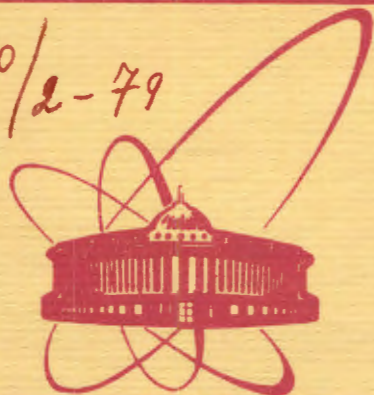


2220/2-79



объединенный  
институт  
ядерных  
исследований  
дубна

B-676

11/VI-79  
10 - 12273

В.И.Волков, И.Ф.Колпаков, И.И.Куликов, В.М.Слепнев

МНОГОКАНАЛЬНАЯ СИСТЕМА  
МОНИТОРИРОВАНИЯ ПУЧКОВ УСКОРЯЕМЫХ ЯДЕР  
НА ОСНОВЕ ИОНИЗАЦИОННОГО ДАТЧИКА

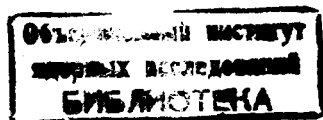
1979

10 - 12273

В.И.Волков, И.Ф.Колпаков, И.И.Куликов, В.М.Слепнев

МНОГОКАНАЛЬНАЯ СИСТЕМА  
МОНИТОРИРОВАНИЯ ПУЧКОВ УСКОРЯЕМЫХ ЯДЕР  
НА ОСНОВЕ ИОНИЗАЦИОННОГО ДАТЧИКА

*Направлено в "Nuclear Instruments and Methods"*



Волков В.И. и др.

10 - 12273

Многоканальная система мониторинга пучков ускоренных ядер на основе ионизационного датчика

Описана многоканальная система мониторинга пучков ускоренных ядер на синхрофазотроне ОИЯИ. Для детектирования пучков используется ионизационный датчик, установленный в вакуумной камере ускорителя. Регистрирующая аппаратура является частью ветви КАМАК, подключенной к ЭВМ ЕС 1010 с помощью универсального драйвера ветви.

Информация об интенсивности и радиальном распределении плотности пучка ускоренных частиц представляется на экране графического дисплея.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований, Дубна 1979

Volkov V.I. et al.

10 - 12273

Multichannel Ionization System for Monitoring Accelerated Beams of Light Nuclei

A multichannel system for monitoring beams of accelerated nuclei at the Dubna synchrotron is described. An ionization monitor placed in a vacuum chamber of the accelerator is used for beam detection. The electronic hardware is a part of a CAMAC branch interfaced to an ES-1010 computer through a system crate. The intensity curve and radial density distribution of a beam of accelerated particles are presented on a graphic display screen.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

В связи с проведением на синхрофазотроне ОИЯИ экспериментов по ускорению легких ядер<sup>/1/</sup> возникла необходимость мониторинга пучков ускоренных частиц в диапазоне интенсивностей  $10^3 \div 10^8$  частиц в цикле работы ускорителя. Для решения указанной задачи была создана многоканальная система измерения параметров пучков на основе ионизационного датчика. Принцип работы такого датчика заключается в регистрации ионизационного эффекта, вызываемого циркулирующим пучком в среде остаточного газа вакуумной камеры ускорителя, величина которого пропорциональна интенсивности пучка<sup>/2/</sup>. В ходе разработки описываемой системы был использован опыт работы с одноканальным ионизационным измерителем<sup>/3/</sup>.

Ионизационный датчик схематично изображен на рис. 1. На дне вакуумной камеры 1 синхрофазотрона установлены с шагом 50 мм 24 вторичноэлектронных умножителя /ВЭУ/ 2, регистрирующих ионы /электроны/, образовавшиеся в результате ионизации пучком 3 молекул остаточного газа. Ионы перемещаются и фокусируются на входные окна ВЭУ, находящиеся под высоким потенциалом, с помощью ионооптической системы, состоящей из ускоряющего электрода 4, фокусирующих электродов 5 и сеток 6, имеющих длину в направлении движения пучка 200 мм. Расстояние между ускоряющим электродом и сетками превышает вертикальный размер рабочей области камеры ускорителя и составляет 450 мм. Моделирование движения ионов в оптической системе<sup>/4/</sup> показало, что зоны сбора ионов отдельными ВЭУ в радиальном направлении имеют размер  $\approx 50$  мм, т.е. между ними нет неконтролируемых промежутков, а область регистрации в направлении движения пучка имеет величину  $\approx 100$  мм. Сигналы с ВЭУ снимаются дифференциальными усилителями<sup>/3/</sup>, установленными рядом с датчиком в зале ускорителя.

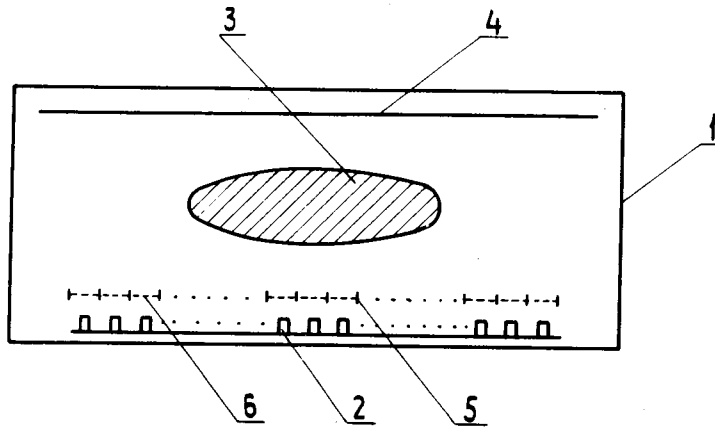


Рис. 1. Схема ионизационного датчика.

откуда через формирователи с сигналами NIM на выходе передаются по линии связи длиной 400 м на регистрирующую аппаратуру, которая является частью ветви КАМАК, подключенной к ЭВМ ЕС-1010<sup>5/</sup> с помощью универсального драйвера ветви<sup>6/</sup> /рис. 2/. Регистрация импульсов с ВЭУ производится

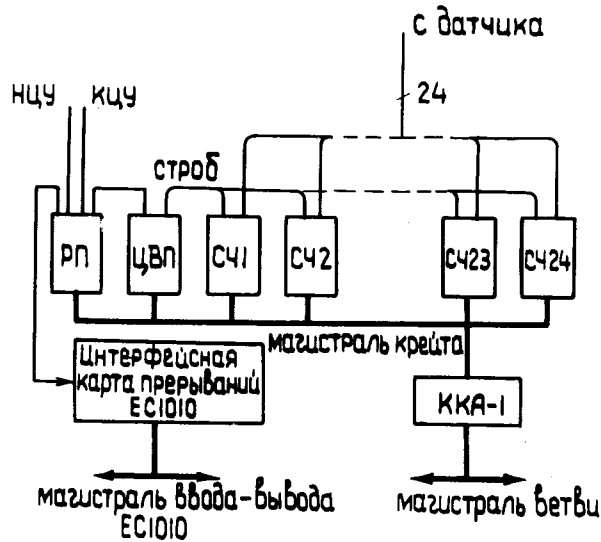


Рис. 2. Блок-схема регистрирующей электроники.

двоичными счетчиками СЧ1÷СЧ24 /СЧ416/<sup>7/</sup>, входы которых в соответствии с заданным алгоритмом работы управляются преобразователем цифра-время ЦВП /САМ.5.02/, ЦИФИ, ВНР/. Для фиксации импульсов временной привязки работы установки к циклу ускорения /начало цикла НЦУ и конец цикла КЦУ/, а также концов отработки временных интервалов ЦВП и их передачи в систему прерываний ЭВМ ЕС-1010 используется регистр прерывания РП /САМ.2.09, ЦИФИ, ВНР/. Вывод данных осуществляется на графический дисплей ГД-71 через ЭВМ ВТ1010Б, выполняющую функции дисплейного процессора<sup>8/</sup>.

Съем информации о параметрах пучка производится многократно в цикле ускорения и состоит из следующих фаз: пуска счетчиков, счета сигналов с ВЭУ в течение заданного временного интервала  $\Delta T$ , генерируемого ЦВП, считывания данных в ЭВМ.

Программное обеспечение ЭВМ ЕС-1010 и ВТ1010Б позволяет управлять работой системы /производить измерения на требуемом для исследования участке цикла ускорения, ме-

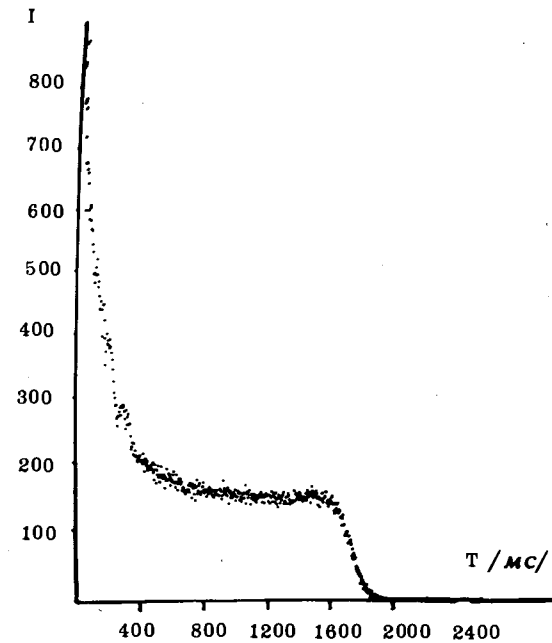


Рис. 3. Диаграмма интенсивности циркулирующего пучка в цикле ускорения.

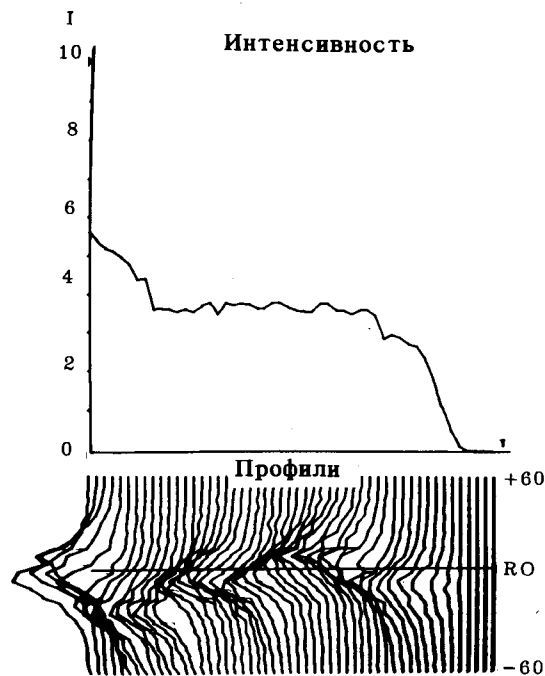


Рис. 4. График изменения интенсивности и горизонтальные профили пучка на одном из участков цикла ускорения.

нять период измерений, величину интервала  $\Delta T$  и т.д./ и представлять на экране дисплея информацию как об интенсивности, получаемую в результате суммирования данных со счетчиков, так и о радиальном распределении плотности пучка ускоряемых ядер.

Описанная система была испытана и используется для диагностики пучков и настройки режимов ускорителя при ускорении на синхрофазотроне ядер углерода, кислорода, неона. Эксперименты показали, что она имеет возможность мониторинга пучков в широком диапазоне интенсивностей - от  $10^2$  до  $10^9$  частиц в цикле. Чувствительность датчика регулируется изменением потенциалов на элементах фотооптической системы. На рис. 3 представлена информация об интенсивности циркулирующего пучка, полученная во время ускорения ядер углерода при давлении остаточного газа в камере ускорителя  $2 \cdot 10^{-6}$  мм рт.ст., величине временного интервала  $\Delta T$  1 мс

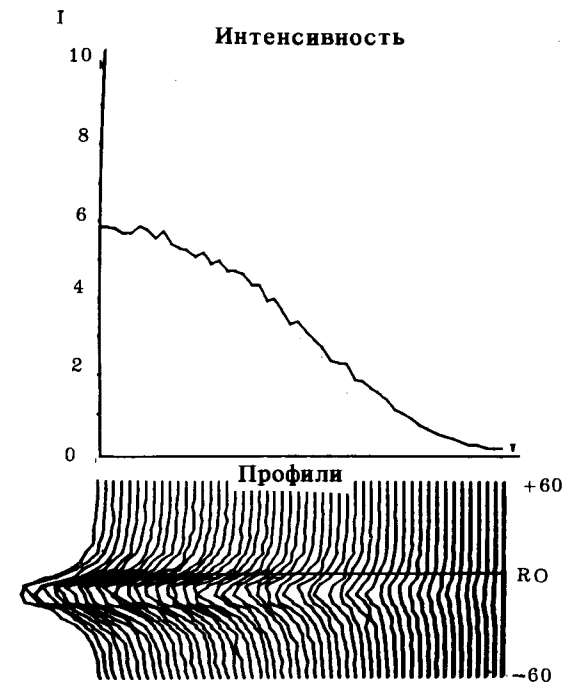


Рис. 5. Информация о характеристиках пучка во время медленного вывода.

и интенсивности в конце цикла ускорения  $10^4$  част. На рис. 4 показаны график изменения интенсивности /верхняя часть рисунка/ и эволюция радиального распределения плотности пучка на одном из участков цикла ускорения. Рис. 5 представляет информацию о характеристиках пучка во время медленного вывода на столе главного магнитного поля ускорителя.

В заключение авторы выражают благодарность Л.Г.Макарову, И.Н.Семенюшкину за содействие и поддержку в работе и С.В.Романову за помощь в разработке и наладке отдельных узлов системы. Авторы также признательны Л.С.Русаковой за помощь в подготовке материалов к публикации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Балдин А.М. и др. Ускорение легких ядер на синхрофазотроне ЛВЭ ОИЯИ. В кн.: Труды X Международной конференции по ускорителям заряженных частиц, т.1, Серпухов, 1977, с.367.
2. Deluca W.H. IEEE Transaction on Nucl. Sci., 1969, vol.NS-16, no. 3, p.813.
3. Волков В.И. и др. ОИЯИ, 10-11390, Дубна, 1978.
4. Кельман В.М., Явор С.Я. В кн.: Электронная оптика". Изд-во АН СССР, М.-Л., 1959, с.52.
5. Chernykh E.V. et al. IEEE Transactions on Nucl. Sci., 1977, vol. NS-24, No. 6, p.2561.
6. Нгуен Фук и др. ОИЯИ, 10-8712, Дубна, 1975.
7. Нгуен Фук и др. ПТЭ, 1975, №4, с.242.
8. Волков В.И. и др. ОИЯИ, 11-10024, Дубна, 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел  
28 февраля 1979 года.