

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

4081/83

P13-83-145

8/8-83

Л.С.Вертоградов, Т.А.Ломтадзе, Б.А.Хоменко,  
Г.А.Шелков

**ВЫСОКОВОЛЬТНАЯ СИСТЕМА УСТАНОВКИ РИСК**  
Настройка и контроль  
параметров высоковольтной системы

Направлено в журнал "Приборы и техника эксперимента"

1983

На пучке частиц серпуховского ускорителя работает магнитный спектрометр Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ - установка РИСК. Основой спектрометра является пятиметровая стримерная камера биполярной конфигурации <sup>1/</sup>. Для питания стримерной камеры была изготовлена и прошла испытания в ходе эксперимента по исследованию процессов множественного образования заряженных частиц <sup>2/</sup> биполярная высоковольтная система стримерной камеры <sup>3-5/</sup>. Эффективная и надежная работа спектрометра в целом во многом зависит от того, насколько успешно удастся выбрать рабочий режим стримерной камеры, а также от качества контроля основных параметров, характеризующих работу высоковольтной системы. Для решения этой задачи и была разработана описываемая методика настройки и контроля параметров высоковольтной системы питания стримерной камеры.

Блок-схема высоковольтной системы приведена на рис.1. Постоянное напряжение  $\pm 30$  кВ стандартных выпрямителей ВС-50-50 /ВС/ через систему управления и стабилизации /СУ/ высоковольтного питания стримерной камеры <sup>5/</sup> поступает в биполярный генератор импульсов напряжения /БГИН/ <sup>3/</sup>. По сигналу, выбранному системой отбора событий определенного эксперимента, срабатывает схема запуска /СЗ/, которая в свою очередь запускает БГИН. Выходными импульсами БГИН заряжается биполярная двойная коаксиальная линия - биполярный формирователь наносекундных импульсов /БФНИ/ <sup>4/</sup>, формирующий высоковольтный сигнал с амплитудой до  $\pm 400$  кВ и длительностью 18 нс. Эти сигналы поступают на высоковольтные электроды стримерной камеры <sup>1/</sup>. В узловых местах высоковольтной системы расположено до 10 датчиков, отмеченных на рисунке цифрами 1  $\div$  10, представляющих собой резисторные /1,2,4/ или емкостные /5-10/ делители высоковольтного напряжения. Коэффициенты

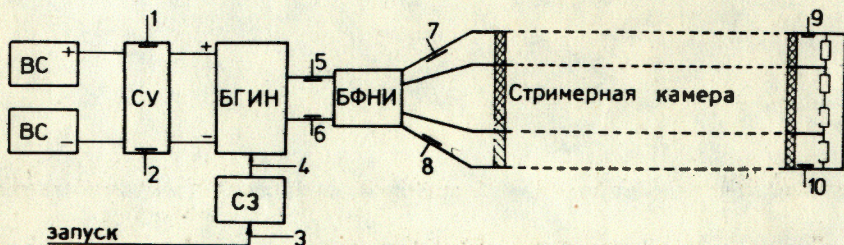


Рис.1. Блок-схема высоковольтной системы питания стримерной камеры и контроля параметров этой системы.

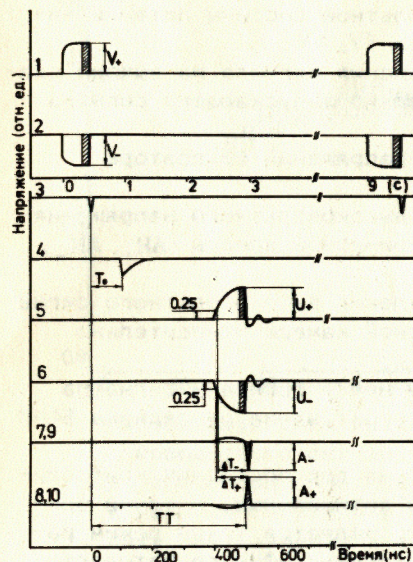


Рис.2. Временные диаграммы сигналов, поступающих от датчиков 1  $\div$  10 высоковольтной системы.

ослабления делителей -  $10^3 \div 10^4$ . Сигналы с этих датчиков поступают на входы системы измерения амплитудно-временных характеристик <sup>6/</sup>. В этой системе, собранной из блоков быстрой электроники, происходит преобразование амплитуд сигналов, характеризующих работу высоковольтной системы, и их временного расположения в аналоговую форму, пригодную для дальнейшего преобразования в цифровой код в аналого-цифровых преобразователях /АЦП/. Оцифрованная таким образом информация через аппаратуру сопряжения

в стандарте КАМАК <sup>7/</sup> поступает либо в микро-ЭВМ МККАМ <sup>8/</sup>, либо в ЭВМ ЕС-1040. Работа с микро-ЭВМ ведется при всех настройках и калибровках системы вне времени проведения эксперимента на пучке ускорителя в Серпухове. В ходе эксперимента вся информация передается в ЭВМ ЕС-1040.

Остановимся теперь более подробно на том, какие именно параметры, характеризующие работу высоковольтной аппаратуры стримерной камеры, контролируются с помощью такой системы. На рис.2 приведены временные диаграммы напряжений, поступающих с различных датчиков. От датчиков 1 и 2 поступает информация о величине напряжения  $\pm 25$  кВ на выходе схемы управления и стабилизации питания БГИН. Сигнал с датчика 3 несет в себе информацию о моменте появления сигнала запуска стримерной камеры. Поскольку сигнал запуска стримерной камеры есть логический сигнал в стандарте NIM, то датчик 3 представляет собой простой разветвитель. С датчика 4 поступает информация о времени появления сигнала на выходе схемы запуска. Датчики 5 и 6 несут информацию об амплитуде и времени появления сигналов на выходе БГИН, 7, 8 - времени появления и амплитуде сигналов на входе, а датчики 9, 10 - на выходе стримерной камеры. Измерение амплитуд ведется с помощью управляемых интеграторов <sup>9/</sup>, на диаграмме /рис.2/ заштрихованы временные диапазоны, в пределах которых происходит интегрирование соответствующих сигналов.

В системе измерения амплитудно-временных характеристик на основании информации, поступающей от датчиков 1  $\div$  10, для каждого события измеряются:

- 1, 2 - напряжения высоковольтной системы питания импульсного генератора ( $V_+$ ;  $V_-$ );
- 3 - время задержки появления сигнала на выходе схемы запуска относительно запускающего сигнала ( $T_0$ );
- 4, 5 - амплитуды сигналов напряжений генератора ( $U_+$ ;  $U_-$ );
- 6, 7, 8, 9 - амплитуды сигналов высоковольтного напряжения в начале и конце стримерной камеры ( $AH_+$ ,  $AH_-$ ,  $AK_+$ ,  $AK_-$ );
- 10 - время задержки появления высоковольтного сигнала на входе стримерной камеры относительно сигнала запуска / $TT$ /;
- 11, 12 - временные интервалы между фронтами сигналов с БГИН и моментом срабатывания разрядника БФНИ ( $\Delta T_+$ ,  $\Delta T_-$ ).

Особенно хочется обратить внимание на два последних контролируемых параметра  $\Delta T_{\pm}$ . Известно<sup>4</sup>, что оптимальным, с точки зрения наибольшей стабильности амплитуды, является такой режим работы высоковольтной системы, когда разрядник БФНИ срабатывает в момент достижения сигнала с БГИН плоской вершины. Это означает, что для данной величины амплитуды сигнала с БГИН существует оптимальная величина давления в разряднике БФНИ, которая может изменяться по мере износа электродов разрядника БФНИ. Связь этих величин устанавливается экспериментально. Измеряя величины временных интервалов  $\Delta T_{\pm}$  и строя двумерные гистограммы, связывающие эти величины с соответствующими величинами амплитуд высоковольтных сигналов, поступающих на электроды стримерной камеры ( $AH_{\pm}$ ), можно быстро настроить высоковольтную систему на работу в оптимальном режиме и затем следить за его стабильностью. Справедливость этого утверждения подтверждает рис.3, на котором приведен вид двумерной гистограммы для случая оптимальной настройки /рис.3а/ и случая, когда давление газа в разряднике БФНИ слишком мало и он срабатывает на фронте сигнала генератора /рис.3б/.

Контроль работы высоковольтной системы осуществлялся с помощью микро-ЭВМ или ЕС-1040, выводящих на дисплей измеренные параметры системы и осуществляющих их минимальную /на микро-ЭВМ/или расширенную /на ЕС-1040/статистическую обработку. Во втором случае использовались как стандартные возможности программы установки РИСК в режиме он-лайн /вычисление дополнительных параметров, построение одно- и двумерных гистограмм по тестам/, так и подпрограмма HVCORR, встроенная в основную как спецпроцессор и облегчающая изложенную выше настройку системы. Работа подпрограммы HVCORR состояла в определении знака корреляции между измеренными параметрами  $AH$  и  $\Delta T$  от срабатывания к срабатыванию и занесении этой информации в заполняемые циклически буферные накопители емкостью по 32Кбит для каждой половины ВВ системы.

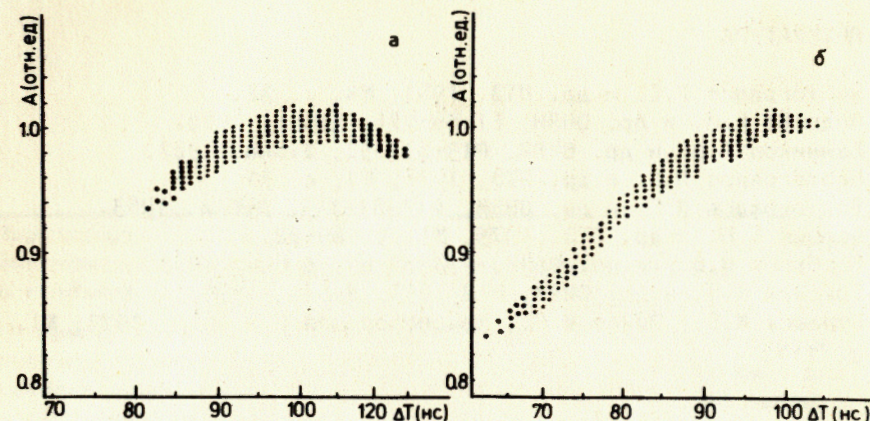


Рис.3. Двумерная гистограмма зависимости амплитуды высоковольтного сигнала / $A$ / от момента срабатывания разрядника формирователя импульса генератора Аркадьева-Маркса ( $\Delta T$ ): а/ оптимальная настройка разрядника; б/ давление в разряднике меньше оптимального.

Таким образом, в них всегда находилась информация за последние 32К срабатывания. Программа усредняет эти данные по формуле

$$C = \frac{N_+ - N_-}{N_+ + N_-}$$

где  $N_+$  и  $N_-$  - число случаев положительной и отрицательной корреляции между  $AH$  и  $\Delta T$ . В случае оптимальной настройки высоковольтной системы  $CORR = 0$ , при срабатывании формирователя преимущественно на переднем фронте импульса зарядного напряжения  $CORR > 0$ , при срабатывании на заднем фронте  $CORR < 0$ . В ходе работы программы в режиме он-лайн оператор мог сбрасывать содержимое буферных накопителей и изменять параметр  $K$ .

Созданная система контроля успешно эксплуатируется на пучке серпуховского ускорителя свыше трех лет.

В заключение считаем своим приятным долгом поблагодарить В.И.Петрухина за внимание и поддержку, З.В.Крумштейна, Н.Н.Хованского и Б.Ю.Балдина за ценные обсуждения, Ю.П.Мереква и А.Майера за помощь при работе с ЭВМ ЕС-1040 и К.Пишку за помощь при работе с микро-ЭВМ МИКАМ, Я.Яноша, А.К.Джавришвили, А.В.Банникова, А.И.Харчилову, В.И.Красина за помощь при создании и эксплуатации данной системы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вертоградов Л.С. и др. ПТЭ, 1981, №4, с. 32.
2. Андреев Е.М. и др. ОИЯИ, Е1-80-871, Дубна, 1980.
3. Банников А.В. и др. ОИЯИ, P13-83-152, Дубна, 1983.
4. Вертоградов Л.С. и др. ПТЭ, 1978, №3, с. 31.
5. Вертоградов Л.С. и др. ОИЯИ, P13-83-143, Дубна, 1983.
6. Балдин Б.Ю. и др. ПТЭ, 1975, №1, с. 69-72.
7. Горбунов Н.В. и др. ОИЯИ, P13-80-88, Дубна, 1980.
8. Гласнек К.П. и др. ОИЯИ, P10-1255, Дубна, 1979.
9. Будашов К.Г., Зинов В.Г., Краснобородов Б.С. ПТЭ, 1972, №1, с. 114.



Рукопись поступила в издательский отдел  
4 мая 1983 года.

Вертоградов Л.С. и др. P13-83-145  
Высоковольтная система спектрометра РИСК. Настройка  
и контроль параметров высоковольтной системы

Приводится описание системы настройки и контроля параметров высоковольтной системы спектрометра РИСК. Этой системой для каждого срабатывания стримерной камеры на основании данных, поступающих от десяти датчиков, расположенных в узловых местах высоковольтной системы, измеряется одиннадцать амплитудно-временных параметров. Информация поступает в ЭВМ, где обрабатывается и записывается на магнитную ленту. Описывается методика настройки высоковольтной системы на основании данных, регистрируемых ЭВМ.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Vertogradov L.S. et al. P13-83-145  
The RISK Spectrometer High Voltage System. Tuning  
and Control of High Voltage System Parameters

The system of tuning and control of high voltage system parameters of the RISK spectrometer is described. Eleven time-amplitude parameters of this system are measured and controlled. These parameters were obtained from ten resistive and capacitive probes positioned in the main places of the high voltage system. The ES-1040 computer receives, controls and transfers data to tape. The procedure of adjusting the high-voltage system with a computer processed data is described.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой.