

P10-2015-38

А. С. Кирилов, Т. Б. Петухова

**НАБОР КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ GUI
В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ НЕЙТРОННЫМИ
СПЕКТРОМЕТРАМИ НА ОСНОВЕ PyQt**

Кирилов А. С., Петухова Т. Б.

P10-2015-38

Набор компонентов для построения GUI

в системах управления нейтронными спектрометрами на основе PyQt

Работа посвящена набору визуальных компонентов (виджетов), который облегчает разработку графических интерфейсов (GUI) для управления измерениями на нейтронных спектрометрах с использованием программного комплекса Sonix+. Компоненты набора соответствуют основным функциям пользовательского интерфейса по управлению процессом измерения и визуализации спектров, а также обеспечивают загрузку/выгрузку программ комплекса и ряд других функций. Набор использован при разработке универсального GUI и программ юстировки для спектрометров реактора ИБР-2, а также для специализированных GUI для установок в ряде других центров.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 2015

Kirilov A. S., Petukhova T. B.

P10-2015-38

The Set of Components to Create GUI

for Neutron Instrument Control Systems on the Base of PyQt

The work is dedicated to the set of visual components (widgets), which facilitates the development of graphical user interface (GUI) to control the measurements on neutron instruments with software package Sonix+. The kit components correspond to the basic functions of the user interface for managing the measurement and visualization of spectra, as well as provide program upload/download for the package components and a number of other functions. The set is used in the development of the universal GUI and tuning programs for instruments of the IBR-2, as well as specialized GUI for some instruments at other centers.

The investigation has been performed at the Frank Laboratory of Neutron Physics, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 2015

В работе [1] были перечислены и проанализированы причины, приведшие к разработке набора визуальных компонентов (виджетов), который облегчает разработку графических интерфейсов (GUI) для управления измерениями на нейтронных спектрометрах с использованием программного комплекса Sonix+ [2]. В статье показана необходимость и своевременность разработки набора как для универсального GUI, так для специализированных GUI, учитывающих специфику конкретных инструментов. Также предлагаемый набор предназначен для упрощения разработки возможных дополнительных программ, примером которых может служить программа юстировки [3]. В статье были сформулированы общие идеи решения, но сами результаты описаны кратко из-за ограничений в объеме статьи. Данная работа призвана восполнить этот пробел с учетом результатов, полученных в последнее время.

Особенностью предлагаемого набора является то, что практически каждый его компонент полностью готов к использованию как самостоятельно — в качестве отдельной задачи, так и в качестве элемента более сложной конструкции. Таблица, приведенная ниже, иллюстрирует структуру набора, его состав и назначение виджетов.

Часть виджетов для визуализации спектров и протоколов изначально была разработана С. Велешки, но позднее подверглась значительной переработке [3].

Как было отмечено в [1], компоненты GUI прежде всего должны соответствовать основным функциям пользовательского интерфейса, а именно:

- управлению процессом измерения,
- слежению за состоянием установки,
- слежению за историей измерения,
- online и offline визуализации спектров.

Кроме того, необходимо обеспечить загрузку/выгрузку программ комплекса и ряд других функций.

Рассмотрим виджеты более подробно.

Автоматизация управления измерением. Основной режим измерения предполагает выполнение программы измерения, подготовленной пользователем на эксперимент. Программа измерения (скрипт) составляется на языке Python [4] с использованием библиотеки операций, создаваемой для каждого спектрометра с учетом его специфики. Для выполнения этой программы в Sonix+ включен специальный модуль — интерпретатор «script interpreter» (si).

Таблица

Название	Назначение
Основные компоненты	
S+load_panel	Загрузка/выгрузка Sonix+
flags_control_widget.	Контроль и управление условиями экспозиции
SpectraViewer (вариант OnlineSV)	Визуализация спектров
wlist_widget	Просмотр состояния системы
LogViewerRelease	Просмотр протоколов
SiWidget	Управление измерением
EfpWidget	Панель флагов экспозиции
Ручное управление	
MdsWidget	Форма для ручного ввода команд
EcWidget	Ручное управление экспозицией
Axis_control (вариант Axis_control2)	Управление «осями» (моторами, линейными адаптерами)
Вспомогательные компоненты	
ClientsToolBar	Панель запуска задач
DetDataWidget	Просмотр набора монодетекторов
Визуализация данных для SpectraViewer	
PLHSpectrum	Визуализация спектров с моно-детекторов
MplMapDensity2D	Визуализация спектров с одномерных ПЧД с сечениями
SpectrumViewer2D	Визуализация спектров с одномерных ПЧД с сечениями
SpectrumViewer3D	Визуализация спектров с двумерных ПЧД с сечениями
Визуализация данных для тестовых программ	
monoViewWidget	Визуализация спектров с монодетекторов с курсорами
map2D	Карта плотности без курсоров
map2Dhh_Widget	Карта плотности с курсорами + проекции сечений
map3DWidget	с двумерных ПЧД
Cursor, Cursor2	Курсор и сдвоенный курсор для вычисления суммы

В качестве пользовательского интерфейса для этого предлагается виджет si_widget (рис. 1). Функциональные возможности виджета включают:

- составление скрипта с помощью внешнего редактора (в настоящее время в этом качестве используется свободно распространяемый редактор SciTe [5]). По просьбе пользователей вместо редактора могут разрабатываться специальные программы, облегчающие составление скрипта;

- проверку скрипта на предмет возможных ошибок;
- запуск скрипта и управление процессом его выполнения.

Проверка скрипта осуществляется до его выполнения. Проверятся не только формальная правильность синтаксиса, но и соответствие типов фактических параметров команд заявленным. Это не дает полной гарантии правильности, но существенно выявляет ошибки набора.

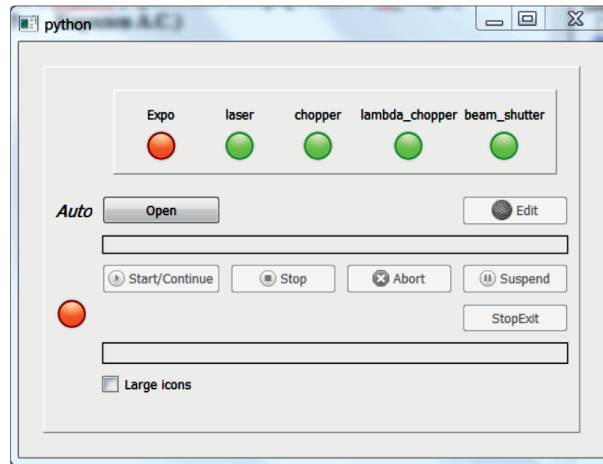


Рис. 1. Виджет для управления измерением (si_widget)

Для индикации состояния в виджете используется другой элемент набора — панель флагов экспозиции.

Слежение за состоянием системы. Во время эксперимента все параметры измерения хранятся в особом хранилище, называемом базой данных Varman (БД) [6], к которому возможен быстрый online доступ. Виджет (рис. 2) позволяет составить список интересующих параметров (watch list) и вести слежение за ними в реальном времени. Параметры устройств, которые в момент загрузки находились в нерабочем состоянии, отмечаются специальным знаком.

Просмотр протоколов. История всех измерений сохраняется в лог-файлах (протоколах). Новый протокольный файл автоматически создается при загрузке/перезагрузке Sonix+. Виджет (рис. 3) позволяет оперативное слежение за текущим протоколом либо просмотр протокола любого ранее выполненного измерения по выбору. Предусмотрены поиск по заданному шаблону, фильтрация записей по типу, уровню и проч. Для удобства записи разных типов подсвечены соответствующим фоном (ошибки — красным, простые — зеленым и т. д.)

Визуализация спектров. Для визуализации спектров создан целый набор виджетов (PLHSpectrum, MplMapDensity2D, SpectrumViewer2D, SpectrumViewer3D), которые объединены в SpectraViewer. Виджеты реализуют визуализацию данных, полученных с топо, одно- и двумерных позиционно-чувствительных детекторов (ПЧД). Спектры могут быть считаны из файлов (в том числе упакованных в zip архив) или непосредственно с детекторов. Формат записи спектров включает два файла, первый из которых сохраняет

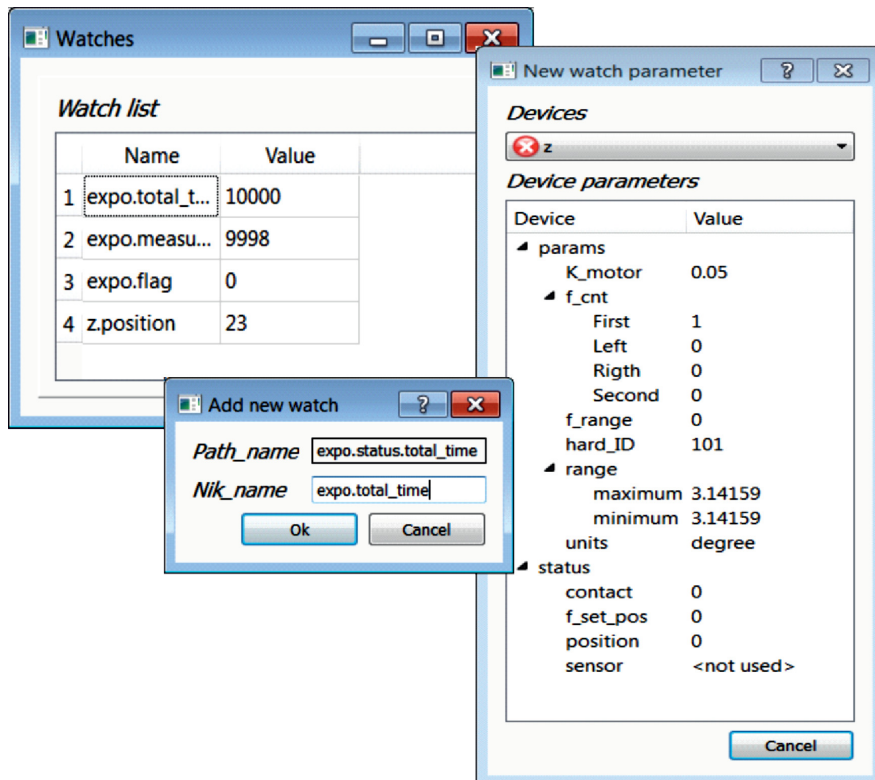


Рис. 2. Виджет для слежения за параметрами измерения (wlist_widget)

собственно спектр (или несколько спектров), а второй — значения параметров измерения («снимок» БД Varman). Для рисования использована библиотека matplotlib [7], которая, помимо собственно рисования, включает типовые операции (масштабирование, сдвиг и т.д.). В дополнение к ним также реализованы:

- выбор режима масштабирования (линейный/логарифмический),
- автоматический/ручной выбор границ окна изображения,
- просмотр параметров измерения, в котором получен спектр, и ряд других.

В дополнение были разработаны виджеты для навигации по дереву файлов (спектров, детекторов).

Для просмотра параметров измерения был использован виджет wlist_widget. Проиллюстрируем возможности по данным различной размерности.

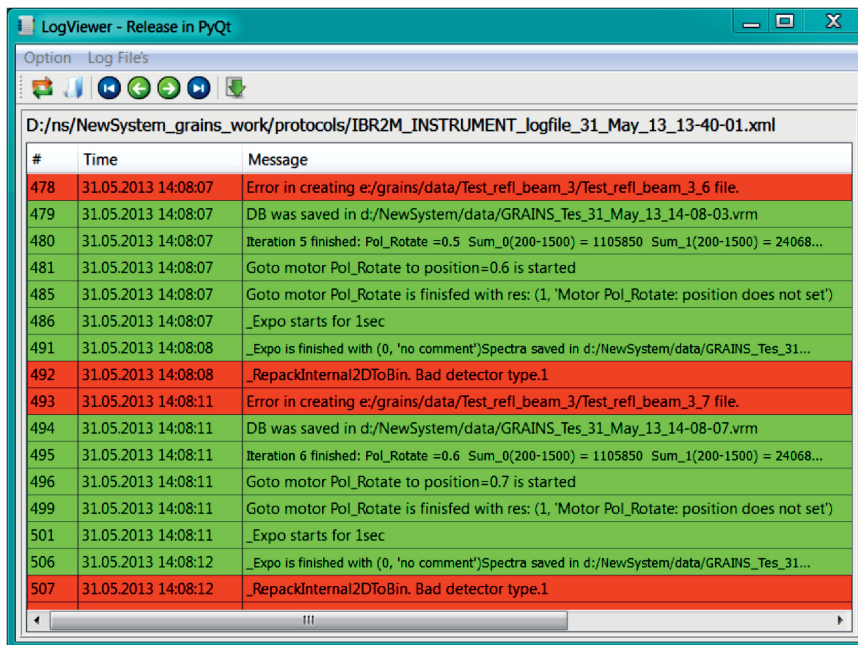


Рис. 3. Виджет для просмотра протоколов (LogViewerRelease)

Визуализация одномерных спектров (данных с монодетекторов) выполнена традиционно (рис. 4). На график можно накладывать произвольное количество других, выбирая по желанию цвет или тип линии, маркер и т. д.

Для **визуализация двумерных данных** (с одномерных ПЧД) по просьбе пользователей была выбрана карта плотности, дополненная одномерными графиками суммированных спектров по осям ToF и X . Кроме того, в области, ограниченной курсорами, ведется подсчет общего числа нейтронов (рис. 5).

Для **отображения трехмерных данных** (с двумерных ПЧД) после длительных дискуссий с пользователями была выбрана форма из трех карт плотности, каждая из которых представляет массив, полученный при суммировании исходного спектра по осям ToF, X и Y (рис. 6).

Ручное управление. Хотя автоматизация предусматривает скрипт в качестве основного средства ведения эксперимента, в ряде случаев ручное вмешательство бывает необходимым. Для облегчения этого предусмотрено три виджета управления:

- произвольным устройством (mds_widget),
- экспозицией (expo_ctrl_widget),
- осями (шаговыми двигателями) (axis_ctrl_widget, axis_control_2).

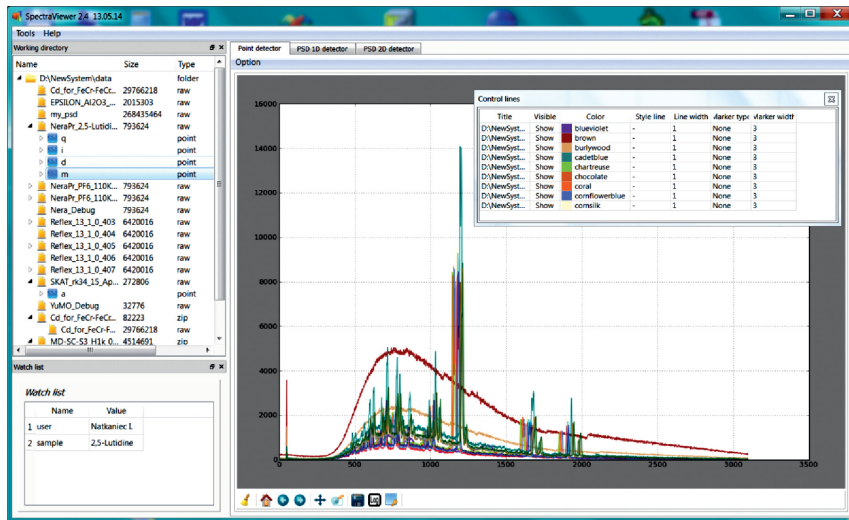


Рис. 4. Визуализация одномерных спектров

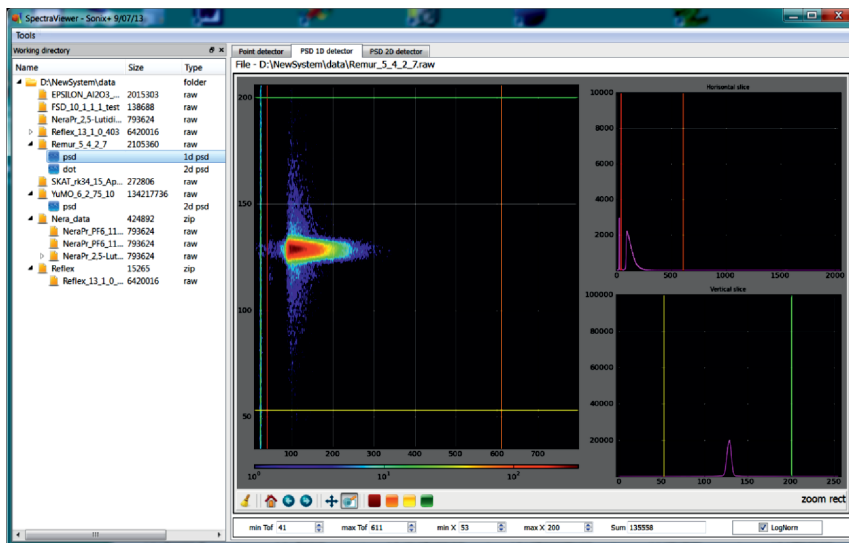


Рис. 5. Визуализация двумерных спектров

Два последних выделены потому, что востребованы наиболее часто.

Виджет mds_widget (верхнее окно рис.7) представляет собой панель, упрощающую ввод команд в скриптовой форме. Пользователь сначала вы-

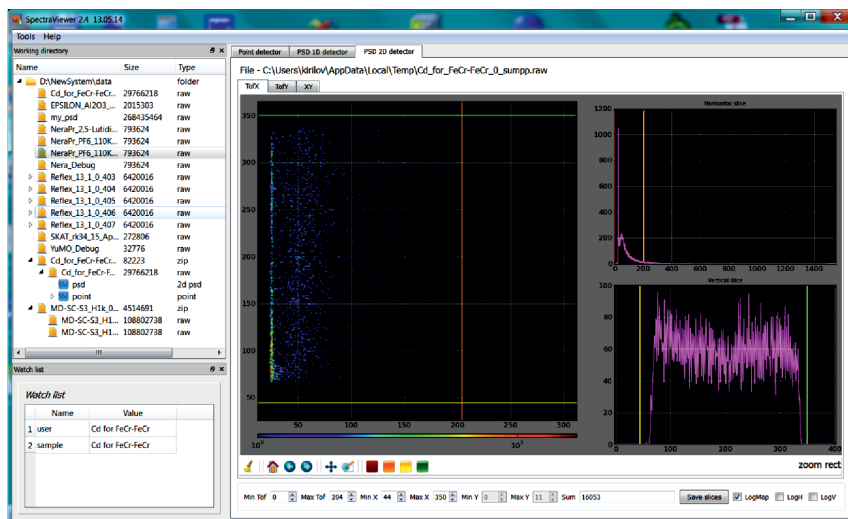


Рис. 6. Визуализация трехмерных данных

бирает устройство, затем из обновленного списка команд — необходимое действие, после чего, откорректировав параметры команды, запускает ее. Выполнение команды можно прервать/возобновить или приостановить.

Виджет `expo_ctrl_widget` (окно в середине рис. 7) предоставляет полную гамму команд при ручном управлении экспозицией. На наш взгляд, интерфейс достаточно ясен и не нуждается в дополнительных пояснениях.

Осями в `Sonix+` могут быть не только шаговые двигатели, но и виртуальные устойства, объединяющие более одного мотора, например, линейные адаптеры. Все они доступны для ручного управления через `axis_ctrl_widget` (нижнее окно рис. 7) и `axis_control_2`. Различия между ними заключаются в форме представления списка моторов. В первом случае это `combo box`, во втором — таблица. Как и в случае `mds_widget`, пользователь выбирает ось, затем необходимое действие, задает параметр и запускает команду. В процессе движения показывается текущее положение оси.

Вспомогательные компоненты. Вспомогательные компоненты реализуют менее важные, менее самостоятельные или более обособленные стороны процесса. Например, задача загрузки (рис. 8) может и не применяться рядовым пользователем, если эта загрузка выполняется ответственным за установку. Задача контроля и управления условиями экспозиции (рис. 9) составлена по просьбе пользователей для постоянного контроля таких параметров, как состояние шибера, фазировка прерывателя и прочее. По желанию пользователя эти параметры могут быть использованы для автоматической приостановки измерения при нарушении нормальных условий экспозиции.

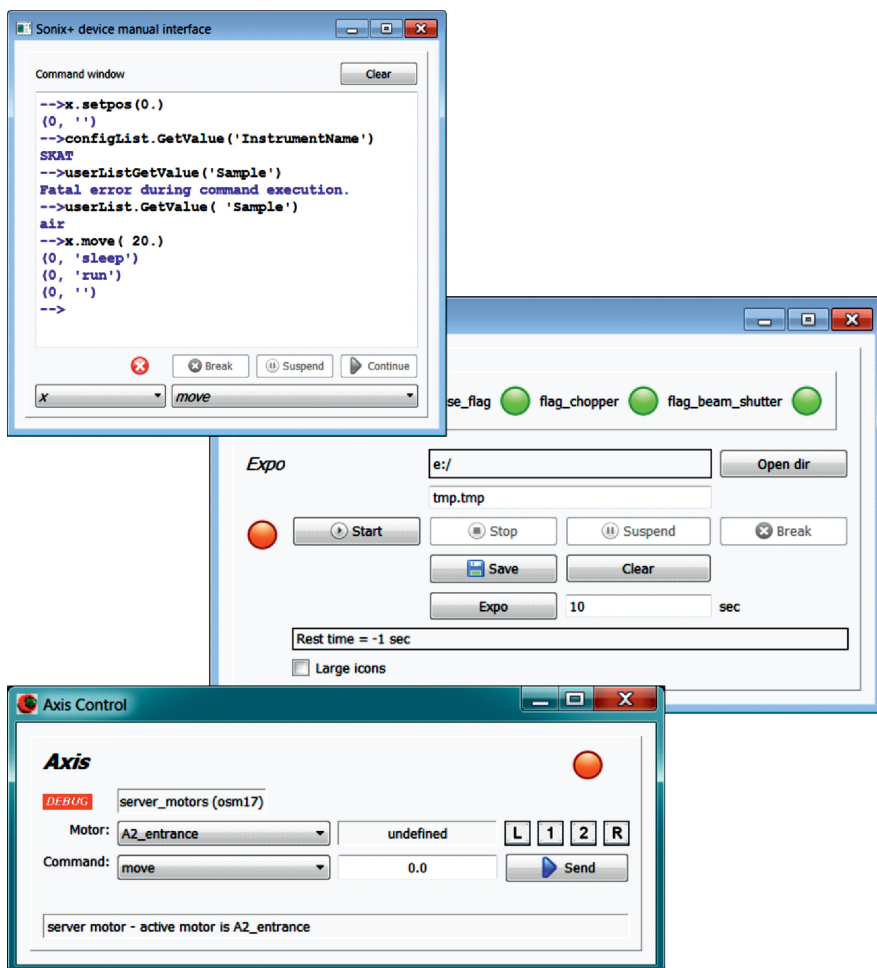


Рис. 7. Виджеты для ручного управления

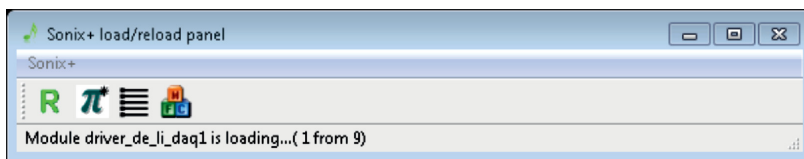


Рис. 8. Задача загрузки комплекса

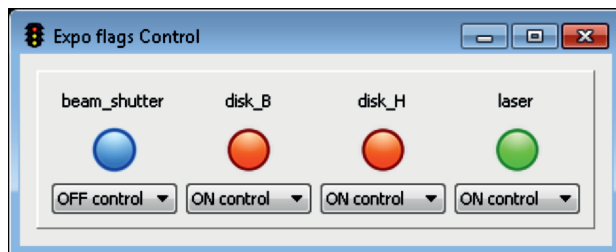


Рис. 9. Задача контроля и управления условиями экспозиции

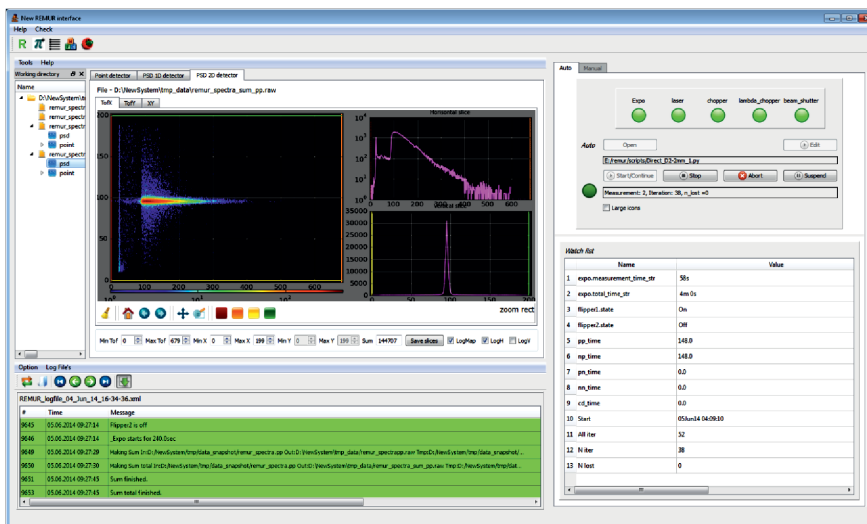


Рис. 10. Универсальный GUI на примере спектрометра РЕМУР

Примеры применения. Предлагаемый набор уже вошел в действующие системы управления многих спектрометров реактора ИБР-2 и ряда других центров. Так, новый универсальный пользовательский интерфейс объединяет в едином окне большинство компонентов, рассмотренных выше (рис. 10). В настоящее время он используется на спектрометрах ЮМО, ФДВР, СКАТ, НЕРА-ПР, РЕМУР, РЕФЛЕКС, ГРЕЙНС. В перспективе новый GUI будет перенесен и на остальные спектрометры реактора ИБР-2.

Виджеты для визуализации спектров были использованы при разработке программы юстировки рефлектометров [3], которая с небольшими дополнениями применяется в качестве основного интерфейса на спектрометрах ДН6, ДН12 [8].

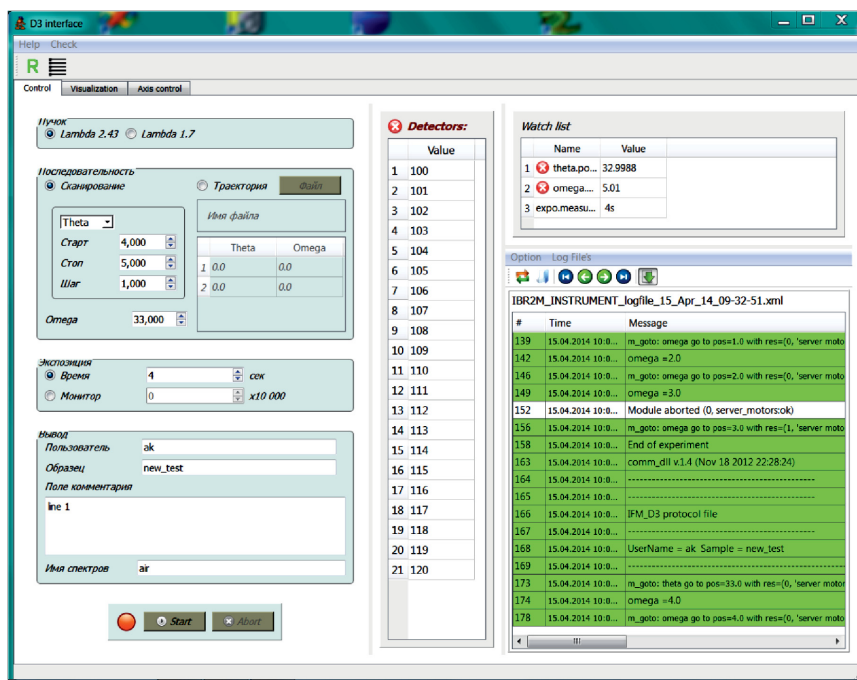


Рис. 11. Специализированный GUI для дифрактометра ДЗ

В качестве примера специализированного GUI приведем интерфейс, подготовленный для порошкового дифрактометра ДЗ реактора ИВВ-2М Нейтронного материаловедческого комплекса Института физики металлов УрО РАН (г. Заречный). Главным отличием этого варианта интерфейса является включение виджетов подготовки и управления запуском скрипта непосредственно в GUI (рис. 11). Это вызвано желанием упростить интерфейс пользователя, поскольку процедура измерения на этом спектрометре практически неизменна.

Аналогичный подход был использован и при разработке специализированных интерфейсов для установок МОНД и НСД («Курчатовский институт», Москва).

Практика адаптации Sonix+ к специфике различных спектрометров и задач для них показала рациональность описываемого подхода к разработке GUI. Конечно, в действительности предлагаемый набор виджетов постоянно совершенствуется и дополняется новыми компонентами, но, в целом, его применение позволяет сравнительно быстро построить новый GUI.

Авторы благодарят коллег по работе за полезные замечания, обсуждения и поддержку.

Список литературы

1. Kirilov A. S., Veleshki S., Murashkevich S. M., Petukhova T. B. The Unified GUI for Neutron Instrument Control Based on PyQt // Proc. of the NEC'2013, E10,13-2013-136. Dubna, 2013. P. 158–160.
2. Sonix+. <http://sonix.jinr.ru/wiki/doku.php?id=ru:index>.
3. Кирилов А. С. Новые версии программ юстировки и визуализации спектров для рефлектометров реактора ИБР-2. Препринт ОИЯИ Р10-2015-40. Дубна, 2015.
4. Python. <http://www.python.org>.
5. SciTe. <http://www.scintilla.org/SciTE.html>.
6. Кирилов А. С., Юдин В. Е. Реализация базы данных реального времени для управления экспериментом в среде MS Windows. ОИЯИ, Р13-2003-11. Дубна, 2003.
7. matplotlib. <http://matplotlib.org/>.
8. Белушкин А. В. и др. // Письма в ЭЧАЯ. 2013. Т. 10, № 5(182). С. 713–721.

Получено 22 мая 2015 г.

Редактор *М. И. Зарубина*

Подписано в печать 7.07.2015.

Формат 60 × 90/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 1,13. Тираж 225 экз. Заказ № 58582.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований
141980, г. Дубна, Московская обл., ул. Жолио-Кюри, 6.

E-mail: publish@jinr.ru

www.jinr.ru/publish/