В.Г. Занданов, С.В. Лесовой

### A SOFTWARE DEVELOPMENT FOR THE SPECTROGRAPH OF THE SIBERIAN SOLAR RADIO TELESCOPE (SSRT)

Zhdanov D.A., Zandanov V.G., Lesovoy S.V.

Динамические спектры, получаемые в микроволновом диапазоне длин волн, необходимы для адекватной интерпретации совокупности рентгеновских изображений вспышек и наблюдений быстрых микроволновых всплесков на ССРТ с центральной частотой 5.7 ГГц и на радиогелиографе Нобеймы (17 ГГц), а также имеют самостоятельное научное значение. Особенностью данного спектрографа (диапазон 4–8 ГГц) является реализация двух систем регистрации с различными характеристиками на базе одного приемного устройства. Одна из них позволяет проводить наблюдения с относительно грубым спектральным разрешением порядка 100 МГц в широком диапазоне 4–8 ГГц – фильтровая часть. Для успешной работы этой части было разработано программное обеспечение регистрации сигналов и управления. Задачами программного обеспечения были: возможность установки параметров оцифровки как в автоматическом, так и в ручном режиме и сохранение на жесткий диск компьютера оцифрованных данных с привязкой к всемирному времени (UT). В данном сообщении приводится алгоритм созданной программы, обсуждаются достигнутая с его помощью скорость обработки и погрешность привязки по времени. Обсуждаются дальнейшие пути модернизации инструмента и программного обеспечения.

Dynamic microwave spectra are required for an adequate interpretation of combination of the images X-ray flare and the fast solar radio burst of solar emission obtained by SSRT main receiver (5.7 GHz) and Nobeyama Radioheliograph (17 GHz), as well as they have independent scientific importance. A feature of this spectrograph (4–8 GHz range) is realization of two registration systems with different characteristics on based of the single receiver. The first one allows carrying out observations with relatively rough spectral resolution about 100 MHz within the wide range 4–8 GHz. We developed software for a successful functioning of this registration system. The requirements were the following: an opportunity to set the digitalization parameters both automatically and manually and a recording of registration data to PC hard drive with affixment to universal time (UT). The algorithm of designed program is listed in the current contribution, the processing speed achieved with it and precision of registration time are considered. The further ways of equipment and software development are discussed.

Одним из важнейших источников информации о процессах в солнечной короне является солнечное радиоизлучение, и в частности всплески с тонкой спектральной и временной структурой, непосредственно связанные с процессами первичного энерговыделения. Наблюдения микроволновых миллисекундных спайков (всплесков с высокой яркостной температурой, продолжительностью менее 1 с, которые накладываются на всплывающий всплеск большей продолжительности) обладают большим диагностическим потенциалом.

Цель работы заключается в решении следующих основных задач:

1. Разработка, создание и настройка спектрополяриметра с высоким спектральным (0.5 МГц) и временным разрешением (7 мс) в широком диапазоне частот чувствительностью не хуже 10 sfu [1].

2. Разработка программного обеспечения для систем регистрации как с относительно грубым спектральным разрешением ~100 МГц в широком диапазоне 4–8 ГГц, так включающей в себя акустооптический спектроанализатор с разрешением 0.5 МГц в полосе частот 500 МГц.

#### Алгоритм программы

Программное обеспечение предназначено для регистрации сигналов спектрографа в широком диапазоне частот (4–8 ГГц). Алгоритм программы приведен на рис. 1.

В фиксированные моменты времени на цифровой вход платы PCI-1002L поступают от внешнего таймера сигналы управления. Задача программы – проводить по этим сигналам запуск аналого-цифрового

преобразователя (АЦП) и опрос его буфера. Внешний таймер представляет собой TTL-генератор частоты 70 Гц, который управляет модулятором левой и правой поляризации антенны спектрографа. TTL-сигнал поступает на цифровой вход АЦП и анализируется программой на изменение. Изменение входного сигнала с логического нуля на единицу или обратно приводит к запуску механизма последовательного опроса всех тридцати двух каналов фильтровой части. Таким образом, опрос происходит каждые 7 мс.

При запуске цикла опроса с цифрового порта считывается всемирное время (UT). Это необходимо для того, чтобы каждый опрос был четко фиксирован по времени.

По умолчанию значения аттенюаторов усилителей низкой частоты и программных аттенюаторов АЦП устанавливаются на минимальном значении (0 дБ). При необходимости аттенюаторы выставляются в ручном режиме. Анализ амплитуды входного сигнала при всплесках солнечного радиоизлучения позволяет программным путем управлять аттенюаторами, чтобы поддерживать сигнал на входе в пределах до 0.8 от максимума АЦП, увеличивая затухание сигнала. Чтобы на чувствительность приемника не влиял шум квантования АЦП (младший разряд), возврат аттенюаторов производится в ручном режиме. Программно управляемый аттенюатор на 8 положений от 0 до 21 дБ в низкочастотной части необходим для контроля сигнала во время вспышек, чтобы обеспечить оптимальную картину регистрируемых данных. Наблюдение спокойного Солнца ведется при положении аттенюаторов 0 дБ.

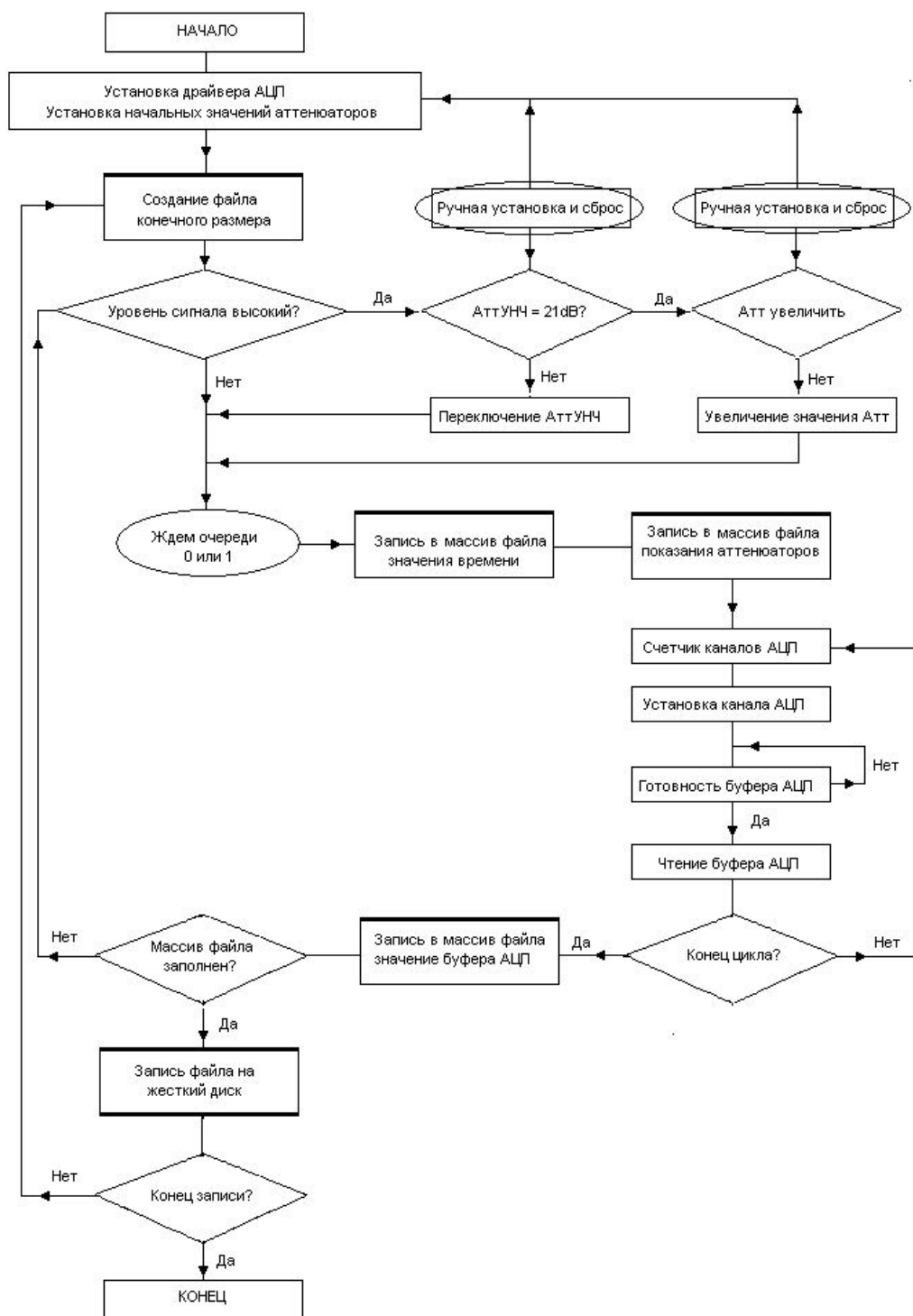


Рис. 1. Блок-схема алгоритма программы.

При всплесках большей интенсивности (при более 21 дБ) в работу включается программируемый усилитель сигнала АЦП на четыре диапазона (10 В, 5 В, 2.5 В, 1.25 В) [2]. Для работы в линейном режиме СВЧ-детекторов предусмотрено программное ослабление основного усилителя на 10 дБ. Каждый опрос АЦП, кроме значений всех тридцати двух каналов, содержит значения положения аттенуаторов и момент времени, в который проходил этот опрос.

После заполнения файлового массива заданного размера он записывается на жесткий диск, а вместо него создается новый файл [3].

### Вывод

Скорость обработки данных удовлетворяет нашим требованиям. Опрос тридцати двух каналов с частотой 140 Гц проходит без потерь и с точной привязкой к УТ через приемник GPS погрешностью не более одной миллисекунды.

В будущем предполагается модернизация спектрографа: установка детекторных диодов с лучшей амплитудно-частотной характеристикой и вывод на экран сигнала в реальном времени.

Примерное представление сигнала на экране показано на рис. 2.

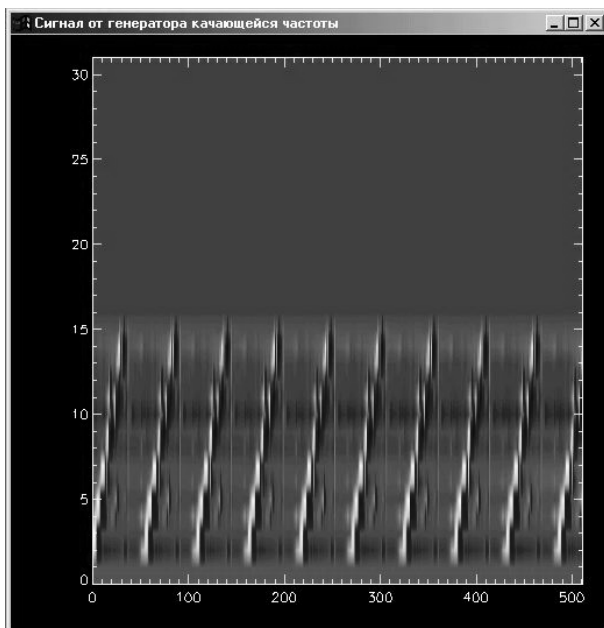


Рис. 2. Сигнал от генератора качающейся частоты. По оси ординат – номера каналов, по оси абсцисс – номера отсчетов (время).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Занданов В.Г., Алтынцев А.Т., Розенраух Ю.М. Широкополосный спектрополяриметр для сопровождения ССРТ // Иссл. по геом., аэрон. и физ. Солнца, Новосибирск: Наука, 2001. Вып.112. С. 269–277.
2. PCI-1002 User's Manual (Ver. 2.4, Mar./2004, PPH-015-24).
3. Жданов Д. Разработка программного обеспечения для спектрографа Сибирского солнечного радиотелескопа (ССРТ): Курсовая работа. Иркутск: ИГУ, 21 с.

<sup>1</sup>Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск

<sup>2</sup>Иркутский государственный университет, Иркутск