

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

96-265

P13-96-265

А.В.Красноперов, В.В.Терещенко

НОВАЯ ПРОГРАММА СБОРА ДАННЫХ
ДЛЯ ДРЕЙФОВЫХ КАМЕР
НЕЙТРИННОГО ДЕТЕКТОРА **ИФВЭ—ОИЯИ***

Направлено в журнал «Приборы и техника эксперимента»

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда
фундаментальных исследований (96-02-18562а)

1996

1. ВВЕДЕНИЕ

Нейтринный детектор ИФВЭ-ОИЯИ (НД) [1,2] состоит из мишени-калориметра, окруженного магнитной оболочкой, и мюонного спектрометра. В состав установки входят 102 дрейфовые камеры ОИЯИ (ДК ОИЯИ), размером 4×2 м, которые образуют 51 плоскость (16 м^2 каждая). Конструкция и характеристики ДК ОИЯИ подробно описаны в работе [3].

С декабря 1993 г. на нейтринном пучке ускорителя протонов У-70 ИФВЭ (Серпухов) проводится эксперимент по поиску осцилляций нейтрино $\nu_e \leftrightarrow \nu_\mu$ в инклюзивной постановке. В результате проведения двух сеансов на мишень было сброшено 2.2×10^{18} протонов. Предварительные результаты обработаны и опубликованы [4].

С целью получения более высокой точности на пределы параметров осцилляций электронного нейтрино эксперимент был продолжен в 1996 году. Однако по причине длительной эксплуатации (более 10 лет), из-за сильного физического износа ЭВМ СМ-4, осуществлявшей сбор on-line информации с ДК ОИЯИ, эффективность работы заметно снизилась. Частые поломки и трудность ремонта этой ЭВМ поставили вопрос о прекращении её дальнейшей эксплуатации. Поэтому при подготовке к третьему сеансу нами была заменена морально устаревшая ЭВМ СМ-4 на персональный компьютер IBM PC-AT и написана новая программа сбора данных.

2. СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ С НЕЙТРИННОГО ДЕТЕКТОРА ИФВЭ-ОИЯИ

Сбор данных с НД в настоящее время осуществляют три ЭВМ (рис.1). Для работы с жидкостными сцинтилляционными счетчиками используется СМ-4 (1), для работы с дрейфовыми камерами ИФВЭ, общего сбора и записи всей информации с НД на магнитофон - СМ-4 (2), а для работы с ДК ОИЯИ - IBM PC-AT (1). Работа всего детектора во время сеанса оперативно контролируется на IBM PC-AT (2) [8].

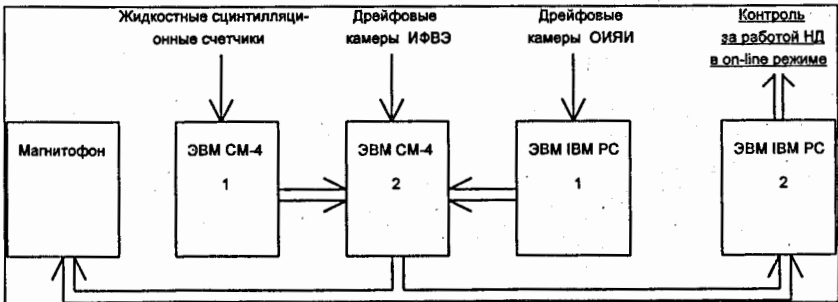
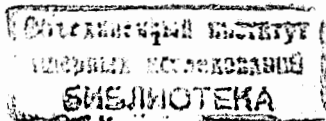


Рис. 1. Схема сбора данных с нейтринного детектора

В данной работе подробно рассмотрена система сбора данных с ДК ОИЯИ.



3. РЕГИСТРИРУЮЩАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

В состав одной дрейфовой камеры ОИЯИ входят 32 сигнальные проволочки; таким образом, одна регистрирующая плоскость содержит 64 проволочки, а полное число регистрационных каналов ДК ОИЯИ равно 3264 (51 плоскость). Сигналы с проволочек поступают на предусилители и записываются в блок измерения времени (Т) и блок позиционного кода сработавшей проволочки (N) [5]. Для записи всей информации, поступающей от одной камеры, необходимо четыре блока N и один блок Т (одна группа), а для обработки информации со всех ДК ОИЯИ необходима 51 группа блоков. Так как блоки изготовлены в стандарте ВЕКТОР, то группы набраны в крейты по 4, а крейты объединены в ветви по 7. Всего в состав установки входят 12 крейтов с группами и один тестовый крейт, объединенные в две ветви. Управление каждым крейтом осуществляется контроллером крейта К-37 [6], а ветвью - контроллером ветви ВД-РС [7].

4. ПРОГРАММА ON-LINE

Программа сбора данных осуществляет:

- 1) опрос групп электроники и временное сохранение прочитанных данных в оперативной памяти ЭВМ,
- 2) пересылку данных на СМ-4,
- 3) контроль работы электроники, проверку принимаемых данных,
- 4) выдачу сообщений о невозможности выполнения определенных действий (пересылка данных, чтение групп),
- 5) отображение принятой и обработанной информации на экране монитора для контроля работы ДК ОИЯИ и регистрирующей электроники в режиме on-line.

На рис. 2 изображен граф работы программы.

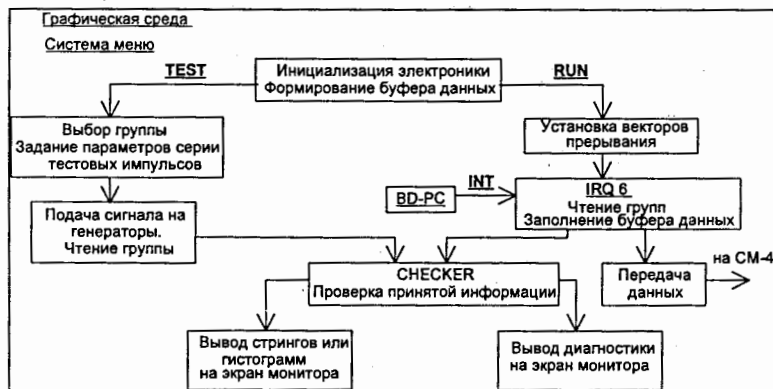


Рис. 2. Структура программы

После запуска программы происходит инициализация контроллеров ветви ВД-РС и контроллеров крейтов. Создаются объекты Crate и Group, внутри которых распределяется память под принимаемые данные с блоков и хранится обрабатываемая информация, выделяются массивы памяти для накопления гистограмм.

Для удобства отображения и контроля принимаемой информации производится переключение монитора в графический режим EGAHI (640x350 пикселей, 16 цветов).

Программа сбора данных и контроля за аппаратурой ДК ОИЯИ написана на языке С++ (BORLAND 3.1).

Установка работает в трех основных режимах:

- 1) режим теста, необходимый для проверки работоспособности регистрирующих каналов,
- 2) режим калибровки с использованием космических мюонов,
- 3) режим набора данных при работе на нейтринном пучке.

Второй и третий режимы отличаются друг от друга только типом внешнего триггера (см. ниже), поэтому в программе предусмотрена работа в двух основных режимах - режим теста электроники и режим набора статистики.

Дальнейшая работа с программой происходит в режиме интерактивного меню.

5. РАБОТА В РЕЖИМЕ ТЕСТА

Для тестирования электронных каналов установки от предусилителя до блоков Т и N используется подпрограмма TEST.



Рис. 3. Схема тестового триггера

После выбора тестируемой группы на входы предусилителей соответствующей камеры подается тестовая серия импульсов, число, длительность, амплитуда и интервал между которыми задаются из меню программы.

Сигнал тестового триггера генерируется ЭВМ (рис.3) и через размножитель-формирователь приходит на генератор серии и генератор тестовых импульсов. Тестовые сигналы поступают на усилители-формирователи и записываются в блоки Т и N, которые запускаются генератором серии. Производится чтение информации из памяти блоков Т и N, и начинается ее анализ функциями класса CHECKER. На экране монитора отображается количество импульсов, зарегистрированных каждым каналом

по информации с блоков N. По информации с блока T проводится восстановление времен срабатывания по каждому каналу. Пример работы программы представлен на рис. 4.

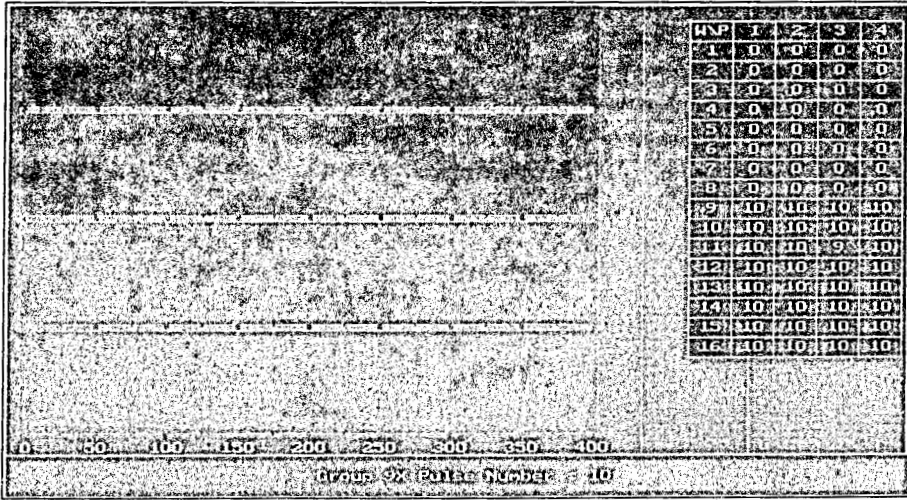


Рис. 4. Представление результатов теста на экране монитора.

Справа показано количество зарегистрированных импульсов по каждому каналу, слева на графике точками изображены времена прихода импульсов (по оси X). Номер канала отложен по оси Y. Нумерация блоков N сверху вниз. В приведенном примере тестовая серия из 10 импульсов подавалась на 9-16 предусилители

6. РАБОТА В РЕЖИМЕ НАБОРА СТАТИСТИКИ

В отличие от тестового режима, остальные режимы используют внешний триггер (рис.5). Сигнал соответствующего триггера ("1 банч", "космика") приходит на схему совпадений с сигналом HV-GATE, наличие которого показывает, что на камеры подано высокое напряжение. Сигнал совпадения запускает генератор серии, который, в свою очередь, запускает блоки T и N.

Импульс "4096" генератора серии обнуляет генератор серии и подается на вход "D" контроллера K-37 первого крейта первой ветви. BD-PC программируется таким образом, что по сигналу требования (D) вырабатывает запрос прерывания для PC. Длительность сигнала D должна лежать в интервале от 10 до 100 мкс.

После прихода прерывания от BD-PC запрещаются все прерывания и начинается последовательное чтение данных из памяти блоков. Когда чтение завершено, выставляется флаг наличия новых данных, который сбрасывается после проверки и пересылки данных, и производится обнуление всех крейтов командами Z и C.

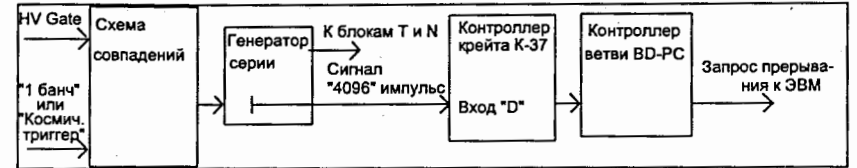


Рис. 5. Схема космического триггера и триггера по сигналу "1 банч"

При чтении данных осуществляется контроль за работой аппаратуры и выдается информация об ошибке, если чтение невозможно. Программа выдает сообщение о номере такого крейта и прерывает его опрос. Ошибочные данные с этой группы не передаются на СМ-4 и не обрабатываются программой.

При наличии флага разрешения на передачу начинается передача данных на СМ-4 по параллельному 8-битному порту. СМ-4 записывает их на магнитную ленту для последующей off-line обработки и передает на IBM PC-AT(2) для детального контроля работы всего детектора. В случае нарушения связи с СМ-4 через 3 секунды происходит прерывание передачи, генерируется сообщение об ошибке (time out), и программа продолжает работу по набору данных. После удачной передачи устанавливается флаг и выводится сообщение об успешной передаче и количестве переданных слов. Данные передаются по следующему протоколу: первое слово (16 bit) - размер передачи в байтах, затем все данные, формат записи которых приведен в приложении 1, и последний байт - "check сумма" (сумма всех байтов по модулю 2).

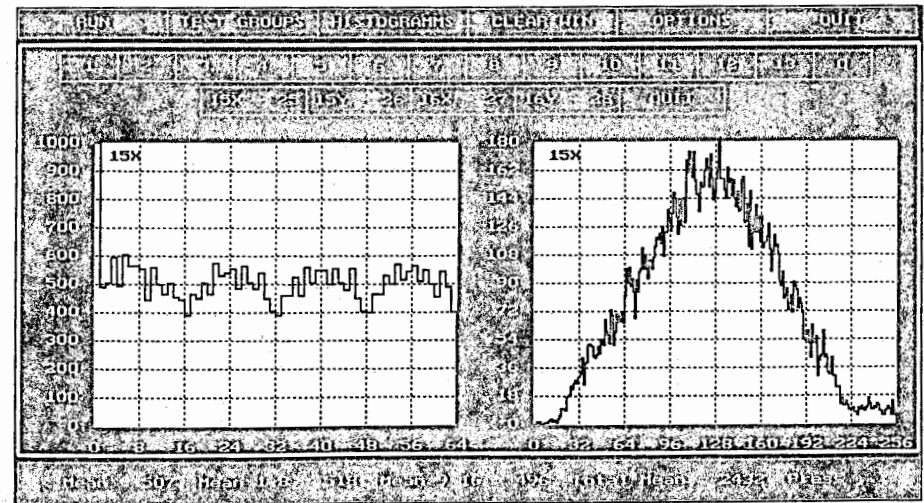


Рис. 6. Пример распределения числа срабатываний проволочек в камере (левая гистограмма, по оси X - номер проволочки, по оси Y - число срабатываний этой проволочки) и временное распределение по всем проволочкам в камере (правая гистограмма, по оси X- время в отсчетах блока T)

Функции класса CHECKER производят проверку принятой информации с группы и, для контроля за работой камер, заполняют массивы времен и срабатываний проволочек (числа хитов) в течение всего периода набора данных статистики. На рис. 6 представлены примеры этих гистограмм.

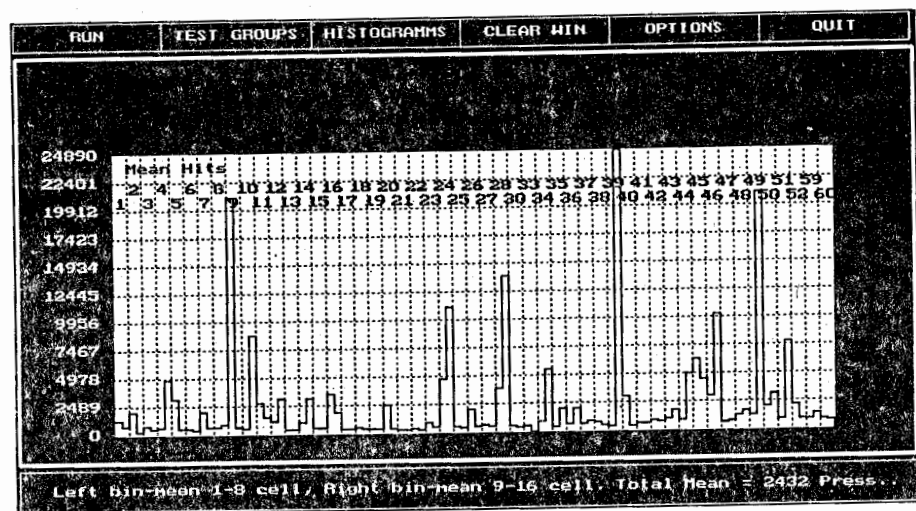


Рис. 7. Среднее значение срабатываний проволочек в камерах (по оси X - номер камеры)

Для удобства контроля за работой камер производится восстановление стрингов в камере, алгоритм которого описан в [9], и отображение их на второй видеостранице монитора.

На рис. 7 представлено распределение среднего числа срабатываний проволочек в камере по всем камерам. Анализ этого распределения дает возможность сравнить работу камер друг с другом.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Быстродействие и объем оперативной памяти персонального компьютера IBM PC-AT позволили создать программу, которая не только осуществляла набор статистики и пересылала данные на СМ-4 для записи на магнитную ленту, но и производила проверку принятой информации, проводила ее декодирование, накапливала необходимые гистограммы. Восстановление стрингов в режиме on-line и их отображение на экране монитора давало возможность контролировать работу камер и электроники, не прерывая набор данных. Корректная работа программы при невозможности выполнения определенных действий (например, чтения данных с

крейта) и выводимые об этом сообщения позволяли дежурному устранять возникавшие неисправности, не прерывая набор.

Удобная система меню и наглядное представление результатов теста позволяли быстро тестировать регистрирующие каналы и вовремя заменять неисправные модули.

Программа сбора данных с ДК ОИЯИ была испытана и работала в течение всего третьего сеанса на ускорителе, проведенного в марте-апреле 1996 года. Суммарное время работы составило примерно 720 часов. Сеанс показал надежность работы программы.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ФОРМАТ СОБЫТИЯ, ПЕРЕДАВАЕМОГО С ДК ОИЯИ НЕЙТРИННОГО ДЕТЕКТОРА ИФВЭ-ОИЯИ.

Принят следующий формат записи события, представленный на рис. 8 и 9:

0	Длина передаваемого события (в байтах)
1	Тип события TypeEvent = 1 (для Дубны)
2	Номер гуп
3	Зарезервировано
4	Номер события (первое слово)
5	Номер события (второе слово)
6	Идентификатор 0x008
7	Указатель на начало данных с групп IP
IP	Данные групп
...	...

Рис.8. Формат заголовка события

1	Длина группы
2	Номер группы
3	Длина записи с блока T (включая 0 терминатор)
4	Длина записи с блока N1 (включая 0 терминатор)
5	Длина записи с блока N2 (включая 0 терминатор)
6	Длина записи с блока N3 (включая 0 терминатор)
7	Длина записи с блока N4 (включая 0 терминатор)
8	Значение внутреннего счетчика блока T
9	Первое слово данных блока T
...	...
...	Последнее слово данных блока T
...	0 - нуль-терминатор
...	Первое слово данных блока N1
...	...
...	Последнее слово данных блока N1
...	0
...	...
...	Первое слово данных блока N4
...	...
...	Последнее слово данных блока N4
...	0

Рис. 9. Формат записи данных группы

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] - *Vinyatov S.A. et al.* Proceed. of Inter. Conf. "Neutrino'82", v.2, p.249. Balatonfüred, Hungary, 1982.
Барабаш Л.С. и др. В кн.: Материалы III рабочего совещания по нейтринному детектору ИФВЭ-ОИЯИ. ОИЯИ, Р1,2, 13-83-81, Дубна, 1983, стр. 7.
- [2] - *Аникеев В.Б., Борисов А.А., Вовенко А.С. и др.* Препринт ИФВЭ 93-28, Протвино, 1993.
Королева Т.К., Мухин С.А., Спиридонов А.А. Препринт ИФВЭ 89-100, Серпухов, 1989.
- [3] - *Барабаш Л.С. и др.* В кн.: Материалы V рабочего совещания по нейтринному детектору ИФВЭ-ОИЯИ. ОИЯИ, Д1,2, 13-84-332, Дубна, 1984, стр. 108-116.
- [4] - *Borisov A.A. et al.*, Phis. lett. B369 (1996) p.39-45.
- [5] - *Голутвин И.А., Замятин Н.И. и др.* Препринт ОИЯИ, 13-83-828, Дубна, 1983.
- [6] - *Бушин Ю.Б., Денисенко А.А., Дунайцев А.Ф., Рыбаков В.Г.* Препринт ИФВЭ 77-54, Серпухов, 1977.
- [7] - *Горбунов Н.В., Карев А.Г., Халас В.* Препринт ОИЯИ Р11-87-521, Дубна, 1987.
- [8] - *Денисов О.Ю., Казаринов М.Ю., Карев А.Г., Прахов С.Н.* В кн.: Материалы XI рабочего совещания по нейтринному детектору ИФВЭ-ОИЯИ. ОИЯИ, Д1-90-144, Дубна, 1990, стр. 61.
- [9] - *Курбатов В.С., Ососков Г.А., Прахов С.Н., Чернов Н.И.* В кн.: Материалы VIII рабочего совещания по нейтринному детектору ИФВЭ-ОИЯИ. ОИЯИ, Д1,2, 13-88-90, Дубна, 1988, стр. 175.

Рукопись поступила в издательский отдел
18 июля 1996 года.

Красноперов А.В., Терещенко В.В. P13-96-265
Новая программа сбора данных
для дрейфовых камер нейтринного детектора ИФВЭ—ОИЯИ

Работа содержит описание новой программы сбора данных для дрейфовых камер нейтринного детектора ИФВЭ—ОИЯИ. Программа осуществляет сбор on-line информации с дрейфовых камер ОИЯИ, контролирует регистрирующую электронику, производит декодирование принимаемых данных и отображение обработанной информации на экране монитора. Описана работа программы в режиме теста и в режиме набора статистики. Программа была успешно испытана и работала более 720 часов в сеансе на ускорителе весной 1996 года.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 1996

Перевод авторов

Krasnoperov A.V., Tereshchenko V.V. P13-96-265
New Data Acquisition Program
for IHEP—JINR Neutrino Detector Drift Chambers

The paper contains a description of a new data acquisition program for IHEP—JINR neutrino detector drift chambers. The program collects on-line information from the drift chambers, controls detecting devices, decodes accepted data and demonstrates them on the monitor. The program work in test and statistics collecting regimes is described. The program was successfully tested and run over 720 hours during the spring 1996 experiment on accelerator.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 1996