

УДК 523.9

## SABRE – СРЕДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ, ПРОСМОТРА И ОБРАБОТКИ СПЕКТРОВ

В.Е. Томин, Д.Ю. Колобов

## SABRE – SPECTRUM ACQUISITION, BROWSING AND REDUCTION ENVIRONMENT

V.E. Tomin, D.Y. Kolobov

Современные достижения в создании ПЗС-камер позволяют подойти к решению фундаментальных задач физики Солнца на качественно новом уровне. Проведение экспериментов с одновременным использованием нескольких камер для наблюдения Солнца в различных спектральных диапазонах требует решения ряда принципиальных проблем.

Часть проблем может быть решена созданием специального программного обеспечения, ориентированного на задачи солнечной спектрополяриметрии. В статье представлено программное обеспечение, которое предлагает универсальный интерфейс пользователя для управления камерами и использует единообразный формат данных с сохранением информации о ходе эксперимента.

Recent achievements in CCD technologies enable approach solutions of fundamental problems of solar physics on new qualitative level. To conduct experiments using several cameras simultaneously in different spectral ranges one requires to overcome a set of principal problems. Some of these tasks can be solved by creating special software, oriented on spectropolarimetry problems. This paper presents solution that provides unified user interface for camera control and common data format with experiment metadata.

### Некоторые особенности многоволновых наблюдений

Современный прогресс в области информационных технологий и научного приборостроения позволяет подойти к решению фундаментальных задач физики Солнца на качественно новом уровне. Типичные характеристики основного инструмента для проведения астрофизического эксперимента – цифровой фотокамеры – улучшились за последнее десятилетие в десятки раз. Созданы датчики излучения для ИК- и УФ-диапазонов. Это делает возможным проведение мультиспектральной диагностики атмосферы Солнца. Существует ряд принципиальных проблем, которые придется решить, прежде чем наблюдательные данные разных спектральных диапазонов (полученные одновременно) можно будет достаточно свободно подвергнуть совместному анализу. Для регистрации излучения разных диапазонов длин волн требуются разные типы фотокамер. Они обычно комплектуются разным программным обеспечением и имеют ряд особенностей в работе. Камера связана с системой управления телескопом, которая осуществляет временную синхронизацию и запись сопроводительной информации об эксперименте: координат исследуемого объекта, времени наблюдения, конфигураций телескопа и спектрополяриметра, условий наблюдения и других параметров. Приходится иметь дело с достаточно разнородными данными, при этом различные производители фотокамер часто придерживаются совершенно разных принципов обращения с ними. Исторически сложилось, что лидерами в области создания ПЗС-камер для съемки в различных диапазонах являются разные производители. Каждый производитель предоставляет вместе со своими камерами собственное программное обеспечение, которое может быть не ориентировано на задачи спектрополяриметрии (FLIR «Altair») или вообще являться лишь примером использования программного интерфейса камеры («Sarnoff DemoCamera»). Это усложняет работу наблюдателя, вынуждая его в начале каждой наблюдательной серии проделывать ряд неочевидных действий для настройки существующего программного

обеспечения на выполнение спектрополяриметрических задач. Кроме усложнения наблюдений усложняется и использование новых инструментов, так как возникает необходимость переобучения наблюдателей для использования другого пользовательского интерфейса. В случае многоволновой спектрополяриметрии ситуация усложняется многократно возрастающим объемом информации. Фотокамеры в общем случае требуют для работы различные операционные системы (от Windows 98 до Windows 7, Mac OS X и GNU/Linux) и специальные аппаратные платформы. Успешное решение проблемы может обеспечить комплексный подход, позволяющий исследователю представить разнородные данные единым образом, независимо от используемой операционной системы и аппаратной платформы. От выполнения этой задачи напрямую зависит возможность наблюдений в различных спектральных диапазонах.

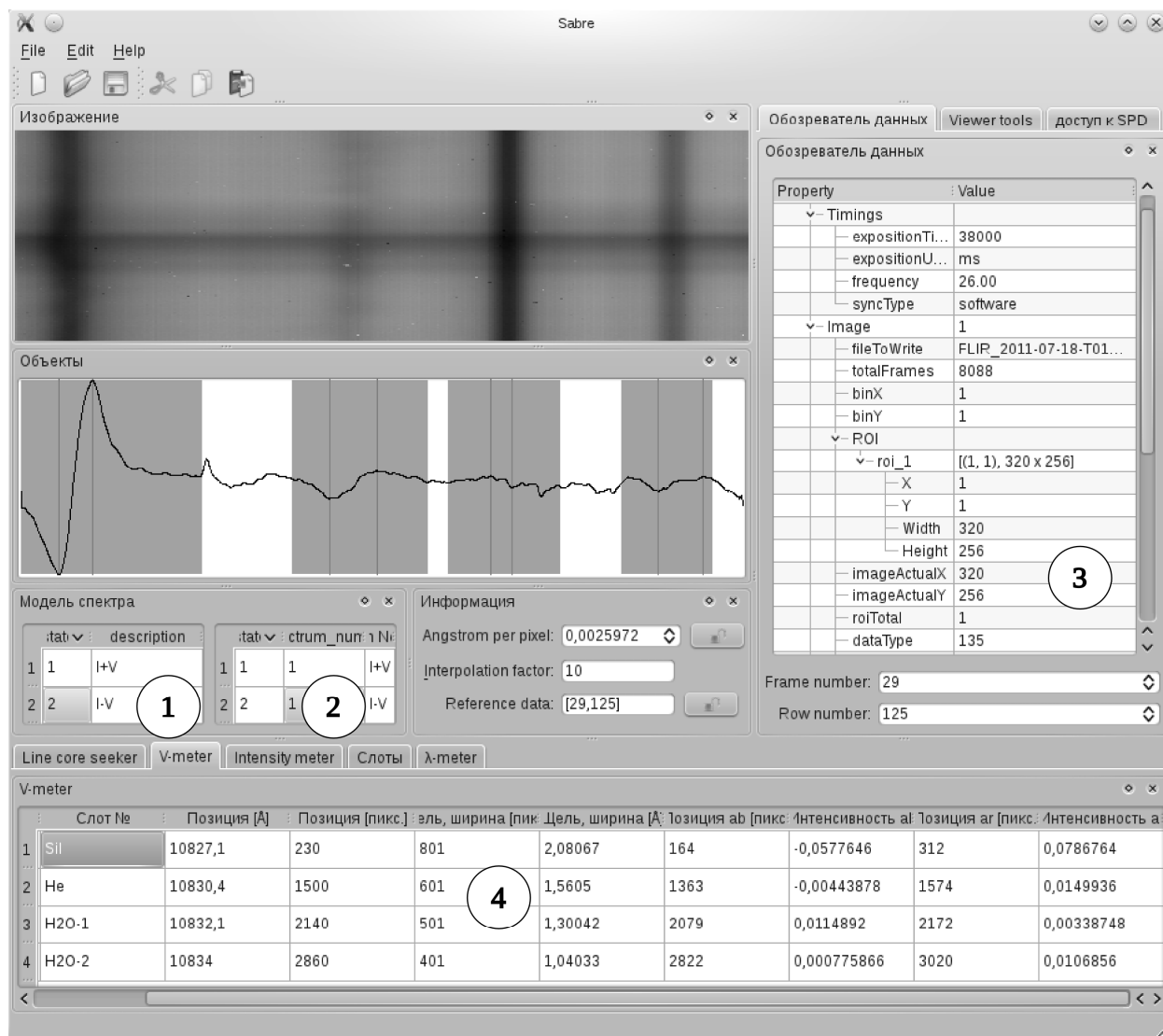
### Техническое решение

#### Средства разработки

Для решения задачи был выбран кроссплатформенный набор библиотек Qt 4, доступных по адресу [<http://qt.nokia.com/products/>]. Его применение позволяет создать приложение, которое без изменения исходного кода можно использовать в различных операционных системах. Разработка ведется главным образом в операционной системе OpenSUSE Linux, наблюдения и обработка данных производятся в операционных системах Windows XP, Windows 7 и OpenSUSE Linux. Разрабатываемое программное обеспечение получило название SABRE – Spectrum Acquisition, Browsing and Reduction Environment (Среда для получения, просмотра и обработки спектров).

### Реализация поддержки камер

Для реализации поддержки различных фотокамер (PCO 2000, FLIR SC2000, «SarnoffM100-SFT», «Princeton Instruments RTE/CCD 256H») и форматов файлов в одной программе был выбран механизм подключаемых программных модулей – плагинов (plugin). Это позволяет добавлять в SABRE новые фотокамеры и



Интерфейс SABRE в режиме обработки данных. Показан результат работы функции «V-meter».

файловые форматы без изменения кода основной программы, тем самым ускоряя процесс внедрения новых фотокамер и упрощая использование камер наблюдателем, уже знакомым с интерфейсом SABRE. Возможность добавления файловых форматов позволяет работать с данными других инструментов без дополнительного преобразования файлов. Для реализации поддержки новой камеры или формата необходимо создать только «программную прослойку» – подключаемый модуль между SABRE и набором библиотек разработчика (PCO SDK, VirCAM SDK, «Sarnoff SDK»), предоставленным производителем камеры или библиотекой операционной системы, в случае файлового формата (libtiff, hdf5). В SABRE имеется общий для всех камер набор настроек (время экспозиции, тип данных, область интереса и бинирование), а также есть возможность простого добавления настроек, специфичных для конкретных камер. Переключение в режим съемки осуществляется через меню «Edit→Camera mode», после чего в окне «Обозреватель данных» становится доступным выбор камеры, которая будет использоваться для наблюдений.

### Формат данных

В файл с исходными изображениями спектра записываются все значения параметров, с которыми велась съемка, что позволяет легко восстановить ход эксперимента. На рисунке область с параметрами эксперимента, загруженными из файла данных, отмечена цифрой 4. В качестве основного формата файлов используется HDF (Hierarchical Data Format, иерархический формат данных). Поддержка других форматов может быть реализована в дополнительных программных модулях. HDF выгодно отличается от других форматов возможностью хранения любой метаинформации (т. е. различных описаний эксперимента) вместе с самими данными, при этом структура метаданных может быть практически произвольной, а ее описание обеспечивается самим форматом HDF.

### Обработка данных в SABRE

Для описания схемы спектрополяриметра, с которой были получены изображения спектров, используются связанные таблицы (см. рисунок). В окне «Модель спектра» таблица, отмеченная цифрой 1, содержит описания всех возможных состояний

спектрополяриметра. Таблица, отмеченная цифрой 2, ставит в соответствие каждому модуляционному такту состояние из первой таблицы. Изображение может содержать один или несколько спектров (например, при использовании дефлектора [Кобанов, 2001]). В соответствующем поле таблицы указывается количество спектров для каждого из состояний модуляции.

Для обработки спектрограмм в SABRE используются так называемые «функции». Например, функция «Лямбда-метр» позволяет получить смещение спектральной линии (из-за эффектов Доплера и Зеемана), а также интенсивность в выбранной части профиля спектральной линии [Колобов и др., 2008]. Другая функция анализирует профиль V-параметра Стокса и вычисляет величину его асимметрии, позиции максимум и минимумов, а также их интенсивность (вкладка «V-meter» на рисунке отмечена цифрой 3). Функции обработки данных не зависят ни от модели фотокамеры, ни от выходного формата файла.

### **Заключение**

Во время наблюдательного сезона 2011 г. использовались камеры «Sarnoff» и FLIR под управлением среды SABRE, в которой удалось представить

все основные функции камер в унифицированном пользовательском интерфейсе. Данные с обеих камер сохранялись в формате HDF5, что упростит их дальнейшую обработку. Последующее улучшение интерфейса пользователя затронет только соответствующий сегмент программы и не потребует от разработчика ни специальных знаний о самих видеокамерах, ни модификации низкоуровневых обращений к драйверу.

### *СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ*

Кобанов Н.И. Измерения дифференциальной лучевой скорости и продольного магнитного поля на Солнце с помощью ПЗС-фотоприемников. Часть 1. Безмодуляционный метод // Приборы и техника эксперимента. 2001. № 4. С. 110–115.

Колобов Д.Ю., Кобанов Н.И., Григорьев В.М. Спектрополяриметр для исследования солнечных магнитных полей // Там же. 2008. №1. С. 136–141.

Qt – A cross-platform application and UI framework // Qt URL: <http://qt.nokia.com/products/> (дата обращения 26.08.2011).

*Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск*