

P13-2004-204

Н. В. Астахова, А. И. Бескровный, П. Е. Буторин,  
С. Е. Васильевский, Н. Г. Мазный\*,  
И. М. Саламатин, В. Н. Швецов

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС АС  
(АВТОМАТИЗАЦИЯ СПЕКТРОМЕТРИИ).  
ПРОГРАММА ИНТЕРАКТИВНОГО  
УПРАВЛЕНИЯ СПЕКТРОМЕТРОМ

---

\*НПЦ АСПЕКТ, Дубна

Астахова Н. В. и др.	P13-2004-204
Программный комплекс АС (автоматизация спектрометрии). Программа интерактивного управления спектрометром	
<p>При разработке систем автоматизации эксперимента (САЭ) важными и сложными задачами являются интеграция компонентов в систему и обеспечение надежности работы. В первую очередь это относится к драйверному слою программ. Для решения этих задач использована специальная методика сборки САЭ из готовых модулей.</p>	
<p>С целью проверки методики сборки САЭ в условиях реальных экспериментов разработана программа МС, автоматически настраивающаяся на конкретную конфигурацию (состав машин и драйверов), заданную на языке описания. Помимо этого, МС оказалась удобным инструментом физика для проверки, диагностики оборудования и выполнения экспериментов в интерактивном режиме.</p>	
<p>Во время опытной эксплуатации на спектрометре DN2 подтверждены прогнозируемые характеристики разработанной методики. Программа МС без изменения может быть использована на различных спектрометрах.</p>	
<p>Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка ОИЯИ и поддержана РФФИ (грант № 04-07-90256).</p>	
Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 2004	

#### Перевод авторов

Astakhova N. V. et al.	P13-2004-204
Software Complex AS (Automation of Spectrometry). The Spectrometer Interactive Control Program	
<p>At the development of Experiment Automation System (EAS) important and complicated challenges are integration of components in the system and reliability of work. First of all it concerns driver layer of the programs. For a solution of these tasks the special technique of assembly EAS from ready modules is used.</p>	
<p>For the purpose of checking the technique of EAS integration in the actual experimental conditions the program MC is developed. And apart from it, MC is a convenient tool for diagnostics of the equipment and realization of experiments in an interactive mode.</p>	
<p>During experimental maintenance on the spectrometer DN2, properties of performance of the developed technique are confirmed. The program MC without a modification can be used on various spectrometers.</p>	
<p>The investigation has been performed at the Frank Laboratory of Neutron Physics, JINR, and supported by the RFBR (grant 04-07-90256).</p>	
Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 2004	

## ВВЕДЕНИЕ

При разработке систем автоматизации эксперимента (САЭ) важными и сложными задачами являются интеграция компонентов в систему и обеспечение надежности работы. В работах [1, 2] описан комплекс программ, позволяющий выполнять на спектрометре в пакетном режиме очередь заданий на эксперименты. Такой режим работы (режим «фабрики экспериментальных данных»), помимо ряда других достоинств, эффективен в плане использования реакторного времени и личного времени экспериментаторов и в течение ряда лет применялся в работе [3].

Для уменьшения риска потери реакторного времени в работе [3] мы использовали автоматическую проверку допустимости значений параметров при составлении задания и быстрый тест всех используемых команд управления оборудованием. Практика показала, что тестовую проверку работоспособности оборудования в используемом диапазоне значений параметров достаточно выполнить единожды перед циклом экспериментов.

В работе [3] использовалось программное обеспечение системы с фиксированным набором оборудования и диапазоном изменения методики эксперимента. Это позволило разработать достаточный набор тестов и вызывать их автоматически. В отличие от [3], в работах [2, 4] также ограничение снято. Программное обеспечение предназначается для работы на различных спектрометрах, конфигурация системы может изменяться на одном и том же спектрометре, в очереди могут присутствовать задания с различными физическими методиками эксперимента. При этом меняется состав и последовательность операций управления оборудованием окружения образца. Разработка полного набора тестов для такой системы — задача неперспективная по ряду причин (большая трудоемкость, невозможность предусмотреть все варианты конфигурации и развития физических методик, трудности сопровождения большого количества тестовых программ и др.). Вместо этого была разработана специальная методика управления оборудованием окружения образца [4] и программа интерактивного управления спектрометром МС (Manual Control), использующая эту методику. При разработке МС были поставлены задачи:

- проверить принципы, сформулированные в работах [1, 2, 4];
- обеспечить возможность быстрой проверки работоспособности программ и оборудования спектрометра при любом составе и последовательности работы используемых узлов оборудования;
- дать инструмент для быстрой идентификации и возможность замены сбойного оборудования или программы;

- дать возможность физику выполнять простые эксперименты в интерактивном режиме управления.

Для решения этих задач требуется, чтобы программа МС автоматически настраивалась на заданную конфигурацию оборудования и давала возможность варьировать состав и последовательность выполнения операций управления;

Ниже описан способ решения этих задач в программе МС.

## **1. ПОСТРОЕНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СПЕКТРОМЕТРА**

Условия эксперимента описываются рядом параметров, значения которых в дальнейшем используются программами для управления спектрометром и обработки экспериментальных данных. Программа управления спектрометром использует несколько списков. В зависимости от их назначения (документация комплекса, описание конфигурации системы или обеспечение оперативной работы) введены разные способы их редактирования. С помощью специализированных текстовых редакторов, вызываемых из меню, физиком или программистом составляется описание конфигурация системы:

- перечень используемых машин, к которым подключено оборудование спектрометра;
- перечень драйверов, используемых для управления оборудованием;

На основании заданной конфигурации программой SetVector [4] автоматически создаются списки возможных названий управляемых параметров и доступных команд управления, в которых название параметра используется для идентификации ассоциированного с ним конечного автомата (функции драйвера). С помощью специализированного текстового редактора названия параметров, заданные программистами-разработчиками драйверов, физик может заменить привычными для него и в дальнейшем пользоваться только такими названиями. Такой модифицированный пользователем список является параметрической моделью спектрометра [1, 2, 4]. Поскольку не в каждом эксперименте используется полный список параметров, на его основе пользователь для оперативной работы может сформировать списки:

- управляющих параметров, значения которых будут меняться в процессе работы;
- параметров, значения которых в эксперименте будут фиксированы;
- контролируемых параметров, значения которых система должна визуализировать с заданной пользователем периодичностью;

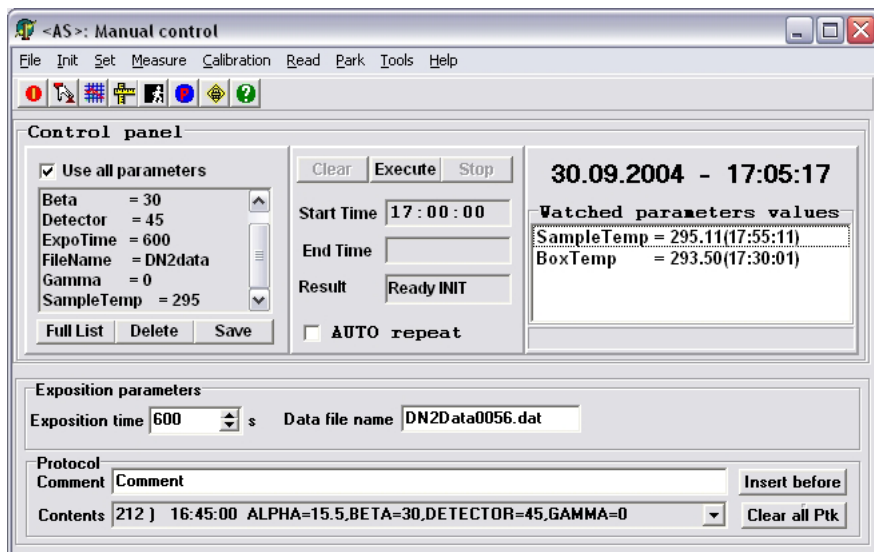
- действий в случае выхода значения контролируемого параметра из диапазона допустимых значений.

Только список управляющих параметров является обязательным, остальные могут отсутствовать.

Встроенный в МС вызов специализированного редактора позволяет всем параметрам спектрометра задать значения, используемые по умолчанию.

## 2. УПРАВЛЕНИЕ ПРОГРАММОЙ МС

При старте программа МС загружает в память программу SetVector [4]. Программа SetVector автоматически связывает программы, указанные в описании конфигурации. При этом на подключенные ЭВМ передается информация из действующей на данный момент документации, и может использоваться режим загрузки новых версий драйверов.



Интерфейс программы ручного управления спектрометром

Окно программы МС приведено на рисунке. Пользователю предоставлены необходимые средства управления:

- меню для вызова специализированных редакторов списков, визуализаторов и др. операций;

- панель выбора операции (INIT, SET, READ, и др.);
- клавиша команды выполнения выбранной операции (EXECUTE) с полями визуализации состояния — в центре окна;
- поле списка названий используемых в данный момент параметров — в левой части окна;
- поле визуализации текущих значений или редактирования значений параметров — в правой части окна;
- поле визуализации протокола работы и средства для ввода комментариев.

Назначение операций управления следующее:

- INIT — инициализирует используемое оборудование и программы; после выполнения данной операции программа открывает доступ к остальным операциям;
- SET — устанавливает в спектрометре условия, соответствующие значениям параметров, заданным в поле списка параметров;
- READ — читает текущие значения параметров в устройстве, если данная функция реализована в соответствующем драйвере;
- PUT — задает значение параметра для использования операцией SET; не обращается к оборудованию;
- GET — читает значение параметра, предназначенное для использования операцией SET; не обращается к оборудованию;
- CALIBR — калибровка шкалы управляемого параметра;
- BREAK — прерывает исполнение текущей операции;
- PARK — устанавливает в спектрометре начальные условия (заданные списком значений по умолчанию) перед выключением оборудования.

Для каждой операции в поле списка параметров может выводиться свой набор названий. Этот список может быть сокращен для данного сеанса работы либо восстановлен максимальный его состав. После инициализации системы (операция INIT) доступно многократное выполнение операции SET, устанавливающей в спектрометре нужные условия.

Для редактирования значения параметра в поле названий должно быть выбрано название единственного параметра. Для выполнения выбранной операции (клавиша EXECUTE) может быть выбран нужный состав названий. MC позволяет редактировать и помнит два списка значений:

- 1) используемые по умолчанию в операциях INIT, PARK;
- 2) используемые в остальных операциях (SET, PUT, GET).

При нажатии клавиши EXECUTE программа MC вычисляет вектор нужного состояния спектрометра и передает его программе SetVector для выполнения.

Данный набор средств управления позволяет выполнить проверку реализуемости любых состояний спектрометра, определяемых доступным оборудованием.

Процесс измерения спектров является просто одним из возможных состояний оборудования и включается или выключается посредством передачи соответствующему драйверу информации о нужном его состоянии (например, состояние START, SUSPEND, CONTINUE, . . .). Клавиши READ, CALIBR, BREAK, PARK предназначены для управления тривиальными операциями, реализация которых в драйвере не обязательна.

### **3. ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА СПЕКТРОМЕТРЕ DN2**

Для данного спектрометра [5] использовался разработанный под ОС Windows драйвер NDRdrv, позволяющий выполнять операции с оборудованием, подключенным к крейту VME. Этот драйвер управляет имеющимися под ОС OS-9 программами. В данном примере мы используем программы TOFA, MOTOR [6] и сетевой сервер NDR [7]. Помимо этого, под ОС Windows разработаны драйверы PAUSE, GETBYFTP, назначение которых понятно из названия, и драйвер для управления терморегулятором EURO902. Пользователем введены свои названия ряда параметров. С этими параметрами пользователем ассоциированы определенные функции используемых драйверов. При выполнении операции SET с указанным параметром выполняется ассоциированная функция драйвера. Ниже перечислены пользовательские названия параметров, драйверов, исполняемые функции и передаваемые значения параметров, использованных в данной работе:

- START (TOFA) — очищает память, включает накопление данных; без параметров; настройка драйвера выполнена при операции INIT;
- SUSPEND (TOFA) — временно останавливает накопление данных; без параметров;
- CONTINUE (TOFA) — включает продолжение накопления данных без очистки памяти; без параметров;

- READDATA (TOFA) — читает из гистограммной памяти накопленные данные, записывает в файловой системе на VME; без параметров;
- SAMPLETEMP (EURO902) — устанавливает на мишени заданную температуру, возвращает сигнал готовности; передается значение нужной температуры;
- GETFROMVME (GETBYFTP) — чтение файлов из ОС OS-9, запись файлов в ОС Windows; передается название записываемых файлов;
- EXPOTIME (PAUSE) — пауза в последовательности выполнения операций; передается продолжительность паузы в секундах.

Чтобы выполнить с таким составом параметров, например, однократно установку на мишени температуры 20 °С, операции очистки памяти, регистрации данных в течение 600 с, чтения данных и передачи их из VME в файловую систему Windows в файл DN2data, следует задать значения параметров

SAMPLETEMP=293  
EXPOTIME=600  
GETFROMVME=DN2data,

выделить в окне списка параметров названия SAMPLETEMP, START, EXPOTIME, READDATA, GETFROMVME и нажать клавишу EXECUTE.

Проверка системы в режиме повторения операций включается в поле AUTO repeat.

#### 4. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Через меню могут быть вызваны: программа графического представления данных МАКС [8], программы пользователя и др. Программа МАКС использует данные, которые программа МС по умолчанию готовит для нее в случае использования драйвера GETBYFTP. Помимо этого, программа МАКС может быть вызвана на ряде ЭВМ для автономной работы со спектрометром одновременно с программой МС. Программы пользователя, по выбору разработчика программы, могут получить параметры в файле, команде вызова программы, разделяемой области памяти и др.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Во время опытной эксплуатации на спектрометре DN2 подтверждены положения, сформулированные в работах [1, 2, 4]. Обеспечена возможность



быстрой (автоматической) настройки МС в соответствии с текущим описанием конфигурации системы. Программа МС может быть использована на различных спектрометрах без изменения. Совместное использование МС и МАКС позволяет быстро диагностировать состояние компонентов спектрометра, в том числе и работу его детекторной системы. Исследование и развитие способа компоновки САЭ будет продолжено в условиях более сложной конфигурации, чем мы имеем на DN2.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 04-07-90256).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Астахова Н. В., Саламатин И. М., Швецов В. Н.* Программный комплекс АС (автоматизация спектрометрии). 1. Концепция программной системы, инвариантной по отношению к изменениям методики эксперимента // ПТЭ. 2004. № 5. С. 56.
2. *Астахова Н. В., Бескровный А. И., Богдзель А. А. и др.* Программный комплекс АС (автоматизация спектрометрии) 2. Интерфейс пользователя системы автоматизации эксперимента // ПТЭ. 2004. № 5. С. 62.
3. *Ostanevich Yu. M.* Time-of-Flight Small-Angle Scattering Spectrometers on Pulsed Neutron Sources. *Macromol. CHEM; Macromol Symp.*, 1988. V. 15. P. 91.
4. *Астахова Н. В., Дикусар Н. Д., Мазный Н. Г., Саламатин И. М., Швецов В. Н.* Программный комплекс АС (автоматизация спектрометрии). Управление окружением образца. Сообщение ОИЯИ Р13-2004-203. Дубна, 2004.
5. *Балагуров А. М., Миронова Г. В., Островной А. И.* Программное обеспечение системы на копления информации дифрактометра ДН-2 на импульсном реакторе ИБР-2. Препринт ОИЯИ Р10-84-440, Дубна, 1984.
6. <http://www.arxiv.org/ftp/cs/papers/0210/0210014.pdf>
7. *Astakhova N. V., Kirilov A. S., Salamatin I. M.* Remote Control of the YUMO Spectrometer and User Interface // Proc. of the Second Intern. Workshop on Data Acquisition Systems for Neutron Experimental Facilities (DANEF-2000), Dubna, 5-7 June 2000. JINR, E10-2001-11, Dubna, 2001. P. 275.
8. *Астахова Н. В., Кирилов А. С., Мурацкевич С. М., Саламатин И. М.* Визуализация многомерных спектров на РС // Тез. докл. на XII Совещ. по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния РНИКС-2002. Гатчина, 2002. С. 160.

Получено 28 декабря 2004 г.

Редактор *М. И. Зарубина*

Подписано в печать 27.01.2005.

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

Усл. печ. л. 0,44. Уч.-изд. л. 0,52. Тираж 310 экз. Заказ № 54758.

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

E-mail: [publish@pds.jinr.ru](mailto:publish@pds.jinr.ru)

[www.jinr.ru/publish/](http://www.jinr.ru/publish/)