

**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

P13-85-913

**Б.Ю.Семенов, Г.Р.Алимов, Б.Г.Ирханов,
Ю.Т.Кирюшин, Н.М.Лустов**

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ
ДИАГНОСТИКИ ПУЧКА ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ
НА ОСНОВЕ
АНАЛОГОВОЙ ПРОВОЛОЧНОЙ КАМЕРЫ**

1985

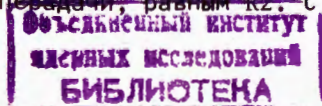
Описывается система диагностики /СД/ пучка заряженных частиц для синхрофазотрона ОИЯИ. Система выполнена на основе пропорциональных проволочных камер с токовым съемом информации, позволяющим регистрировать "мгновенный" профиль пучка^{1,2/}, в отличие от других известных авторам систем^{3-10/}, предназначенных для регистрации интегрального профиля. Для накопления, обработки и вывода информации используется диалого-вычислительный комплекс ДВК1, укомплектованный дополнительным оборудованием и связанный с крейтом КАМАК.

Серьезное внимание при разработке было уделено оптимизации организации функционирования, защите входа электрометрических усилителей от перенапряжения, повышению температурной стабильности и помехоустойчивости аналоговой части СД.

СТРУКТУРА

Система диагностики выполнена в виде двух частей /рис.1/: выносной, расположенной непосредственно у контролируемого сечения пучка, и базовой, расположенной в удобном для обслуживающего персонала месте. В выносную часть входят двухкоординатная /30+30 проволочек/ аналоговая проволочная камера /АПК/, блоки входных усилителей /БВУ/ и блок коммутации /БК/. В БВУ обеспечивается усреднение принимаемого от проволочек заряда, преобразование его в напряжение, сканирование по 16 проволочкам камеры /каналам/, усиление сигналов и выдача их для дальнейшей обработки в блок коммутации. БК обеспечивает сканирование по четырем БВУ, выдачу сигнала по кабелю на дифференциальный усилитель, формирование некоторых сигналов управления. Базовая часть СД обеспечивает прием, преобразование, накопление, обработку, визуализацию и выдачу полученной информации на печать. Базовая часть СД построена с использованием диалого-вычислительного комплекса ДВК1, оборудованного дополнительными внешними устройствами и связанного через блоки контроллера КК007 и КЭ003/11/ с крейтом КАМАК.

Упрощенная принципиальная схема выносной части СД представлена на рис.2. Ее основной элемент - электрометрический усилитель /ЭУ/, обеспечивающий прием сигнала с проволочки /группы проволочек/ камеры. Надежность, стабильность и точность работы системы во многом зависит от соответствующих характеристик этого усилителя. ЭУ в целом играет роль преобразователя ток-напряжение с коэффициентом передачи, равным R_2 . С другой стороны, его



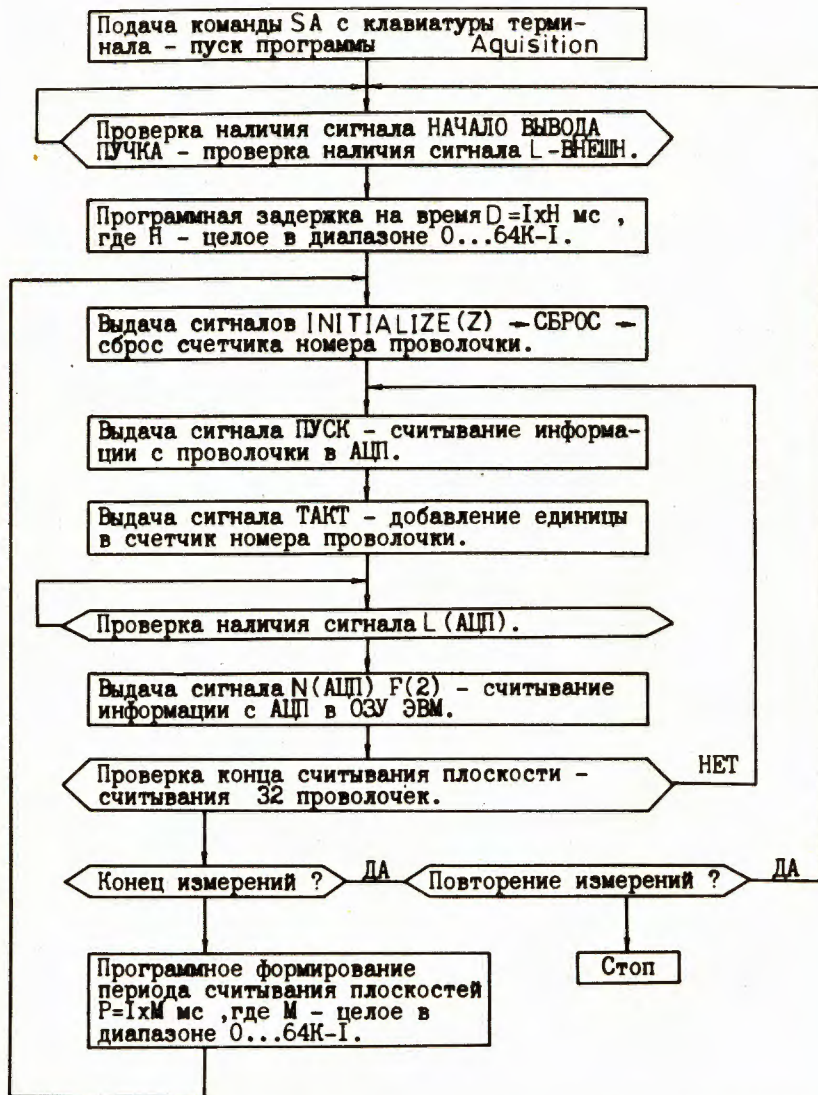
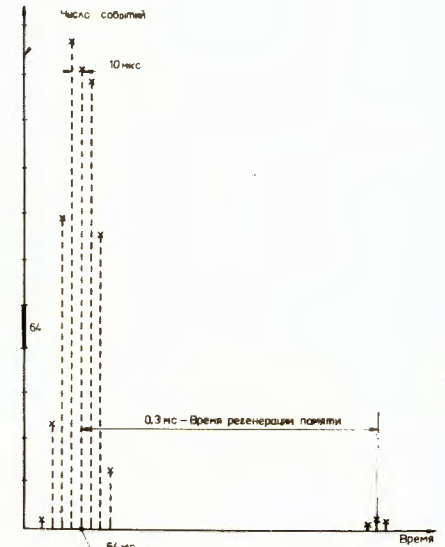


Рис.3. Организация функционирования системы диагностики.

ВОПРОСЫ ОПТИМИЗАЦИИ

При выборе конфигурации СД и организации ее функционирования принимались меры по максимальному упрощению системы путем реализации требуемых алгоритмов в основном за счет аппаратных средств и программных возможностей ДВК. К числу таких мер относятся:

Рис.4. Функция распределения временных интервалов, формируемых программой.



- отказ от использования буферного ЗУ, накопление информации непосредственно в ОЗУ процессора;
- отказ от аппаратного формирования тактирующих импульсов, использование для организации сканирования цепочки самозапуска

Z-СБРОС-ПУСК-ТАКТ-L(АЦП)-N(АЦП)F(2)-> КОНЕЦ СКАНИРОВАНИЯ - НЕТ ;

- организация запуска системы через клавиатуру системного терминала;
 - организация программной синхронизации начала считывания с началом вывода пучка, программного формирования задержки D и периода считывания сечения P.
- Все это содействовало обеспечению компактности, надежности и гибкости системы.

БЫСТРОДЕЙСТВИЕ

Временные параметры СД приведены в таблице. Видно, что в режиме регистрации "мгновенного" профиля быстродействие системы может ограничиваться постоянной времени входной цепи, а в остальных случаях - "временем считывания".

"Время считывания" зависит от количества команд программы, необходимых для организации считывания информации и быстродействия процессора. Для рассматриваемой системы оно составляет не менее 40 мкс/канал (5 команд, при быстродействии процессора 400 тыс. опер./с). В более простом варианте программы накопления при совмещении накопления с предварительной обработкой "время считывания" возрастает до 80 мкс/канал. При этом за время вывода пучка /~400 мс/ может быть зарегистрировано несколько десятков сечений.

Заметим, что при имеющемся соотношении между "временем считывания" и "временем АЦП" последнее практически не оказывает

влияния на быстродействие системы, поскольку АЦП работает параллельно с программой считывания.

Таблица

Временные параметры системы диагностики

Параметры	Значение	
	Минимально возможное	Имеющееся
Постоянная времени на входе системы - $T = R_2(C_1 + C \text{ кабеля})$, мс	1	5,6
Минимальное значение периода считывания в режиме регистрации "мгновенного" профиля - $R_m = (3...5)T$, мс	7,8...13	15,6...26
Время, затрачиваемое программой на обработку сигнала с проволочки камеры, - "время считывания", мкс/канал	40	80
Время регистрации одного профиля при количестве обрабатываемых каналов - $30+30+4 (X+Y+4 \text{ служ.канала})$, мс/сечение	2,6	5,2
Максимальное время обработки сигнала в АЦП - "время АЦП", мкс/событие		
при числе уровней квантования - 4К	-	40
при числе уровней квантования - 1К	-	10

ТЕМПЕРАТУРНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ, ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ

Погрешность ЭУ определяется в основном температурным дрейфом выходного напряжения каскада, связанным с зависимостью от температуры напряжения смещения и входных токов операционного усилителя, а также токов утечки диодов защиты. Проведенные эксперименты /рис.5/ позволили обосновать выбор типа этих диодов и установить ожидаемую величину дрейфа выходного напряжения ЭУ. В качестве элементов защиты выбраны коллекторные переходы транзисторов КТ326 и КТ342. В этом случае погрешность, обусловленная дрейфом выходного напряжения при изменении температуры на 20°C, составляет 7,5 мВ /0,3% при диапазоне 2,5 В/ и мало отличается от дрейфа ЭУ без защиты /5 мВ/. Аналогичные

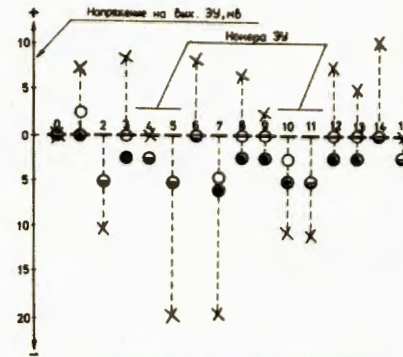


Рис.5. Выходное напряжение электрометрических усилителей в зависимости от температуры и типа элементов защиты от перенапряжения. При температуре 40°C для схем: x - с диодами типа КД522 /КД521/ на входе; o - с защитой на коллекторном переходе транзисторов типа КТ326 или КТ342; ● - без защиты. ■ - при температуре 20°C для всех схем /обеспечивалось подстройкой нуля операционного усилителя/.

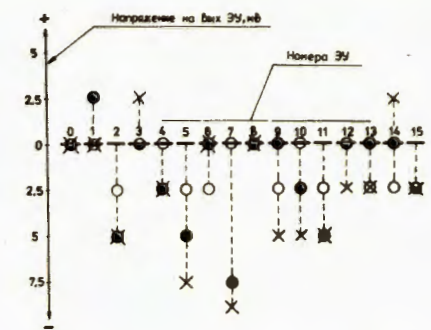


Рис.6. Выходное напряжение электрометрических усилителей с защитой на входе в виде коллекторного перехода транзистора КТ326 в зависимости от температуры и входных условий. ■ - при температуре 20°C, $R_{вх} = 5,6 \text{ МОм}$ /обеспечивалось подстройкой нуля операционного усилителя/; o - при температуре 20°C, $R_{вх} = 0$. При температуре 40°C: ● - $R_{вх} = 5,6 \text{ МОм}$; x - $R_{вх} = 0$.

результаты дали эксперименты с несколькими образцами диодов КД103. Применение же в качестве элементов защиты диодов КД522 или КД521 приводит к недопустимому увеличению дрейфа выходного напряжения.

Сопоставление данных /рис.6/, снятых в условиях замкнутого и разомкнутого входов ЭУ при различных температурах, позволяет более точно оценить вклад в общую температурную нестабильность отдельных составляющих токов утечки диодов защиты, напряжения смещения и входных токов операционного усилителя.

ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ

Взаимное влияние каналов друг на друга изучалось путем регистрации реакции усилителей при подаче на вход одного из них сигнала, близкого к максимальному в рабочем диапазоне. Из рис.7 видно, что при периоде считывания 40 мкс/канал заметно влияние предыдущего канала на два последующих, а при 80 мкс/канал это влияние отсутствует. При закороченном входе усилителей-приемников наблюдается сильное уменьшение помехи, что позволяет счи-

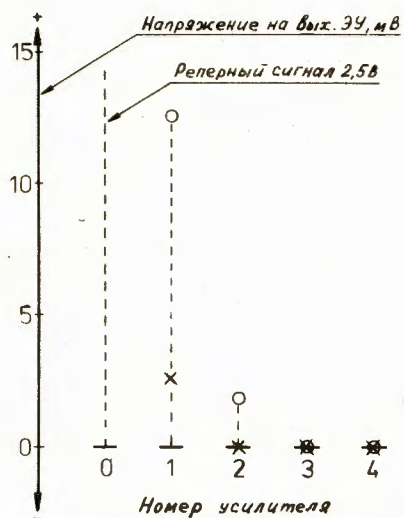
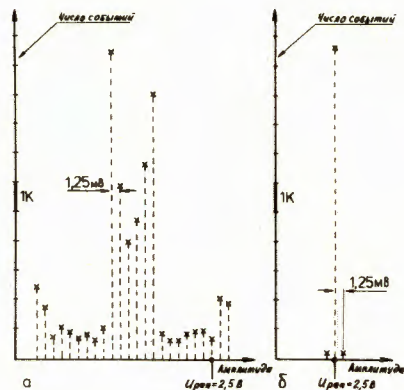


Рис.8. Подавление синфазных помех с помощью дифференциального усилителя. а - амплитудное распределение на выходе АЦП без дифференциального усилителя, б - с дифференциальным усилителем.

Рис.7. Помеха за счет "пролезания" от соседнего канала. ■ - начальное значение, а также при периоде считывания 80 мкс/канал, $R_{ВХ} = 5,6 \text{ МОм}$; о - при считывании с периодом 40 мкс/канал, $R_{ВХ} = 5,6 \text{ МОм}$. х - при считывании с периодом 40 мкс/канал, $R_{ВХ} = 0$.



тать основной причиной ее появления емкостное "пролезание" перепада напряжения, возникающего при коммутации большого сигнала в мультиплексоре D2, на высокоомный вход ЗУ. Для подавления синфазных помех использован дифференциальный усилитель. Рис.8 иллюстрирует эффект от введения этого усилителя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе испытаний СД снимались профили пучков от радиоактивных источников и синхрофазотрона ОИЯИ. Полученная информация выводилась на цветной телевизионный дисплей и печатающее устройство DZM-180 в виде графиков, подобных изображенным на рис.9. С использованием этих графиков можно легко получить геометрические характеристики пучка, положение центра тяжести, изменение параметров и центра тяжести во времени и пр. В приведенном примере максимальное смещение положения центра тяжести на рассматриваемом участке вывода составило $\pm 1,5 \text{ мм}$.

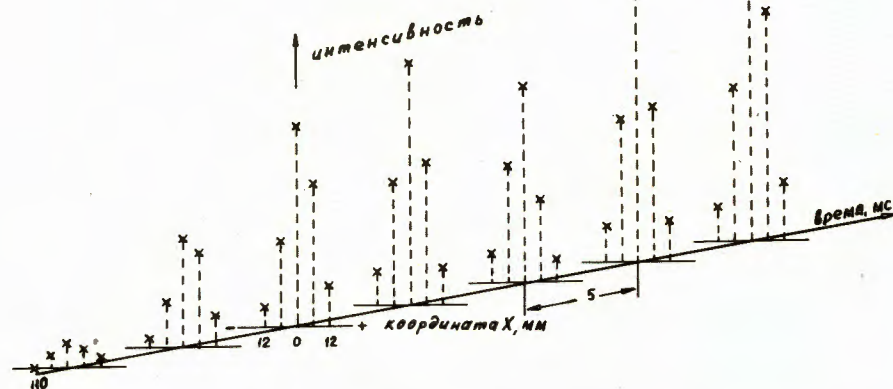


Рис.9. Изменение интенсивности во времени пучка протонов синхрофазотрона ОИЯИ в канале вывода.

Авторы благодарят В.И.Волкова и В.Ф.Сиколенко за полезные обсуждения, Л.Н.Комолова за помощь при организации и проведении экспериментов на пучке синхрофазотрона. Авторы признательны И.А.Голутвину за постоянный интерес и поддержку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков В.И. и др. ОИЯИ, 9-10104, Дубна, 1976.
2. Волков В.И., Куликов И.И. ОИЯИ, 10-12498, Дубна, 1979.
3. Вишняков В.В. и др. ПТЭ, 1973, № 6, с.21.
4. Антипов Ю.Н. и др. ПТЭ, 1975, с.24.
5. Dreesen V., Vismara G. Nucl.Instr. and Meth., 1978, vol.156, p.325.
6. Albicocco M. et al. Nucl.Instr. and Meth., 1982, vol.203, p.63.
7. Суляев Р.М. и др. ПТЭ, 1984, № 3, с.23.
8. Казанцев В.И. и др. В кн.: Труды VIII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. ОИЯИ, Дубна, 1983, т.2, с.332.
9. Миколук В.Р. и др. В кн.: Труды VIII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. ОИЯИ, Дубна, 1983, т.2, с.336.
10. Галяев Н.А. и др. Препринт ИФВЭ, ОП/ОЭА 85-61, Серпухов, 1985.

11. Синаев А.Н., Чурин И.Н. ОИЯИ, 10-81-691, Дубна, 1981.
 12. Алимов Г.Р., Семенов Б.Ю., Лустов Н.М. ОИЯИ, 10-85-790, Дубна, 1985.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

D17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
P18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
D2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
D9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
D3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
D11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
D7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
D2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.
D13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
D2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30 к.
D1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
D17-84-850	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/	7 р. 75 к.
D10,11-84-818	Труды V Международного совещания по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1983	3 р. 50 к.
	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984 /2 тома/	13 р. 50 к.
D4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра, Алушта, 1985.	3 р. 75 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
 101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
 Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Рукопись поступила в издательский отдел
 19 декабря 1985 года.

Принимается подписка на препринты и сообщения Объединенного института ядерных исследований.

Установлена следующая стоимость подписки на 12 месяцев на издания ОИЯИ, включая пересылку, по отдельным тематическим категориям:

ИНДЕКС	ТЕМАТИКА	Цена подписки на год
1.	Экспериментальная физика высоких энергий	10 р. 80 коп.
2.	Теоретическая физика высоких энергий	17 р. 80 коп.
3.	Экспериментальная нейтронная физика	4 р. 80 коп.
4.	Теоретическая физика низких энергий	8 р. 80 коп.
5.	Математика	4 р. 80 коп.
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия	4 р. 80 коп.
7.	Физика тяжелых ионов	2 р. 85 коп.
8.	Криогеника	2 р. 85 коп.
9.	Ускорители	7 р. 80 коп.
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных	7 р. 80 коп.
11.	Вычислительная математика и техника	6 р. 80 коп.
12.	Химия	1 р. 70 коп.
13.	Техника физического эксперимента	8 р. 80 коп.
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами	1 р. 70 коп.
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях	1 р. 50 коп.
16.	Дозиметрия и физика защиты	1 р. 90 коп.
17.	Теория конденсированного состояния	6 р. 80 коп.
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники	2 р. 35 коп.
19.	Биофизика	1 р. 20 коп.

Подписка может быть оформлена с любого месяца текущего года.

По всем вопросам оформления подписки следует обращаться в издательский отдел ОИЯИ по адресу: 101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79.

Семенов Б.Ю. и др.

P13-85-913

Разработка и исследование системы диагностики пучка заряженных частиц на основе аналоговой проволочной камеры

Описывается система диагностики /СД/ пучка заряженных частиц синхрофазотрона ОИЯИ, выполненная на основе пропорциональных аналоговых камер с токовым съемом информации. Для накопления, обработки и визуализации информации используется диалого-вычислительный комплекс ДВК1, связанный с крейтом КАМАК и оборудованный дополнительными внешними устройствами: устройством внешней памяти на гибких магнитных дисках, мозаичным печатающим устройством и цветным телевизионным дисплеем. Подробно обсуждаются результаты экспериментальных исследований температурной нестабильности входных усилителей, выбор элементов защиты от перенапряжений, вопросы организации функционирования и быстродействия системы.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Semenov B.Yu. et al.

P13-85-913

Development and Investigation of the Diagnostics System of the Charged Particle Beam on the Base of Analog Multiwire Chamber

The diagnostics system of the charged particle beam of JINR synchrophasotron realised on the base of proportional analog chamber with the data current output is described. For data acquisition, processing and visualization the DVK1 computer connected with the CAMAC crate and supplied by external devices (floppy discs, printer and colour display) are used. The results of experimental investigation of the temperature instability of input amplifiers, the choice of elements of protection against overvoltage and problems of organizing the system operation are discussed in detail.

The investigation has been performed at the Department of New Acceleration Methods, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1985