

83-317

3150



**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

C345e

9-83-317

4231/83

**СИНХРОФАЗОТРОН ОИЯИ.
РАБОТА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ.
(IV квартал 1982 г.)**

1983

А.Н.Баландиков, Ю.Д.Безногих, О.И.Бровко, В.Н.Булдаковский,
 В.П.Вадеев, Б.В.Василишин, В.И.Волков, А.И.Голохвастов,
 Е.Д.Донец, В.П.Заболотин, Л.П.Зиновьев, А.С.Исаев, И.И.Карпов,
 И.И.Куликов, В.А.Мончинский, А.И.Михайлов, П.В.Номоконов,
 В.Н.Перфеев, А.И.Пикин, А.А.Повторейко, Ю.В.Простимкин,
 С.В.Романов, Ю.И.Романов, В.В.Селезнев, И.Н.Семенюшкин,
 С.В.Федуков, С.А.Хорозов, О.Н.Цисляк, В.И.Черников, К.В.Чехлов,
 Д.И.Шерстянов, Л.Г.Макаров

1. РАБОТА УСКОРИТЕЛЯ И НАУЧНАЯ ПРОГРАММА

В IV квартале 1982 г. было запланировано 1335 ч работы ускорителя. Из них на физический эксперимент использовано 1061 ч /79,5%/, на совершенствование систем синхрофазотрона - 153 ч /11,5%/. На технологическую подготовку затрачено 48 ч /3,6%/, потери времени из-за простоев оборудования составили 72 ч /5,4%/. Ускорялись дейтроны, ядра углерода и неона. Информация о виде ускоряемых ядер, интенсивности в импульсе и длительности работы приведена в табл.1.

IV квартал 1982 г.			Таблица 1
	\bar{N}	$N_{\text{макс.}}$	T, ч
d	$5,6 \cdot 10^{11}$	$9,0 \cdot 10^{11}$	670
^{12}C	$4,5 \cdot 10^8$	$1,0 \cdot 10^7$	537
^{22}Ne	$2,0 \cdot 10^8$	$6,0 \cdot 10^8$	128

Средний вакуум составлял: $\bar{p} = 1,9 \cdot 10^{-6}$ Тор.

Приведем соответствующие характеристики работы синхрофазотрона на протяжении всего года. В 1982 г. было запланировано 3756 ч работы ускорителя. На физические исследования использовано 2961 ч /78,8%/, на совершенствование ускорителя - 398 ч /10,6%/. Технологическая подготовка заняла 203 ч /5,4%/, потери из-за простоев систем ускорителя - 202 ч /5,4%/.

1982 г.			Таблица 2
p	$5,5 \cdot 10^{11}$	$1,0 \cdot 10^{12}$	1482
d	$5,6 \cdot 10^{11}$	$0,9 \cdot 10^{12}$	966
d	$3,4 \cdot 10^8$	$6,0 \cdot 10^8$	289
$^4\text{He}^*$	$1,5 \cdot 10^{10}$	$2,5 \cdot 10^{10}$	354
$^{12}\text{C}^{**}$	$4,5 \cdot 10^8$	$1,0 \cdot 10^7$	537
$^{22}\text{Ne}^{**}$	$2,0 \cdot 10^8$	$6,0 \cdot 10^8$	128
Итого			3756

* - в качестве источника ионов использовался "Полярис"; ** - источником ионов служил "Крион", в остальных случаях - источник типа дуоплазмотрона.

Коэффициент использования ускорителя для физических исследований:

IV квартал 1982 г.
1982 г.

$K=2,5,$
 $K=2,3.$

В течение квартала выполнены эксперименты по изучению спектров $d \rightarrow p$ фрагментации в районе резонанса d^* . Измерены спектры вторичных частиц от $dp-$, $dd-$, $dC-$ соударений под углом 140 мрад при импульсе дейтронов 9 ГэВ/с. Определены дифференциальные сечения выхода фрагментов и их спектры при исследовании взаимодействий ядер углерода с ядрами C , Sn , Cu , Pb в интервале углов $20-160^\circ$. Осуществлены исследования на установках "ДИСК-3" и "МАССЕР-130".

На 1-метровой жидководородной и 2-метровой пропановой пучковых камерах в пучках монохроматических нейтронов, ядер углерода и неона получено около 200 тыс. фотографий.

Облучено 10 л фотоэмульсий в пучке ядер неона. Выполнены запланированные радиобиологические эксперименты.

2. "КРИОН 1". НОВАЯ СИСТЕМА СИНХРОНИЗАЦИИ

В период подготовки к сеансу ускорения на синхрофазотроне ядер углерода ^{12}C и неона ^{22}Ne был проведен ряд работ с целью увеличения эффективности электронно-лучевого источника. Так, для увеличения импульса электронного тока в модуляторе электронной пушки МЭП-4 была в три раза увеличена накопительная емкость. Улучшены характеристики электронного коммутатора, что позволило работать при временах ионизации до ~ 1 с. Все это дало возможность увеличить время ионизации и тем самым повысить количество ядер, что имеет большое значение в случае неона.

Основные параметры источника во время сеанса работы приведены в табл. 3.

Таблица 3

1. Ток электронного пучка	$I_e = 50 \div 70$ мА
2. Плотность тока ионизирующих электронов	$J = 65 \div 80$ А/см ²
3. Энергия ионизирующих электронов	$E_e = 10$ кэВ
4. Время ионизации при ускорении:	
углерода	$\tau = 300$ мс
неона	$\tau = 400$ мс
5. Ионный заряд на выходе источника	$Q = 5 \div 7 \cdot 10^9$ ед.зар./имп.
6. Интенсивность пучка ядер после ускорения в ЛУ-20:	
углерода	$N = 1,5 \cdot 10^8$ ядер/имп.
неона	$N = 1,0 \cdot 10^7$ ядер/имп.

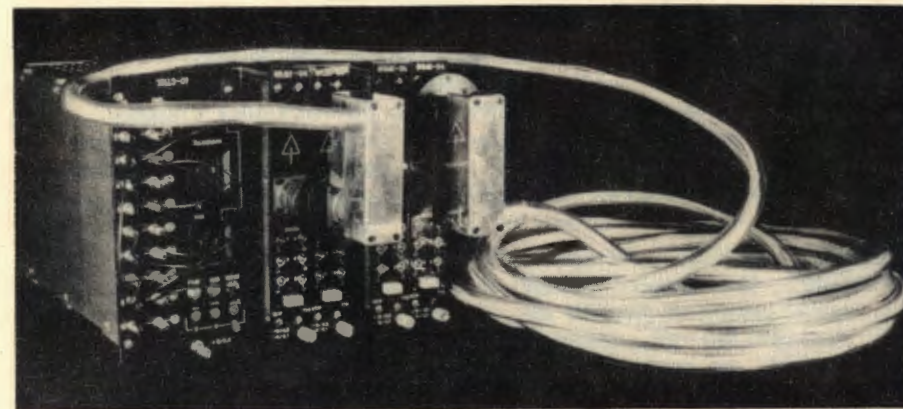


Рис.1. Таймер, приемники и передатчики с волоконно-оптической линией связи.

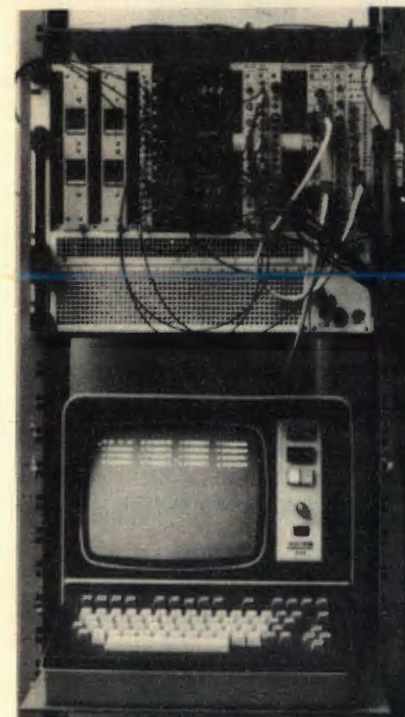


Рис.2. Устройство синхронизации и дисплей на пульте управления ЛУ-20.

Во время ускорения ядер управление источником, расположенным на высоковольтном терминале, осуществляется посредством волоконно-оптической линии связи /ВОЛС/ ^{1/}. Успешно закончились проводившиеся в течение двух недель испытания нового устройства синхронизации электрофизической установки "Криона" /УСЭУ/ - рис.1,2. Устройство включает в себя кроме 10-канальной ВОЛС 10-канальный таймер и систему чтения информации с выводом ее на дисплей. УСЭУ изготовлено в блоках стандарта КАМАК и размещено в трех крейтах.

10-канальная ВОЛС является результатом дальнейшего развития работ, направленных на создание многоканальной быстродействующей аппаратуры связи с высокой помехозащищенностью ^{2/}.

Электрическая часть приемников и передатчиков ВОЛС смонтирована в блоках механического стандарта КАМАК двойной ширины.

В одном таком блоке размещается 6 передатчиков или 6 приемников. В качестве линий связи используются световоды типа "кварц-кварц" с затуханием ~ 13 дБ/км. Диаметр световодной жилы - 60 мкм при полном диаметре волокна /с балластными слоями/ 150 мкм. В концы световодов заделаны оптоволоконные преобразователи ^{3/}. При использовании таких световодов была разработана достаточно простая конструкция многоканальных электрооптических соединителей. Потери на стыке "оптоэлектронный преобразователь - волокно" за счет неразъемного оптического контакта достаточно малы: $\sim 1 \div 1,5$ дБ. Использование 2 блоков 6-канальных передатчиков и такого же количества приемников, работающих с 10-жильной линией, позволило решить вопрос резервирования каналов ВОЛС за счет аппаратных средств.

Многоканальный программно-управляемый таймер ^{4/} /Т/ включает в себя дешифратор функций КАМАК, кварцевый генератор $f_{\Gamma} = 10$ МГц с делителями опорной тактовой частоты, мультиплексор данных и 10 независимых каналов задержки с рабочим диапазоном $1 \text{ мкс} + 99 \text{ с}$. Каждый из них состоит из 11-разрядного буферного регистра, двух установочных счетчиков, 6-канального коммутатора, осуществляющего выбор необходимых опорных частот, и схемы выдачи выходного сигнала. Три канала снабжены дополнительными входами для подачи импульсов внешней синхронизации, осуществляющих управление срывом задержки. Это расширяет функциональные возможности каналов, превращая их в детекторы пропущенных импульсов. Так, при изменении частоты запуска или исчезновении импульса происходит переключение уровня выходного сигнала, а получаемые величины задержек индицируются на экране дисплея, что позволяет оперативно контролировать поступление импульсов синхронизации ЛУ-20: запуск импульсного клапана, запуск источника, инжекцию ионов в линейный ускоритель. Один из каналов задержки в этом сеансе был включен по схеме "выход на вход" и работал как синхронизируемый генератор импульсов запуска таймера. Для защиты последнего от ложных импульсов вход синхронизации этого канала имеет "ворота" и после прихода опережающего импульса блокируется на время $t = 1 \div 15 \text{ с}$.

Система чтения информации с выводом на дисплей ^{5/} работает следующим образом. Поступление на внешний вход блока КУ002 синхримипульса от Т приводит к появлению на магистрали крейта сигнала L.

По этому сигналу контроллер КК001 начинает последовательное чтение информации со всех блоков крейта. С помощью блока связи КИ004 информация подается на алфавитно-цифровой дисплей типа ВТ-340. На экран в одну строку выводится 4 десятиразрядных числа. При работе с источником "Крион" выводилось в 4 строки всего 16 чисел /1/4 экрана дисплея/: число, месяц и год, 10 задержек и 3 срыва. Остальная площадь - 3/4 экрана - отводится под инструкции.

За время сеанса ускорения ядер источник "Крион" и устройства синхронизации показали высокую надежность при удобстве эксплуатации.

3. АНАЛИЗ СОСТАВА ЯДЕРНЫХ ПУЧКОВ

При использовании на инжекторе линейного ускорителя /ЛУ-20/ электронно-лучевого источника ядер "Крион" важно знать количественные соотношения между основными и сопутствующими ядрами после ускорения их в ЛУ-20 и синхрофазотроне. С этой целью были проведены измерения. Ниже приводится описание экспериментов и полученные результаты.

А. Анализ состава пучка ядер на выходе ЛУ-20

Определение состава пучка основано на измерении энергии ядер, рассеянных на тонкой золотой фольге толщиной 2 мкм и площадью 1 см². Регистрация частиц осуществляется полупроводниковым де-

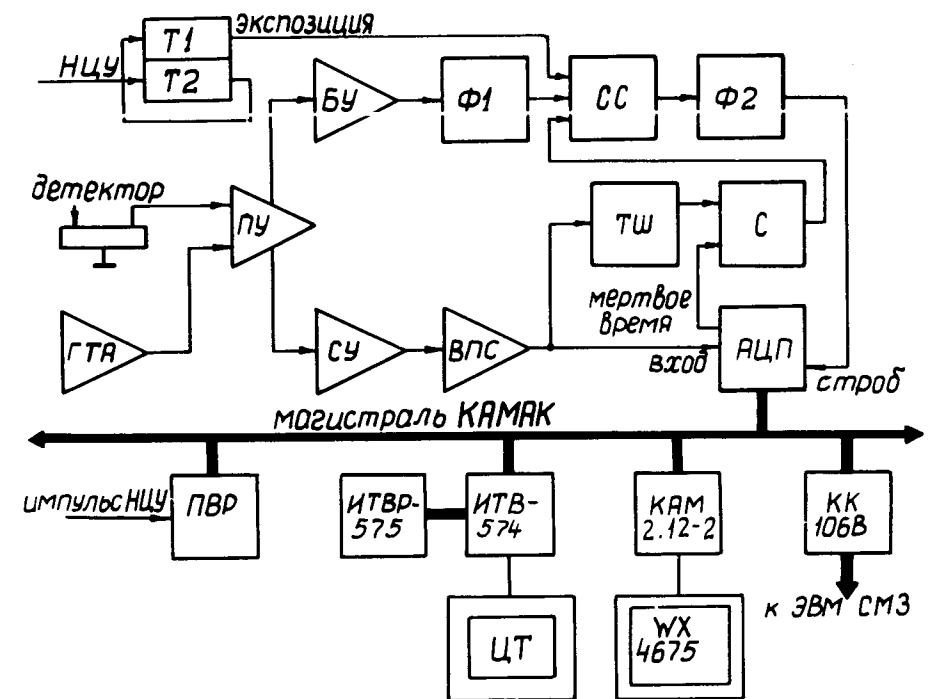


Рис.3. Структурная схема спектрометрической установки на ЛУ-20.

тектором толщиной ~600 мкм. Рассеивающая мишень и детекторная сборка вместе с приспособлениями крепления и перемещения размещаются в вакуумном боксе, установленном после первого триплета квадрупольных линз тракта инжекции.

Регистрирующая электроника включает в себя предусилитель /ПУ/ со спектрометрическим - E, временным - t выходными сигналами, быстрый и спектрометрический усилители /БУ, СУ/, вырабатывающие стробирующий импульс для запуска аналого-цифрового преобразователя /АЦП/ и формирующие спектрометрический сигнал оптимальной формы и амплитуды; схему совпадений /СС/ и триггер Шмитта /ТШ/ для организации блокировок; таймеры /T₁, T₂/ для задания времени экспозиции и преобразователи уровней /рис.3/.

Амплитуда спектрометрического сигнала измеряется 12-разрядным АЦП САМ 4.04-1 /ЦИФИ, ВНР/ с буферной памятью емкостью 64 x 12 бит. Синхронизация работы электронной аппаратуры и программного обеспечения с циклом работы ускорителя осуществляется импульсом "Начало цикла ускорения" /НЦУ/, фиксируемым параллельным входным регистром.

Программное обеспечение установки написано на языке макро-ассемблер ЭВМ СМЗ и работает под управлением операционной системы RT 11-V02. Гистограммы спектров пучка ядер, ускоренных на ЛУ-20, представляются на экране цветного телевизионного монитора /6/. Документирование данных производится с помощью печатающего устройства DZM-180 и графопостроителя WX4675 /WATANABE, Япония/, подключенного к ЭВМ через параллельный выходной регистр САМ2.12-2 /ЦИФИ, ВНР/, со специальным блоком синхронизации. Печатающее устройство и графопостроитель обслуживаются с помощью разработанной библиотеки подпрограмм.

На рис.4 показаны гистограммы спектра пучка ядер при ускорении ²²Ne₁₀, выведенные на графопостроитель. Из рисунка видно, что в данном режиме работы источника "Крион" процентное содержание основной компоненты пучка ²²Ne₁₀ равно 84% от общего количества частиц. Основную часть содержащего примесей составляют ²⁰Ne₁₀ - 11%, ¹⁶O₈ - 3% и ¹⁴N₇ - доли процента. Процентный состав отдельных компонент пучка определен при статистике ~3600 событий, загрузка детектора при этом была 2-3 события за цикл ускорителя.

Б. Измерение зарядового спектра пучка ядер, выведенного из синхрофазотрона

Идентификация ядер по заряду производится детекторами dE/dx. Потери энергии быстрых ядер при прохождении тонкого поглотителя пропорциональны квадрату заряда ядра. Флуктуации потерь энергии описываются распределением Вавилова /7/. Вылет части дельта-электронов из тонкого поглотителя приводит к уменьшению флуктуации энергии, выделяемой в детекторе, т.е. к некоторому улучшению разрешения. Полупроводниковые и сцинтилляционные де-

```
1 N=115-128 R= 0X
2 N=130-145 R= 3Z
3 N=155-175 R=11Z
4 N=176-196 R=84Z
```

```
1 N14
2 O16
3 NE20
4 NE22
```

EVENTS: 3594

TARGET:
1MKM AU-FOIL

DETECTOR:
600MM SEMICONDUCTOR

DATE: 24 DEC 1982

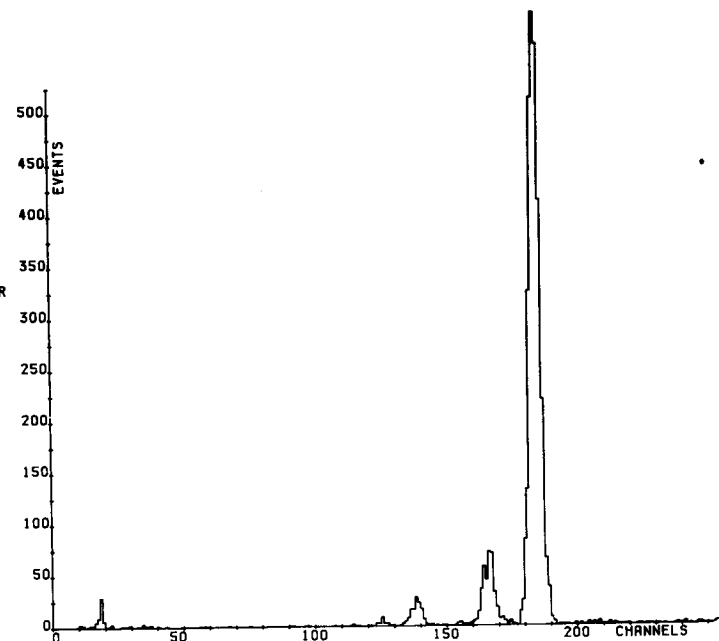


Рис.4. Спектр ядер на выходе ЛУ-20.

текторы при толщине $1 \div 2$ г/см² для ядер неона с энергией несколько ГэВ/нуклон обеспечивают разрешение $6 \div 10\%$. Для улучшения разрешения можно применить многократную идентификацию ядер стопкой детекторов. Регистрирующая система с полупроводниковыми детекторами имеет очень высокую стабильность усиления, хорошее разрешение на единицу толщины поглотителя и линейность по отношению к потерям энергии в детекторе. К недостаткам такой системы относится ограниченность площади /единицы см²/ и толщины /не более 2-3 мм/. Сцинтилляционные детекторы лишены указанных недостатков.

В настоящее время для анализа состава пучка, выводимого из синхрофазотрона, реализован опытный вариант установки, подключенный к системе контроля и управления параметрами медленного вывода /МВ/ на базе ЭВМ ЕС-1010 /8/. Структурная схема установки, за исключением ряда деталей, совпадает со схемой аналоговой установки на ЛУ-20. В пучок вводится полупроводниковый или сцинтилляционный детектор. Сигнал от него интегрируется, усиливается спектрометрическим усилителем и по кабелю длиной ~400 м транспортируется к месту расположения ЭВМ на центральном пульте управления синхрофазотроном /ПУ-2/. Сюда же подается быст-

рый временной сигнал, по которому производится формирование стробирующего импульса для АЦП. Спектрометрический сигнал пропускается через восстановитель постоянной составляющей, где отфильтровываются низкочастотные наводки, возникающие в линии связи, и поступает на АЦП. Для регистрации информации используется АЦП-331^{9/}, подключенный с помощью вспомогательного блока управления к модулю буферной памяти БЗУ-493^{10/} емкостью 1 К 16-разрядных слов. Максимальная амплитуда спектрометрических сигналов выбрана равной 2,5 В /255 каналов АЦП/, что соответствует времени преобразования АЦП ~3,5 мкс.

Блок управления выполняет следующие основные функции:

1. По сигналам конца преобразования АЦП вырабатывает тактовые импульсы на инкрементирование адресного счетчика записи буферной памяти;
2. Генерирует временные интервалы мертвого времени, величины которых равны сумме времен преобразования АЦП и записи данных в буферную память /максимальное суммарное мертвое время составляет ~4 мкс/;
3. Блокирует поступление строб-импульсов на АЦП при полном заполнении буферной памяти.

Величина интенсивности выводимого пучка при проведении измерений устанавливается из расчета обеспечения оптимальной временной загрузки спектрометрического тракта /~2·10⁴ событий/с/. Максимальное число событий, регистрируемых за один цикл работы ускорителя, равно 1024 и определяется емкостью буферной памяти.

Программное обслуживание установки ведется программой **СПЕКТР**, работающей на первом уровне прерываний ЭВМ ЕС-1010. Программа **СПЕКТР** осуществляет прием и накопление данных, формирование спектров, вывод информации. Оперативное представление зарядового спектра пучка ядер в виде гистограмм производится на экране телевизионного монитора, установленного на центральном пульте управления синхрофазотроном. Для отображения гистограмм на экране монитора выделяется зона с вертикальным размером 200 растровых единиц. Гистограммы могут выводиться как с нормированием на максимум распределения, так и без него для более детального просмотра участков спектра с малой интенсивностью спектральных линий. С целью защиты от сбоев в работе системы МВ пучка при накоплении спектра возможно блокирование приема информации на время устранения неисправностей. Для наладки и калибровки спектрометрической аппаратуры предусмотрен режим вывода информации, принимаемой за один цикл работы ускорителя без накопления данных. Документирование информации производится с использованием графопостроителя и печатающего устройства.

На рис.5 /снимок с экрана дисплея/ и рис.6, полученном с помощью графопостроителя, показаны амплитудные распределения сигналов от кремниевого детектора толщиной 1,8 мм и кристалла CsI(Tl) толщиной 4,5 мм, сформированных при регистрации ядер ²²Ne с энергией 3,25 ГэВ/нуклон. На горизонтальной шкале

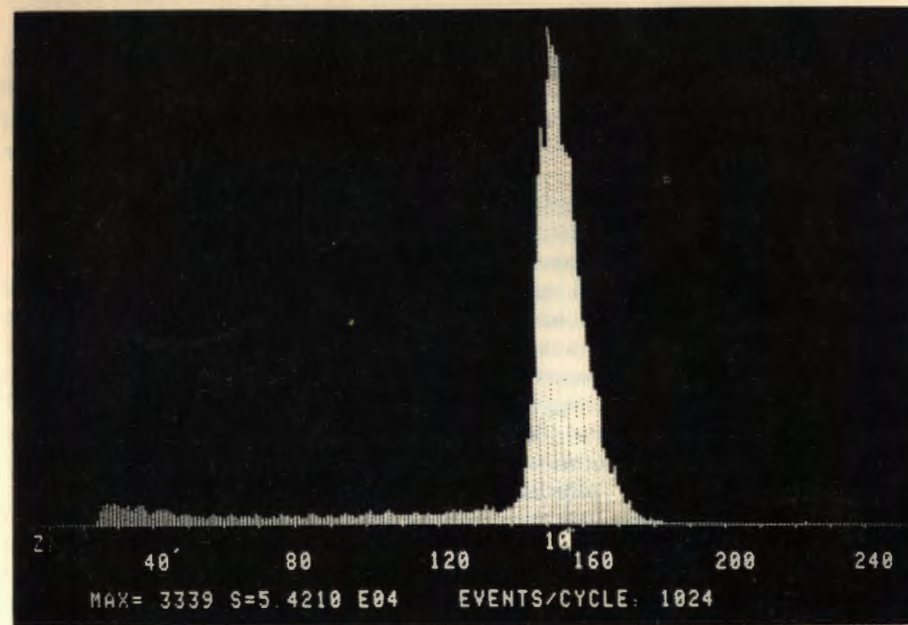


Рис.5. Амплитудное распределение сигналов от кремниевого полупроводникового детектора при регистрации ядер ²²Ne₁₀ в канале МВ.



Рис.6. Амплитудное распределение сигналов от кристалла CsI(Tl) при регистрации ядер ²²Ne₁₀.

dE/dx /рис.5/ отмечены номера каналов АЦП. Ниже приводятся значения максимума распределения, суммарное количество событий и число событий, регистрируемых в данном цикле работы ускорителя. Небольшая "подложка" под распределением обусловлена неполным сбором заряда на краях полупроводникового детектора. Этот эффект легко устраняется, если ограничить апертуру каким-либо запускающим счетчиком или применить детектор с охранным кольцом.

При работе со сцинтилляционными детекторами и фотоумножителями /ФЭУ/ необходима проверка линейности регистрирующей системы. В случае регистрации многозарядных ионов это наиболее просто сделать, поместив перед детекторами толстую мишень. Ядерные реакции ускоренных частиц с веществом мишени приводят к появлению в пучке релятивистских ядер с зарядами от $Z = 1$ до $Z = Z_{\text{макс}}$, где $Z_{\text{макс}}$ - заряд налетающего ядра. На рис.7 показано амплитудное распределение, полученное от кристалла CsI(Tl), при регистрации ядер после прохождения пучка $^{22}\text{Ne}_{10}$ с энергией 3,25 ГэВ/нуклон через свинцовую мишень толщиной 5 см. Для удобства идентификации состава пучка на экран дисплея выведены указатели зарядов ядер, координаты которых соответствуют Z^2 . Исходными данными для программы SPEKTR при выводе указателей служит величина пьедестала АЦП, положение реперного указателя и соответствующий ему заряд ядра /в рассматриваемом случае

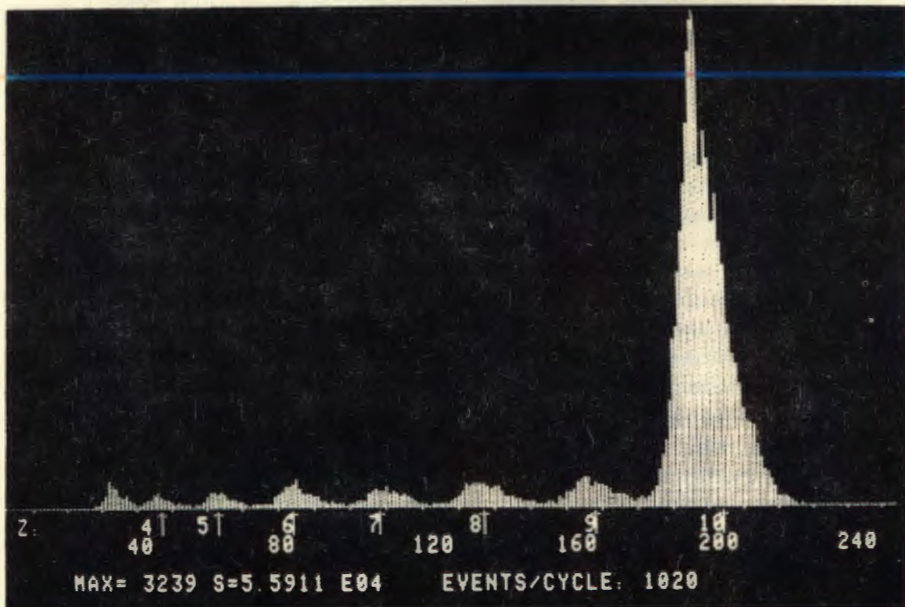


Рис.7. Амплитудное распределение сигналов от кристалла CsI(Tl) при регистрации ядер после прохождения пучка $^{22}\text{Ne}_{10}$ через толстую мишень.

заряд налетающего ядра $Z = 10$), количество указателей. Из представленных на рисунке данных видно, что регистрирующая система практически линейна.

4. ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ УСКОРЯЮЩАЯ СИСТЕМА

После модернизации мощных каскадов широкополосного усилителя и индуктивности колебательного контура /11/ ускоряющая система стала надежно обеспечивать ускорение частиц в синхрофазотроне в различных режимах его работы. В период эксплуатации ВЧ системы на ускорителе было продолжено исследование различных характеристик ее и, в частности, формы кривой ВЧ напряжения на ускоряющем электроде в момент захвата пучка в синхротронный режим ускорения. При разработке линии - она служит индуктивностью контура и содержит ферритовые кольца марки ОКС-500 - учитывалась зависимость резонансной частоты контура от амплитуды ВЧ напряжения. Изменение резонансной частоты при отсутствии тока подмагничивания обусловлено достаточно сильной зависимостью магнитной проницаемости феррита от ВЧ индукции. Увеличение ВЧ индукции до ~ 700 Гс приводит к линейному росту в 1,5-1,7 раза магнитной проницаемости /12/. Измерения, проведенные в свое время на полномасштабном макете линии, показали, что с ростом амплитуды ВЧ напряжения на контуре резонансная частота практически линейно уменьшается с крутизной ~ 7 кГц/кВ. Поэтому длина линии была выбрана 7,5 м из таких соображений, чтобы резонансная частота была равна 0,3 МГц при амплитуде ~ 13 кВ и совпадала бы с удвоенной частотой обращения инжектируемого пучка. Кроме того, максимальная мощность, требуемая от ламп выходного каскада, имеет место на низкой частоте диапазона модуляции частоты ускоряющего напряжения, так как добротность феррита при подмагничивании растет быстрее, чем перестройка резонансной частоты контура. Поэтому от того, насколько точно совпадает начальная частота в момент включения с начальной резонансной частотой контура, зависит величина анодного тока ламп. Исследования показали, что при параллельной работе двух ламп типа ГУ-44А в выходном каскаде можно получить амплитуду ВЧ напряжения на ускоряющем электроде около 20 кВ.

На рис.8 приводятся осциллограммы ВЧ напряжения на ускоряющем электроде при различных амплитудах. Гармонический анализ, выполненный по этим осциллограммам, приводит к следующим выражениям:

$$a) u \approx 13,2 [\sin\phi + 0,082 \sin(2\phi - 1,1) + 0,027 \sin(3\phi - 0,12)] \text{ кВ,}$$

$$b) u \approx 16,5 [\sin\phi + 0,063 \sin(2\phi - 2) + 0,032 \sin(3\phi - 0,65)] \text{ кВ,} \quad //$$

$$в) u \approx 19,5 [\sin\phi + 0,12 \sin(2\phi - 2,7) + 0,045 \sin(3\phi - 2,55)] \text{ кВ.}$$

№ цикла	Дата проведения IV кв. 83 г.	№ репера	Осадки (мм)		Средняя квадратич. погрешность измерений (мм)
			$S_{тек}$	$S_{ос}$	
96	октябрь	1	0,00	-0,14	± 0,006
		2	-0,06	-0,08	
		3	+0,04	+0,05	
		4	-0,01	0,00	
97	ноябрь	1	+0,08	-0,06	± 0,003
		2	+0,06	-0,02	
		3	-0,07	-0,02	
		4	+0,05	-0,05	
98	декабрь	1	-0,04	-0,10	± 0,010
		2	-0,01	-0,03	
		3	-0,01	-0,03	
		4	+0,05	0,00	

ЛИТЕРАТУРА

1. Мурадян А.Г., Гинзбург С.А. Системы передачи информации по оптическому кабелю. "Связь", М., 1980.
2. Романов Ю.И. ОИЯИ, 10-81-295, Дубна, 1981.
3. Романов Ю.И. ОИЯИ, 13-82-279, Дубна, 1982.
4. Хоанг Као Зунг и др. ОИЯИ, 13-81-709, Дубна, 1981.
5. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, P10-9056, Дубна, 1975.
6. Волков В.И. и др. ОИЯИ, 9-82-557, Дубна, 1982.
7. Вавилов П.В. ЖЭТФ, 1957, 32, с. 920.
8. Волков В.И. и др. Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1981, т. 2, с. 268.
9. Басиладзе С.Г., Маньяков П.К. ОИЯИ, 13-73-7387, Дубна, 1973.
10. Басиладзе С.Г., Као Дак Хьен. ОИЯИ, 13-80-790, Дубна, 1980.
11. Бровка О.И. ОИЯИ, 9-83-24, Дубна, 1983.
12. Невяжский И.Х. и др. Радиотехника и электроника, 1956, т. 1, вып. 7, с. 954.

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ, ВЫПОЛНЕННЫЕ В IV КВАРТАЛЕ

За IV квартал 1982 года было выполнено три цикла высокоточных геодезических измерений на кусте реперов. Результаты измерений представлены в следующей таблице.

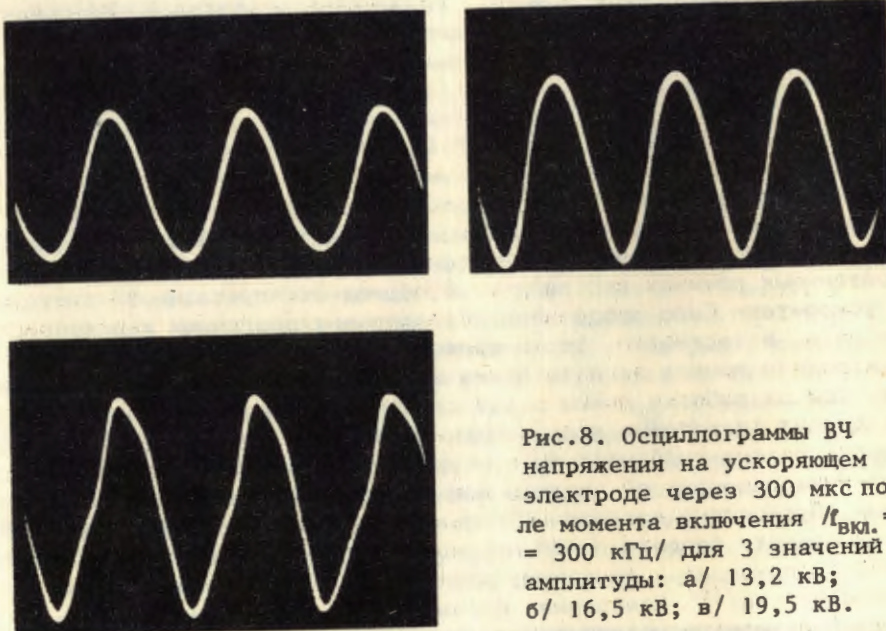


Рис.8. Осциллограммы ВЧ напряжения на ускоряющем электроде через 300 мкс после момента включения $t_{вкл.} = 300$ кГц/ для 3 значений амплитуды: а/ 13,2 кВ; б/ 16,5 кВ; в/ 19,5 кВ.

Как видно из рис.8в/ и как следует из выражений /1/, наибольшее искажение формы ВЧ напряжения имеет место при амплитуде 19,5 кВ. Расчет показывает, что для представленных форм кривой ВЧ напряжения максимально возможная радиальная амплитуда синхротронных колебаний составляет соответственно 40,47 и 55 см.

Интенсивность пучка, захваченного в режим синхротронного ускорения, возрастает с ростом амплитуды ускоряющего напряжения до тех пор, пока суммарная величина радиальных амплитуд бетатронных и синхротронных колебаний и искажения орбиты не станет соизмеримой с полушириной радиальной апертуры ускорителя. Неоднократные исследования показали, что оптимальная амплитуда при ускорении ядер в синхрофазотроне равна $11,5 \div 12,0$ кВ. При этом амплитуда радиальных синхротронных колебаний равна ~ 35 см. Этот режим является типовым и обычно поддерживается при ускорении ядер.

Рукопись поступила в издательский отдел
17 мая 1983 года.

Баландиков А.Н. и др. 9-83-317
Синхрофазотрон ОИЯИ. Работа и совершенствование /IV квартал 1982 г./

Приводятся сведения о работе ускорителя в IV квартале 1982 г. и на протяжении всего года. Для ускорения ядер тяжелее дейтронов в качестве источника применен электронно-лучевой источник "Крион-1". Ускоренные ядра углерода ^{12}C и изотопа неона ^{22}Ne были использованы в физических экспериментах. Как и ранее, управление источником ведется при помощи волоконно-оптической линии связи; для увеличения надежности использована новая система синхронизации "Криона". Созданы опытные образцы установок на линии с ЭВМ для анализа состава пучка ядер на выходе линейного ускорителя и на канале медленного вывода пучка из синхрофазотрона. В сеансе работы ускорителя были проведены измерения по определению состава пучка ядер от источника "Крион". Модернизация основных узлов ускоряющей системы позволила увеличить надежность работы синхрофазотрона. Приводятся соображения, положенные в основу выбора конструкции и основных параметров. Геодезические измерения были проведены только по кусту реперов.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Balandikov A.N. et al. 9-83-317
Dubna Synchrophasotron. Operation and Improvement (Quarter IV, 1982)

The data presented show the operation of the accelerator in the IVth quarter, 1982 and through the year. To accelerate nuclei heavier than deuterons, the use of the EBIS "Krion-1" is as a source. The accelerated ^{12}C and ^{22}Ne nuclei have found application in physics experiments. As before, the "Krion-1" source is controlled by means of fibre-optical lines; to increase the reliability, a new system of synchronization of "Krion-1" is used. To analyze the nuclear composition of a beam at the output of the linac and in the slow extraction channel of the beam from the synchrophasotron, test specimens of the device on-line with a computer have been constructed. Measurements on the determination of the nuclear composition of a beam from the "Krion" source were made in operation run of the accelerator. The reconstruction of an accelerating system allowed the reliability of the operation of the synchrophasotron to be increased. Considerations used as a basis of the choice of construction and main parameters are presented. Geodetic measurements were carried out only for a group of bench marks.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1983