

P16-2003-63

А. С. Кирилов, Н. В. Астахова, С. М. Мурашкевич,
Т. Б. Петухова, В. Е. Юдин

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
СПЕКТРОМЕТРА НЕРА-ПР:
ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АДАПТЕРА VME-РСІ**

Системы управления спектрометрами на основе промышленных компьютеров в стандарте VME используются в лаборатории с 1995 года. В настоящее время такими системами оборудовано большинство спектрометров /1/. На спектрометре HEPA-IP такая система была введена в эксплуатацию в начале 1998 года. В составе системы использовался VME-компьютер следующей конфигурации:

- процессорная плата CC112 (68030 + 68881, 20 Мбайт);
- сетевая плата - CC126 (Epr 10i);
- графический контроллер CC143 (1280x1024, 8 бит) вместе с монитором, клавиатурой и мышью;
- диски, стример;
- VDAD - для контроля аналоговых параметров;
- блоки DAQ, контроллер шаговых двигателей и другие блоки, разработанные в лаборатории.

В качестве программного обеспечения на спектрометре была установлена операционная система реального времени OS-9 (версия 2.4), а в качестве системы управления - адаптированная версия программного комплекса HCBP/СКАТ /2/.

Дальнейшее развитие этого программного комплекса для других спектрометров происходило уже на новой базе. В качестве VME-компьютера использовался компьютер фирмы Eltec (процессорный блок E17 на основе процессора 68040, память 16-64 Мб, диск 2-6 Гб, сетевой контроллер 10 Мб/сек). На нем была установлена новая версия ОС (3.03), не полностью совместимая со старой версией. Новый программный комплекс получил название SONIX /3/.

К тому времени, когда появилась возможность заменить устаревший VME-компьютер на HEPA-IP, прогресс вычислительной техники с одной стороны, и моральное старение компьютеров на базе E17, а также медленное развитие операционной системы Os-9, с другой стороны, привели к необходимости изменения направления модернизации. Было принято решение, вместо замены процессорного блока VME на более мощный, использовать внешний компьютер (PC или другие), подсоединенный к крейту VME с помощью VME-PCI адаптера /4, 5/. После такой операции крейт VME из самостоятельного компьютера превращается в сложный контроллер, управление которым полностью возложено на внешний компьютер. Такой подход позволяет сохранить уже созданные аппаратные блоки в формате VME, хотя и требует замены программного обеспечения.

В качестве тестового спектрометра для практического опробования нового подхода был выбран HEPA-IP.

Стратегия выполнения решения задачи

Замена компьютера предполагает не только замену управляющего программного обеспечения, но и платформы – операционной системы. После всестороннего анализа и дискуссии из двух альтернатив Linux – Windows была выбрана

вторая. Во-первых, в этой системе средства разработки программного обеспечения существенно более продвинуты, и, следовательно, можно ожидать более быстрой разработки новой системы. Во-вторых, эта система более привычна пользователям ЛНФ.

Общую задачу было решено выполнить в три этапа:

- реализация локального управления;
- разработка полной локальной версии;
- добавление удаленного управления.

Windows часто критикуется за недостаточную устойчивость, поэтому на первом этапе на PC предполагалось перенести не весь управляющий комплекс, а только его интерфейсную часть /3/, сохранив часть комплекса, управляющую оборудованием (так называемые *резиденты*) на VME-компьютере. Таким образом, на этом этапе в работе системы должны использоваться оба компьютера, схема взаимодействия которых представлена в следующем разделе. *Полная локальная версия* должна включать в себя весь управляющий комплекс за исключением средств обеспечения удаленной работы. Наконец, на третьем этапе разработка завершилась.

Перед первым этапом существовавшая система управления была заменена на более современный вариант в составе VME-компьютера формы Eltec (E17), к которой через адаптер Model 617 фирмы SBS был подключен персональный компьютер (P4 – 1.3GGz, 256Mb, Windows XP). Адаптер предоставляет возможность прямого обращения из программы на PC к окну в адресном пространстве VME, и наоборот. Кроме того, он содержит dual port memory (DPM) 128 kb. Общий вид системы приведен на рисунке 1.

Разработка локальной версии

В системе из двух компьютеров основным является VME, поскольку на нем работают программы непосредственного управления установкой. PC с интерфейсными программами может быть временно выключен или перезапущен в необходимых случаях, что не влияет на сам процесс измерений. Более того, в этой версии сохраняется возможность стандартного управления в системе SONIX через графический интерфейс в системе X Window /5/, поскольку оба варианта управления работают независимо.

Схема взаимодействия компьютеров приведена на рисунке 2. Напомним, что программы управления узлами установки (резиденты) взаимодействуют друг с другом и с программами, реализующими интерфейс пользователя на VME (на схеме не показаны) через базу данных реального времени. Все запросы к этой базе данных обслуживаются отдельной задачей Varman /6/. Со стороны PC были разработаны аналоги интерфейсов SONIX, а также задача, аналогичная Varman (WinVarman) /7/, которая управляет как бы копией базы данных на PC. Для связи компьютеров предложен протокол взаимодействия между базами данных через два циклических буфера в DPM. Протокол включает операции чтения/записи пе-

ременных из/в базы(у) данных, а также передачи файлов из VME в PC. Последняя возможность использована для передачи файлов протокола, конфигурации спектрометра, скрипта и проч. Для обслуживания протокола составлены две служебные задачи DMPг и DPMгPC.

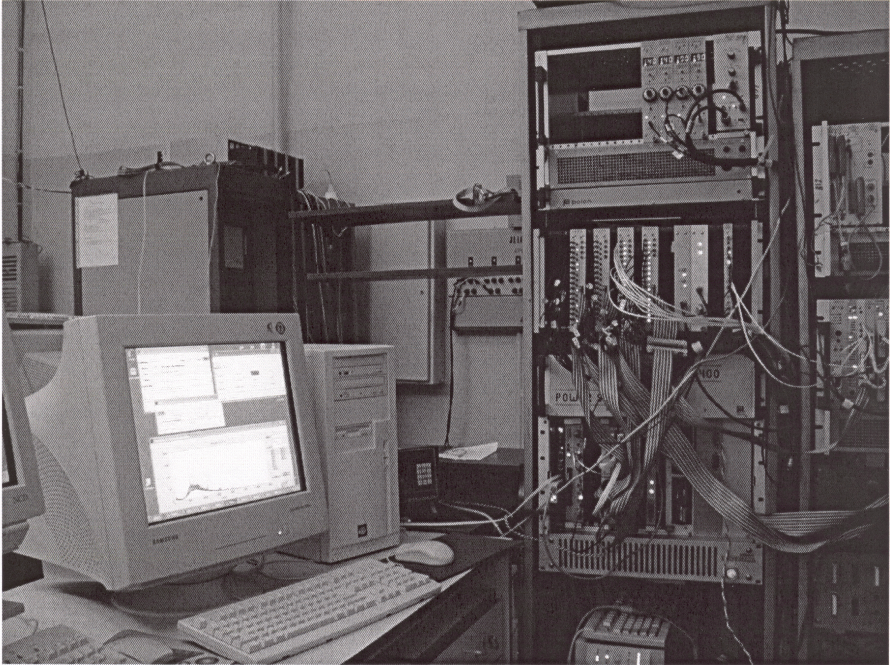


Рис. 1. Общий вид системы управления спектрометром НЕРА-ПР с использованием VME-PCI адаптера

Интерфейс трансформирует каждую команду пользователя в значение соответствующей переменной. Это значение записывается в базу данных на PC и в приемный буфер VME. Программа DPMг извлекает новое значение переменной и вносит соответствующее изменение в базу данных на VME. При этом Varman автоматически извещает все программы, “заинтересованные” в изменении этой переменной.

В свою очередь программе DPMг через конфигурационный файл сообщается список переменных, в которых “заинтересованы” интерфейсы на PC. При задании значений этих переменных DPMг получает сообщение от Varman’a и помещает соответствующую команду во входной буфер PC. Эта команда выполняется программой DPMгPC, которая выполняет соответствующее изменение в базе данных PC. Информирование “заинтересованных” интерфейсов производится автоматически.

Отметим, что синхронизация обращений к входному буферу VME выполняется с помощью mutex'a. Для входного буфера PC синхронизации не требуется, поскольку с этим буфером работает только одна задача.

Протокол, описанный выше, используется только для связи интерфейсов с резидентами. Для нужд online-визуализации спектры из инкрементной памяти читаются через адаптер напрямую, а не через DPM.

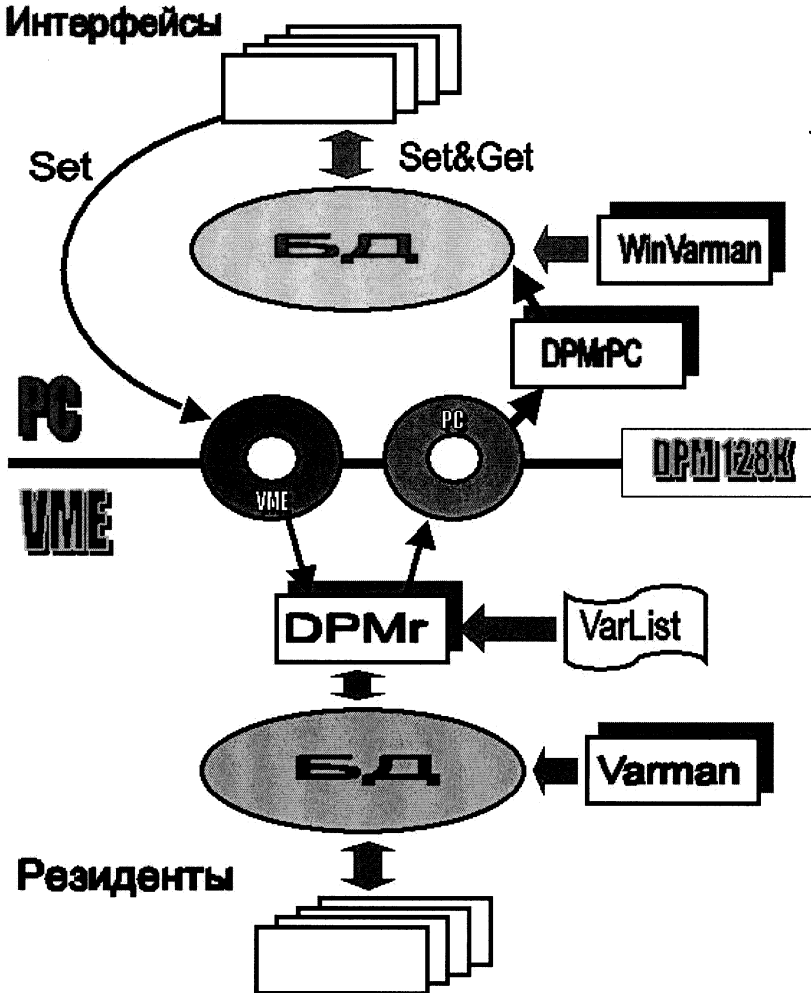


Рис. 2. Схема взаимодействия VME и PC

Новый пользовательский интерфейс

При разработке нового пользовательского интерфейса использовалась интегрированная среда Borland C++ Builder 5.0. Мы стремились обеспечить максимальное внешнее подобие существующему интерфейсу в X Window для облегчения работы пользователей. Это в основном удалось, хотя набор и свойства визуальных компонентов Borland сильно отличается от набора виджетов Athena. Общий вид интерфейса приведен на рисунке 3.

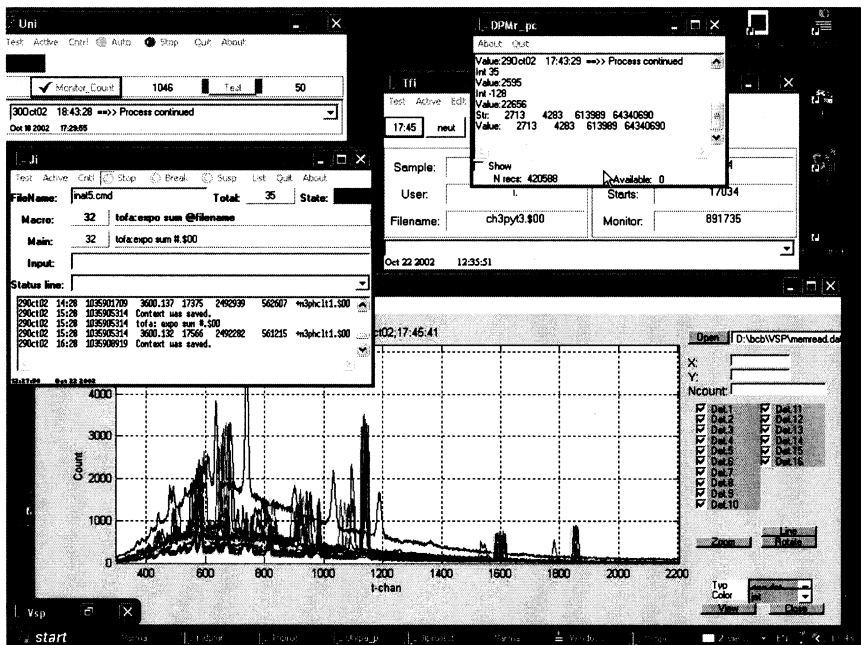


Рис.3. Общий вид графического интерфейса на PC

Наиболее серьезные проблемы возникли при использовании WinVarman'a, который спроектирован на Visual C++ 6.0. При попытке вызвать из интерфейса дополнительную форму в качестве реакции на получение сообщения о событии, связанном с интересом к какой-либо переменной. Эта дополнительная форма вызывается и правильно обрабатывается, но возврат в основную форму не выполняется корректно. По всей видимости, это связано с тем, что Borland C++ Builder не поддерживает многопоточность в приложении, как это делает Visual C++. Мы обошли эту проблему, введя дополнительное поле в основную форму.

Дистанционное управление экспериментом

Хотя реализация дистанционного управления экспериментом предполагалась только на третьем этапе разработки, возможности Windows XP позволили нам снять актуальность этой проблемы раньше. Для этого мы воспользовались механизмом Remote Desktop, который встроен в Windows XP professional. Этот механизм позволяет с удаленной машины, на которой тоже установлена Windows XP, переключать “экран” дисплея управляющей машины на себя и работать с ней как с ее локального монитора. Тот факт, что данный механизм не позволяет вести одновременную работу двум пользователям (они могут работать только по очереди), не является существенным ограничением. В каждый момент времени управление установкой должно вестись только из одного места, а число переключений не ограничено. Практика эксплуатации Remote Desktop на НЕРА-ПР показала, что пользователи довольны этим механизмом, хотя скорость реакции системы, особенно при большой загрузке сети, несколько снижается.

Изменение скрипта

Анализ программ измерений на НЕРА-ПР (скриптов), подготовленных пользователями, позволил для этого спектрометра разработать библиотеку процедур (макрокоманд), которая существенно сокращает размер скрипта и упрощает внесение в него изменений. В этом скрипте пользователь должен отредактировать ряд параметров (образец, имя файла и проч.), а также задать число измерений. При необходимости пользователь может самостоятельно дополнить состав библиотеки, а содержание процедур - откорректировать. Полный текст библиотеки приведен в приложении.

```
;
;   NERA-PR sample program
;   Author Kirilov A.S.
;   6.03.03
;
#lib nera.lib           ;open macro library
;
ntest                   ;test clients to be in auto mode
;
unipa_start             ;start unipa
;
tofa_init (i.natkaniec, test, air, 3600) ;(username, filename,
samplename, exptime)
;
measure (20)           ; start measure cycle 20 times
;
; end of program
;
```

Рис. 4. Типовая программа НЕРА-ПР

Чтение данных с VME на PC

Обработка данных измерений со спектрометра НЕРА-ПР выполняется на PC с помощью программы, разработанной самими физиками. Для облегчения процесса копирования файлов с VME на PC была разработана программа VDC. Эта программа позволяет не только копировать файлы по ftp-протоколу, но выполнить при этом необходимое изменение форматов данных. В частности, для НЕРА-ПР производится автоматическая перекодировка из 32-разрядных целых чисел в формате VME в числа с плавающей запятой в формате PC. Программа снабжена удобным интерфейсом и автоматически запоминает последний режим работы. Примерный вид программного интерфейса VDC приведен на рисунке 5.

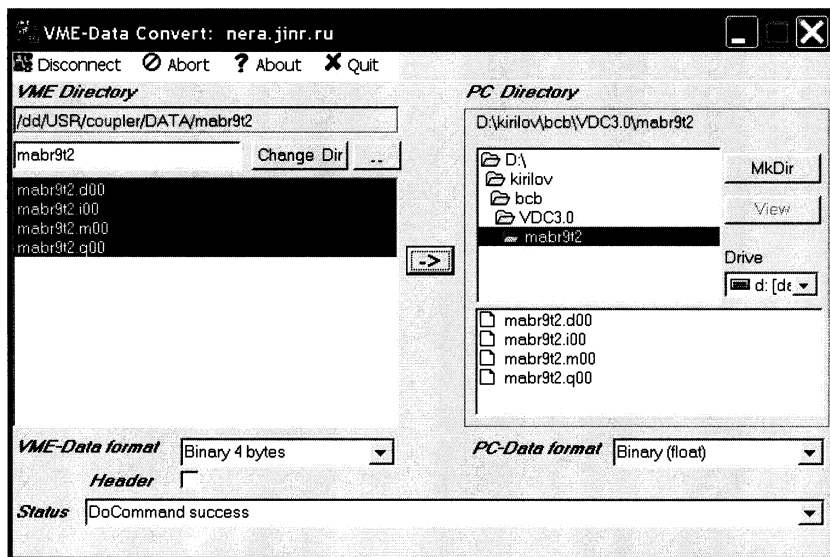


Рис.5. Примерный вид пользовательского интерфейса программы VDC

Результаты испытаний

Комбинированная система управления спектрометром НЕРА-ПР была предоставлена пользователям в опытную эксплуатацию с конца октября 2002 года и находилась в работе до остановки реактора в феврале 2003 года, то есть в течение пяти полных циклов измерений, причем управляющий PC практически не включался на протяжении полугода.

Можно отметить положительные моменты, выявленные в ходе опытной эксплуатации:

- стабильную работу всей аппаратной части – компьютера и адаптера;

Приложение. Библиотека макрокоманд для НЕРА-ПП

```
----- nera.lib -----  
; Author: Kirilov A.S.  
; 6.03.03 - creation  
-----  
#proc ntest  
tofa: test  
unipa: test  
-----  
#proc unipa_start  
unipa: condition monitor_count test  
unipa: tout 4  
unipa: start  
-----  
#proc tofa_init (user, file, sample, time)  
#set @filename #.$00  
tofa: flagon neutrons  
tofa: user %1  
tofa: sample %3  
tofa: open_prot %2.txt  
tofa: file %2  
tofa: time %4  
-----  
#proc measure (ncycles)  
#save_context  
#repeat %1  
tofa: expo sum @filename  
#save_context  
#end  
;
```

- стабильную работу системы Windows XP и созданного программного обеспечения;
- достаточность Remote Desktop, встроенного в Windows XP, для обеспечения удаленного управления спектрометром на начальном этапе работ;
- повышение комфортности работы пользователей за счет использования более привычного программного окружения на PC сравнительно с VME.

Важно отметить, что если в первом цикле опытной эксплуатации пользователи предпочитали управлять спектрометром с помощью привычного интерфейса на X терминале, то в последнем цикле, длившимся три недели, они полностью перешли на новый вариант, а старая версия интерфейса даже не запускалась.

Следует также упомянуть и проблемы, возникшие в ходе разработки. Некоторая несогласованность программных окружений, создаваемых Borland C Builder и Visual C, уже упоминалась. К сожалению, и при попытке использовать Borland C Builder для составления программ, работающих с адаптером, также возникали «таинственные» эффекты, приводящие к зависанию Windows. Все это вызывало сомнение в целесообразности использования вышеупомянутых систем фирмы Borland для разработки программ нижнего уровня. Однако мы не собираемся отказываться от этих продуктов для разработки вспомогательных программ и, возможно, графического интерфейса с пользователем.

Заключение

Полная разработка системы управления спектрометром не завершена, необходимо выполнить часть работы, отнесенной на этапы 2 и, возможно, 3. Тем не менее, и в нынешнем виде новая система получила признание пользователей. Выполненная часть работ и опытная эксплуатация системы позволили накопить практический опыт и переосмыслить первоначальные намерения. На НЕРА-ПР планируется перенести систему управления на PC полностью и отказаться от программного обеспечения под Os-9 до конца 2003 года.

Авторы благодарны В.И.Приходько за поддержку работы, а физикам из группы И.Натканца за терпение и практическую помощь.

Литература

1. <http://nfdfn.jinr.ru/neoks/>
2. A.S.Kirilov , J.Heinitz. Using X11 to create VME based neutron spectrometer accumulation, control and supervising system (features and experience). //Proc. of the DANEF-97, Dubna, June 2-4, E10-97-272, JINR, Dubna, pp.313-320.
3. A.S. Kirilov. Current State and Perspectives of the IBR-2 Instrument Control Software.//Proc. of DANEF-2000, Dubna, June 5-7 ,E10-2001-11, pp.206-211.
4. http://www.sbs.com/computer/products/cp_pci_vme_hp.shtml
5. A.S. Kirilov. Current state of the SONIX – the IBR-2 instrument control software and plans for future developments. New Opportunities for Better User Group Software, 4-6.11.02, NIST, Gaithersburg, USA. <http://arXiv.org/abs/cs.HC/0210014>
6. А.С. Кирилов, В.Е. Юдин. Реализация базы данных реального времени для управления экспериментом в среде MS Windows. Препринт ОИЯИ Р13-2003-11, Дубна. 2003. 6с.
7. M.N. Schipper. The Real-time Database solution IRI. Proc. of the DANEF'97, Dubna, June 2-4, E10-97-272, JINR, Dubna, pp. 288-294.

Получено 8 апреля 2003 г.

Кирилов А. С. и др.

P13-2003-63

Программное обеспечение спектрометра НЕРА-ПР: опыт использования адаптера VME-PCI

В работе подведены промежуточные итоги модернизации системы управления спектрометром НЕРА-ПР на основе применения VME-PCI адаптера. Основное внимание уделено программному обеспечению новой системы. Описаны его структура, новый пользовательский интерфейс, способ дистанционного управления экспериментом. Опытная эксплуатация в течение полугодя показала устойчивость работы новой системы и ее привлекательность для пользователей.

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

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 2003

Перевод авторов

Kirilov A. S. et al.

P13-2003-63

The NERA-PR Instrument Control Software:
Experience of Using the VME-PCI Adapter

The intermediate results for modernization of the control system for the NERA-PR instrument on the base of a VME-PCI adapter are considered. The article is mostly devoted to the software of the new system. The structure, the new user interface and the method for remote control are described. A half-year testing showed that the new system is reliable and is attractive for the users.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 2003

Редактор *М. И. Зарубина*
Макет *Н. А. Киселевой*

Подписано в печать 21.05.2003.

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

Усл. печ. л. 0,62. Уч.-изд. л. 0,83. Тираж 305 экз. Заказ № 53904.

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

E-mail: publish@pds.jinr.ru

www.jinr.ru/publish/