

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

95-11

P13-95-11

О.Н.Малышев, Е.Н.Воронков, В.А.Горшков,  
А.В.Еремин, А.П.Кабаченко, Е.В.Прохорова,  
М.Л.Чёлноков

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ  
КИНЕМАТИЧЕСКИМ СЕПАРАТОРОМ  
ВАСИЛИСА НА БАЗЕ ПЕРСОНАЛЬНОГО  
КОМПЬЮТЕРА ИВМ 386

Направлено в журнал «Приборы и техника эксперимента»

1995

## Введение

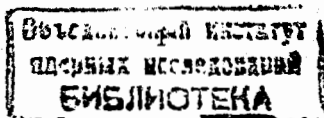
Установка ВАСИЛИСА [1] представляет собой сепаратор (рис.1) продуктов реакций полного слияния, работающий на пучке тяжелых ионов циклотрона У-400 Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ (г.Дубна). Основной функцией установки является пространственное разделение продуктов реакций полного ядерного слияния от пучка первичных ионов и фоновых частиц, а также транспортировка продуктов слияния к детектирующему модулю. С помощью сепаратора проводятся работы (например [2,3,4]) по изучению реакций горячего слияния ядер в трансурановой области, а также по исследованию характеристик ядерного распада нуклидов, удаленных от линии  $\beta$ -стабильности. Большинство интересующих реакций имеют малые сечения и, как следствие, требуют проведения долговременных экспериментов.

Большая длительность работы накладывает определенные условия на временную стабильность настройки элементов установки, от которых зависит коэффициент транспортировки продуктов ядерных реакций.

Основными контролируемыми и управляемыми элементами сепаратора являются:

- три электростатических дефлектора, обеспечивающих сепарацию частиц по электрической жесткости,
- дипольный магнит, производящий дополнительную очистку от фоновых продуктов по магнитной жесткости,
- два триплета широкоапертурных квадрупольных линз типа 20К-25-1000, являющихся фокусирующей системой сепаратора.

Отклонение токов от заданной величины для квадрупольных линз и диполя не должно превышать 0,5%. Отклонение напряжения на дефлекторах в течение эксперимента не должно превышать 1%. Питание электромагнитов осуществляется от агрегатов ВАК 1600 с улучшенной системой стабилизации тока. В высоковольтной системе были использованы источники питания РАП 150/300, обеспечивающие стабильность высокого напряжения 1%. Вследствие больших перепадов напряжения в основной электросети в дневное и ночное время используемые источники питания не обеспечивают паспортных величин временной стабильности. Для улучшения временной стабильности настройки элементов сепаратора, а также ведения протокола работы



установки и оповещения при отклонении настройки от номинального режима была разработана система контроля и управления настройкой сепаратора.

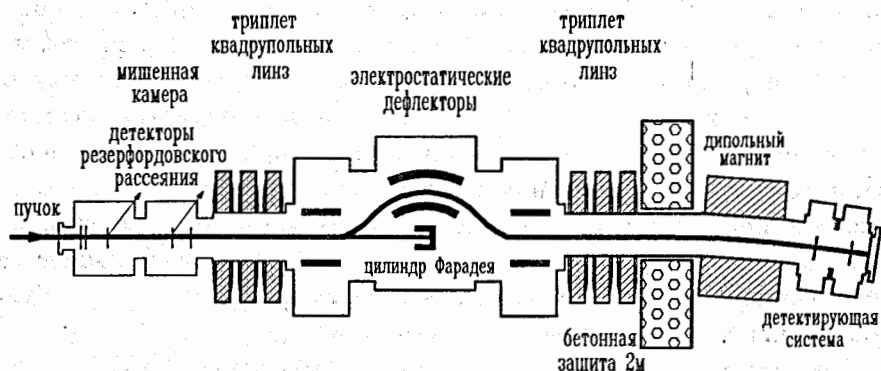


Рис.1. Общая схема установки ВАСИЛИСА

### Система контроля и управления

Система контроля и управления (в дальнейшем СКиУ) создавалась на базе персонального компьютера IBM 386 с использованием интерфейсной платы ВВ26П, контроллера крейта КК11К и функциональных блоков в стандарте КАМАК.

СКиУ позволяет осуществлять подъем и опускание напряжения на deflectорах и тока в магнитных элементах с заданным шагом, циклически (примерно раз в секунду) производить контрольное измерение напряжения и токов утечки в электростатических deflectорах, а также токов магнитов. В случае отклонения измеренной величины от номинального значения производится ее коррекция (кроме токов утечки, которые только контролируются). При самопроизвольном выключении контролируемых элементов или безрезультатности коррекции происходит звуковое и визуальное оповещение о сбое в настройке сепаратора.

СКиУ включает в себя (рис.2):

- 7 каналов измерения и управления токами квадрупольных линз и дипольного магнита,

- 3 канала измерения и управления напряжением на электростатических deflectорах,

- 3 канала измерения токов утечки в электростатических deflectорах. Система позволяет для каждого элемента сепаратора выбрать индивидуальный режим:

- элемент отключен от СКиУ;
- элемент только контролируется СКиУ, управление ручное;
- элемент контролируется и управляется системой.

Основным модулем измерения для каналов является интегрирующий 32-канальный помехоустойчивый аналого-цифровой преобразователь [5] со временем преобразования порядка 100 мс.

Контроль настройки электромагнитных линз и дипольного магнита осуществляется измерением падения напряжения на прецизионных измерительных шунтах (1500 А, 75 мВ), включенных последовательно в электрическую цепь данных элементов.

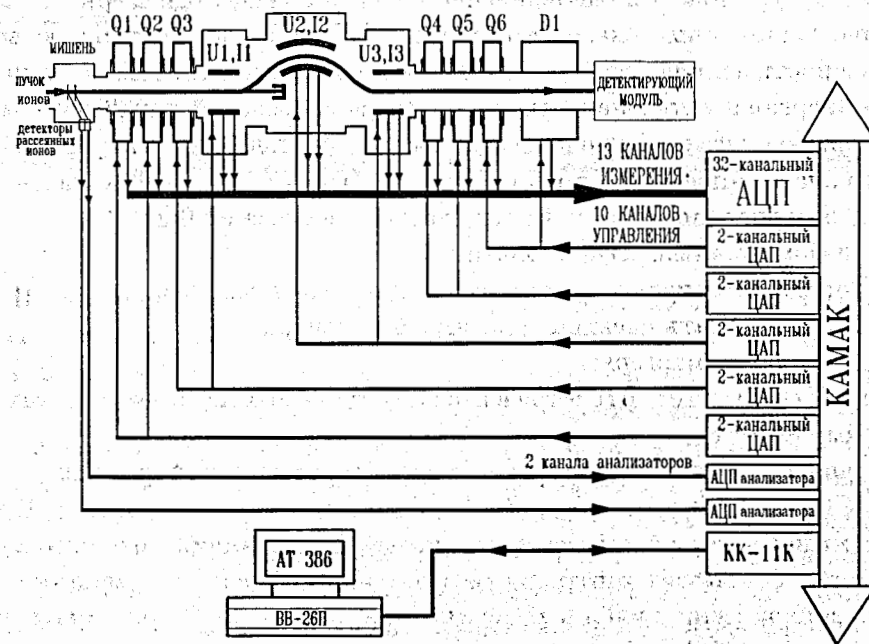


Рис.2. Функциональная схема системы автоматизации сепаратора

Измерение напряжения на пластинах электростатических deflectоров производится с делителей обратной связи, а токов утечки – из цепи измерения тока внешней нагрузки высоковольтных выпрямителей.

В качестве управляющих блоков использовано пять двухканальных цифроаналоговых преобразователей КА009 [6]. Преобразователи вырабатывают управляющее напряжение в диапазоне от 0 до 10 В с шагом 10 мВ, которое подается в схему управления блока питания соответствующего элемента сепаратора.

## Программное обеспечение

Для системы контроля и управления сепаратором на языке TurboPascal 7.0 написана программа "АУТО", позволяющая автоматизировать работу установки и одновременно накапливать два одномерных спектра. Одномерные анализаторы предоставляют дополнительную возможность в процессе эксперимента контролировать состояние мишени по энергии и интенсивности рассеянных на ней ионов, а также измерять энергию пучка ионов до и после мишени. В состав анализаторов входят два аналого-цифровых преобразователя ПА-24К [7] на 4096 каналов каждый и диапазоном амплитуды входного сигнала от 0 до 10 В.

В любом из анализаторов можно:

- управлять запуском и остановкой накопления спектра,
- просматривать спектры в разных масштабах,
- выставлять маркеры,
- вычислять сумму отсчетов в каналах, где находятся маркеры, а также сумму отсчетов между маркерами,
- записывать и читать спектры с диска в различных форматах.

СКиУ и анализаторы работают параллельно и независимо. Программная часть автоматизации использует следующий алгоритм: компьютер считывает контролируемую величину с АЦП, сравнивает ее с заданной величиной и в зависимости от результата этого сравнения передает на ЦАП управляющий код, а также сообщает о состоянии системы.

Для удобства пользователя на экране дисплея прорисовываются три окна (рис.3):

- окно автоматизации, которое отображает заданные (project) и измеренные (value) значения контролируемых параметров и разницу (error) между ними,
- окно первого анализатора, в котором прорисовывается спектр сигналов, приходящих на АЦП первого анализатора,
- окно второго анализатора.

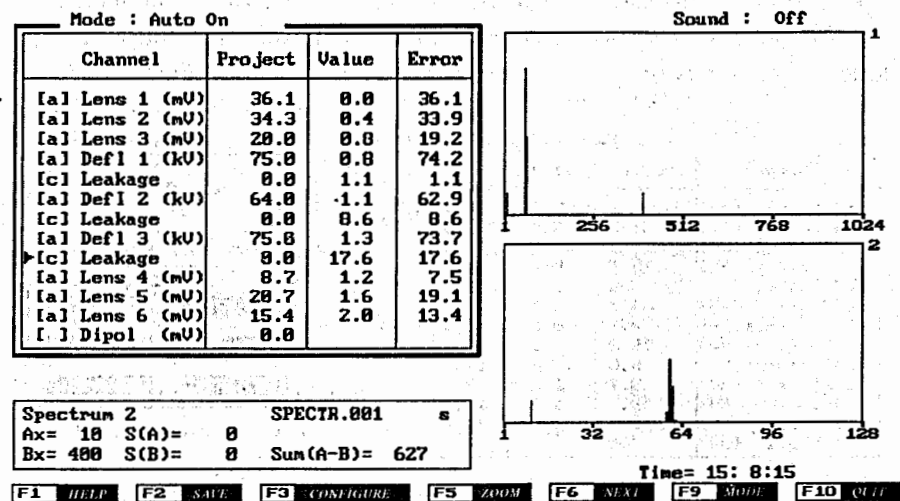


Рис.3

По желанию любое из окон можно развернуть на весь экран дисплея, при этом увеличивается информативность окна за счет выведения на экран дополнительных параметров или изображений. Например, при разворачивании на весь экран окна автоматизации (рис.4) в нем появляется мнемосхема сепаратора ВАСИЛИСА, на которой элементы, имеющие сбой в настройке, прорисовываются одним цветом, а элементы, не имеющие отклонений, – другим. Программа позволяет задавать позиции функциональных блоков в крейте, субадреса, выставлять номинальное значение контролируемого параметра, допустимую ошибку на номинальное значение параметра, шаг изменения магнитного и электрического поля при подъеме (опускании) до нужного значения. Программа периодически производит запись измеренных и заданных параметров настройки элементов сепаратора в файл данных, составляя протокол работы установки.

Особенностью звукового оповещения является использование речевого канала вывода информации. Для речевого оповещения о сбое в режиме настройки сепаратора используется звуковая карта, разработанная одним из авторов статьи<sup>1</sup>. При нарушении настройки речевым образом выдается предупреждение об отклонении от заданного режима в каком-либо элементе сепаратора. Данный вид звукового предупреждения удобен тем, что дежурный экспериментатор, не находясь непосредственно за пультом управления установкой, получает информацию о том, в каком элементе сепаратора произошел сбой.

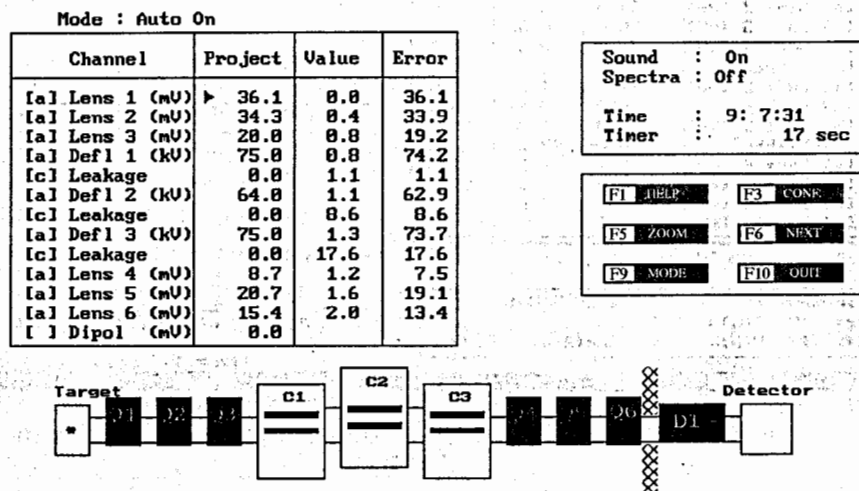


Рис.4

## Заключение

Система контроля и управления сепаратором ВАСИЛИСА была испытана в двух экспериментах с суммарным временем работы примерно 180 часов. В течение экспериментов она обеспечила устойчивую работу установки со стабильностью настройки элементов сепаратора порядка  $10^{-3}$ , что удовлетворяет требованиям, налагаемым на работу установки. Одним из достоинств системы является совмещение непрерывного контроля и управления установкой с одновременной работой анализаторов при использовании только одного персонального

<sup>1</sup>В.А.Горшковым

компьютера. Разработанный программный интерфейс СКпУ удобен и прост для работы пользователей и не требует много времени для освоения. Аппаратное и программное обеспечение системы контроля и управления сепаратором выполнено таким образом, что позволяет развивать систему за счет включения новых контролируемых элементов в ее число.

## Литература:

- [1] A.V.Yeremin et al. Nucl. Instr. & Meth.,1994, A350, p.608
- [2] A.N.Andreyev et al. Z.Phys.,1992, A342, p.123
- [3] A.N.Andreyev et al. Z.Phys.,1993, A345, p.389
- [4] A.N.Andreyev et al. Nucl. Phys., 1994, A568, p.323
- [5] АЦП помехоустойчивый, Техническое описание и инструкция по эксплуатации ДГШЗ.036.001. Научно-техническое объединение АН СССР, г.Черноголовка, экспериментальный завод научного приборостроения, 1983.
- [6] В.Н.Антюхов и др. Сообщение ОИЯИ 10-82-844, Дубна, 1982.
- [7] А.Н.Кузнецов, В.Г.Субботин. Сообщение ОИЯИ 13-83-67, Дубна, 1983!

Рукопись поступила в издательский отдел  
16 января 1995 года.

Малышев О.Н. и др.

P13-95-11

Система контроля и управления кинематическим сепаратором  
ВАСИЛИСА на базе персонального компьютера IBM 386

Описана система контроля и управления кинематическим сепаратором ВАСИЛИСА, которая 1) обеспечивает временную стабильность настройки элементов сепаратора в пределах  $10^{-3}$ , 2) составляет протокол работы установки, 3) визуальным и речевым способом выдает оповещение о сбое в режиме настройки установки. Система имеет удобный для пользователя программный интерфейс, который позволяет, помимо автоматизации, одновременно накапливать и обрабатывать два одномерных спектра.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, контракт №93-02-3750.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н.Флерова ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 1995

Malyshev O.N. et al.

P13-95-11

Control System of the Kinematic Separator VASSILISSA  
Based on Personal Computer IBM 386

Control system of the kinematic separator VASSILISSA is described. It 1) provides along time stability of separator elements tuning with an accuracy of  $10^{-3}$ , 2) keeps the record of separator state, 3) it can warn about tuning defects by visual and oral method. System has user's friendly program interface, allowing, besides separator control, simultaneously to make acquisition and processing of two spectra.

This work is performed partially under the financial support of Russian Fundamental Research Foundation, contract №93-02-3750.

The investigation has been performed at the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions, JINR

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research - Dubna, 1995