

**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

9-86-647

М.А.Воеводин, В.Г.Глущенко, А.З.Дорошенко,
В.П.Заболотин, Л.П.Зиновьев, А.С.Исаев,
И.Б.Иссинский, А.Д.Кириллов, Л.Н.Комолов,
И.А.Курсков, Л.Г.Макаров, С.С.Нагдасев,
Б.Д.Омельченко, В.Н.Перфеев, А.И.Пикин,
П.А.Рукояткин, А.Л.Светов, И.Н.Семенюшкин,
В.Ф.Сиколенко, А.А.Смирнов, В.Л.Тищенко,
С.В.Федуков, В.И.Черников, Д.И.Шерстянов

СИНХРОФАЗОТРОН ОИЯИ

Работа и совершенствование

(I квартал 1986г.)

1986

1. РАБОТА И НАУЧНАЯ ПРОГРАММА

В первом квартале 1986 г. было запланировано 1306 ч работы синхрофазотрона. Из них на физический эксперимент использовано 1053 ч (80,7%), на совершенствование ускорителя - 189 ч (14,5%). Потери времени по причине простоя узлов составили 49 ч. (3,7%), прочие потери 15 ч (1,1%).

В табл.1 представлена информация о виде ускоряемых ядер, их максимальной и рабочей интенсивности и длительности работы ускорителя в соответствующем режиме в часах.

Таблица 1

Вид ядер	N_{\max}	\bar{N}	$T_{\text{час}}$
p	$N_{\text{ст}}$	$N_{\text{ст}}$	756
d	$N_{\text{ст}}$	$N_{\text{ст}}$	372
Mg ¹²⁺	$8,0 \cdot 10^4$	$4,0 \cdot 10^4$	178

Коэффициент использования ускорителя в физических исследованиях $K = 4,9$. $N_{\text{ст}}$ - уровень интенсивности пучка протонов и дейтронов ограничен санитарным паспортом.

В первом квартале было проведено очередное испытание системы криооткачки вакуумной камеры синхрофазотрона. Система была смонтирована во всех 4 квадрантах камеры в 1985 г. При испытании ее было получено улучшение вакуума в рабочей камере ускорителя с $2,0 \cdot 10^{-6}$ Торр до $3,0 \cdot 10^{-7}$ Торр. Это позволило получить ускоренный пучок ядер магния с интенсивностью до $3,0 \cdot 10^7$ ядер в импульсе.

В первом квартале были продолжены исследования по изучению закономерностей кумулятивного рождения частиц: выполнены эксперименты по поиску кумулятивных антипротонов, измерена А-зависимость рождения K^{\pm} -мезонов при импульсах 500 и 600 МэВ/с на протонах и дейтронах. Проведены измерения инклюзивных спектров при поглощении заряженных пионов ядрами, сечения реакции перезарядки пионов на ядрах при энергии ≈ 1 ГэВ. Выполнены измерения выхода адронов из ядер от углерода до золота при энергии падающих дейтронов $2,5 \div 8$ ГэВ. Получено около 100 тыс. фотографий на

2-метровой пропановой пузырьковой камере на протонах и дейтронах и 25 тыс. фотографий $Mg + Mg$ взаимодействий на установке ГИЭС.

Выполнены запланированные работы по развитию физических установок, изучению радиационной обстановки, медико-биологические эксперименты.

2. МЕДЛЕННЫЙ ВЫВОД

В настоящее время на синхрофазотроне успешно работают две системы вывода пучка. Это позволяет в одном цикле ускорения вывести пучок по двум направлениям. Основное направление МВ-1 предназначено для вывода и формирования пучков ядер с энергией до 3,6 ГэВ/нуклон и протонов до 8 ГэВ при длительности вывода $t \leq 500$ мс. По второму направлению МВ-2 можно выводить пучки ядер длительностью ≤ 300 мс с энергией до 3 ГэВ/нуклон и пучки протонов до 7 ГэВ. В том же направлении можно выводить и пучки частиц вплоть до максимальных энергий с длительностью вывода ≤ 1 мс.

На направлении МВ-1 в измерительном павильоне (ИП) и экспериментальном корпусе (корп. 205) создана и функционирует система из восьми каналов, позволяющая обеспечить тринадцать физических установок пучками первичных и вторичных частиц (рис.1). Оптическая система канала (ВП-1), транспортирующего пучки частиц в корп.205, включает шесть дублетов квадрупольных линз типа 20К200, собранных в три объектива. Изображение формируется в фокусах F_4, F_5, F_6 ; здесь предусмотрена установка мишеней для получения пучков вторичных частиц. Пучки n -мезонов, выходящие из мишени, установленной в фокусе F_4 , формируются каналами 1В и 7В, при этом импульс и сорт частиц, выбранных экспериментатором в одном из каналов, не зависят и не влияют на характеристики пучка, формируемого другим каналом. Соответственно от установленной в F_5 мишени могут работать одновременно каналы 3В и 4В, а от установленной в F_6 мишени может работать канал 6В или 5В.

Таким образом, система каналов в корп. 205 позволяет вести одновременно физические исследования на пучках вторичных частиц на пяти экспериментальных установках. С учетом того, что в ИП на проходящем пучке располагается еще одна установка, общее число одновременно работающих установок в направлении МВ-1 достигает шести.

При ускорении ядер (углерод, кислород и т.п.) возможности одновременной работы физических установок существенно уменьшаются, и на направлении МВ-1 одновременно могут работать только две установки. Ограничения определяются как уровнем интенсивности выводимого из ускорителя пучка ядер, так и необходимостью разделения его по нескольким направлениям.

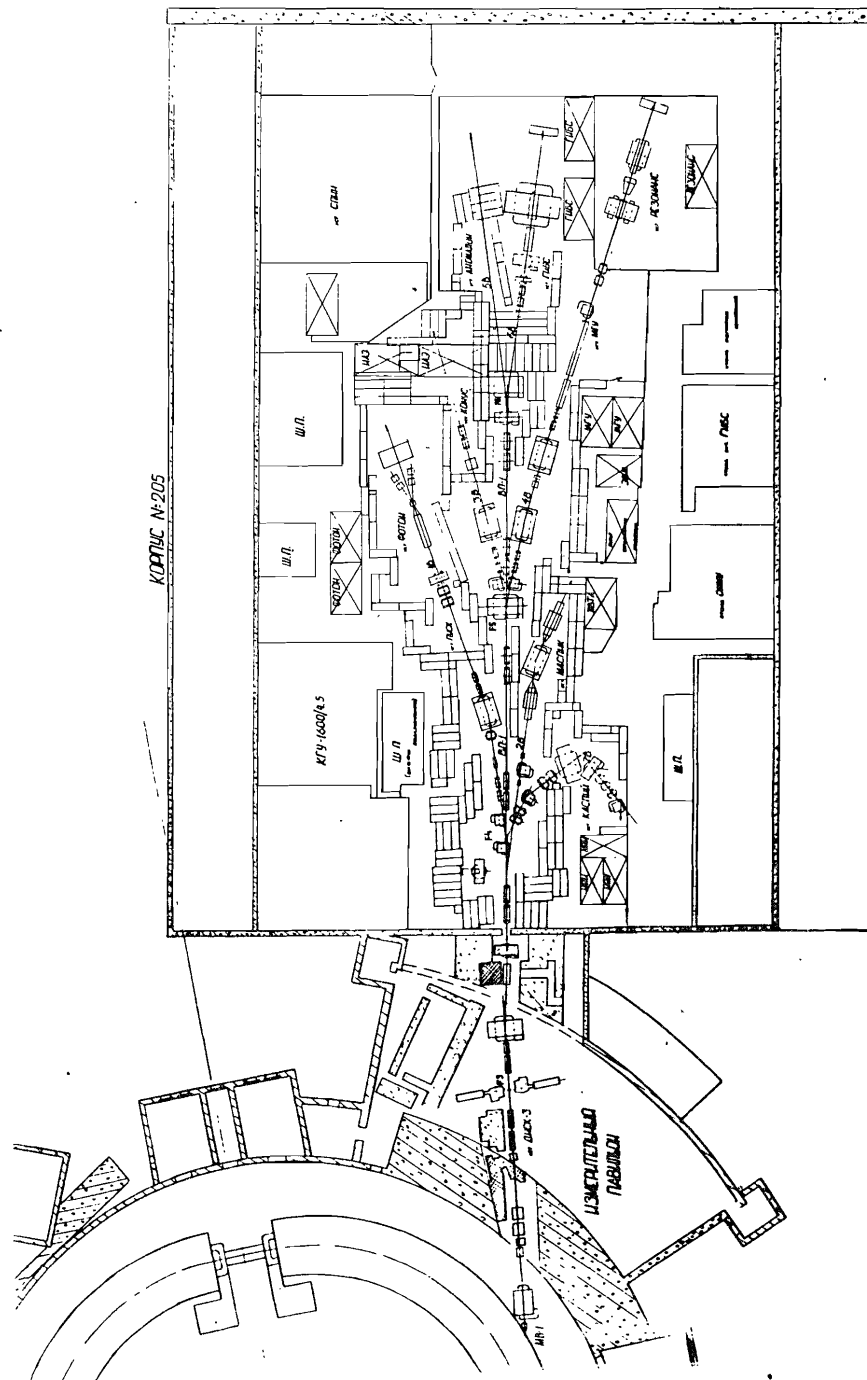


Рис.1. Схема расположения магнитных каналов и физических установок в измерительном павильоне и экспериментальном корпусе 205.

Выведенный первичный пучок в корп. 205 может быть отклонен в любой из боковых каналов (за исключением канала 7В) при помощи магнитов, установленных в канале ВП-1 в районе F_4 , F_5 и F_6 .

В первом квартале 1986 г. в сеансах ускорения протонов и дейтронов был осуществлен режим, обеспечивший одновременную работу семи физических установок, что существенно повысило эффективность использования синхрофазотрона.

В течение квартала было проведено шесть сеансов работы ускорителя на физический эксперимент в условиях полученного режима бесструктурного медленного вывода.

Предпосылками для реализации такого режима послужили разработки асинхронной схемы и активного фильтра, позволившие подавить пульсации в магнитном поле "стола" до значения $10^{-4}\%$ /1/. С помощью системы обратной связи по току выведенного пучка /2/ осуществлялся медленный вывод в направлении МВ-1 с выключенным ускоряющим напряжением. Обратная связь была дополнена системой демпфирования модуляционных колебаний, возникающих в процессе вывода пучка под воздействием возмущений в рабочем магнитном поле ускорителя. Осуществление такого режима позволило полностью исключить микроструктуру в токе выводимого пучка, а его модуляцию низкими частотами (макροструктура) уменьшить до 25-30%.

На рис.2 приведена осциллограмма, дающая представление о макроструктуре выведенного пучка при работе в обычном режиме с включенным ускоряющим напряжением. На верхнем луче - информация об интенсивности в кольце ускорителя с сигнальных электродов.

Осциллограмма на рис. 3 показывает макроструктуру тока пучка при выводе без ускоряющего напряжения, при совместной работе асинхронной схемы подавления пульсаций, активного фильтра и обратной связи по току выведенного пучка с системой демпфирования. При этом на верхнем луче информация об интенсивности исчезает после выключения ускоряющего высокочастотного напряжения. Это связано с расплыванием банчей в кольце и исчезновением оборотной структуры пучка.

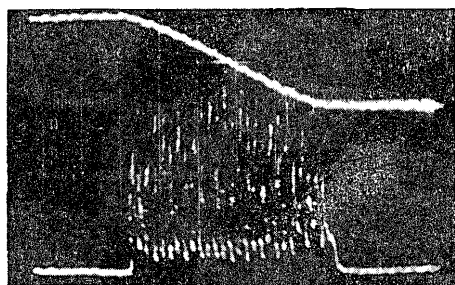
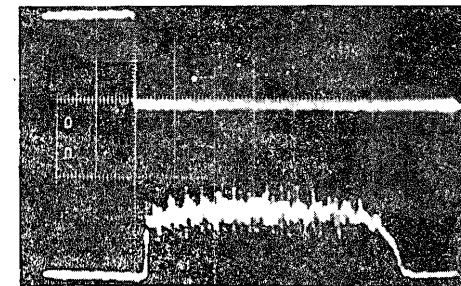


Рис.2. Макроструктура тока выведенного пучка (нижний луч). Ускоряющее напряжение остается включенным в течение вывода. Информация об изменении интенсивности с сигнальных емкостных электродов по мере вывода пучка (верхний луч).

Рис.3. Макροструктура тока выведенного пучка в условиях совместной работы систем подавления пульсаций и обратной связи (нижний луч). Ускоряющее напряжение выключено перед началом вывода пучка. Информация об интенсивности на верхнем луче отсутствует с момента выключения ускоряющего напряжения.



По данным физического эксперимента описываемый режим увеличил эффективную длительность медленного вывода в 8-10 раз, а в одном из экспериментов было обнаружено, что время набора статистики сократилось приблизительно в 50 раз.

3. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

В 1985 году был выполнен один цикл высокоточных геодезических измерений по сети, расположенной на колоннах здания

Таблица 2

№ квартанта	№ п/п	Колонны				Магниты			
		Внутрен. радиус		Внешний радиус		Внутрен. радиус		Внешний радиус	
		S тек.	S abs.	S тек.	S abs.	S тек.	S abs.	S тек.	S abs.
I	1	0,00	0,00	-0,08	-1,59	-0,22	-1,12	-0,16	+0,14
	2	+0,21	+0,27	-0,09	+0,25	-0,18	-2,04	-0,17	-0,70
	3	+0,35	+0,55	+0,06	+0,34	-0,16	-1,86	-0,06	-0,64
	4	+0,26	+0,49	+0,09	+0,81	-0,12	-1,72	+0,29	-0,29
	5	+0,41	+0,39	+0,32	+1,07	+0,44	-1,06	+0,36	-0,16
II	1	+0,27	+0,69	+0,36	+0,50	+0,30	-0,55	+0,28	-0,16
	2	+0,25	+0,52	+0,42	-0,70	+0,39	-1,06	+0,49	-0,68
	3	+0,13	+0,33	+0,27	-0,82	+0,24	-0,94	+0,43	-0,92
	4	+0,21	+0,72	+0,38	-0,18	+0,20	+0,62	+0,49	-0,54
III	1	-0,08	+0,90	-	-	-0,18	-0,94	+0,21	-0,18
	2	-0,10	+0,87	+0,14	-2,45	-0,16	-2,07	+0,18	-1,92
	3	+0,09	+0,39	+0,11	-2,71	-0,08	-2,26	+0,12	-2,08
	4	-	-	-0,01	-1,92	-0,30	-2,54	-0,11	-1,88
	5	+0,24	-0,43	+0,07	-1,66	-0,14	-2,45	-0,04	-1,39
IV	1	+0,22	-1,37	+0,05	-1,30	+0,05	-2,10	-0,03	-1,57
	2	+0,10	-0,67	+0,05	-1,09	+0,12	-2,93	-0,15	-1,60
	3	+0,15	-0,64	-0,12	-1,38	-0,05	-2,80	-0,24	-1,95
	4	+0,07	-0,43	-0,23	-1,68	-0,22	-1,78	-0,19	-2,06

синхрофазотрона и электромагните ³/₃, ⁴/₄. Данные текущих и абсолютных осадок шкалок в мм приведены в табл. 2. (Средняя квадратичная погрешность измерений $\delta = 0,006$ мм). В таблице 3 представлены результаты высокоточных измерений в IV квартале 1985 г. и I квартале 1986 г. на куске реперов.

Таблица 3

№ цикла	Дата измерения	№ репера	S тек.	S абс.	Средн. квадр. погрешность мм
I32	октябрь-85	I	+0,05	-0,13	± 0,009
		2	-0,01	-0,04	
		3	+0,02	+0,03	
		4	-0,05	+0,01	
I33	ноябрь-85	I	+0,03	-0,10	± 0,009
		2	+0,01	-0,03	
		3	-0,02	+0,01	
		4	-0,03	-0,02	
I34	декабрь-85	I	+0,01	-0,09	± 0,012
		2	0,0	-0,03	
		3	0,0	+0,01	
		4	-0,02	-0,04	
I35	январь-86	I	-0,01	-0,10	± 0,007
		2	-0,01	-0,04	
		3	+0,03	+0,04	
		4	-0,03	-0,01	
I36	февраль-86	I	-0,02	-0,12	± 0,007
		2	+0,03	-0,01	
		3	-0,05	-0,01	
		4	+0,05	-0,02	
I37	март-86	I	+0,0	-0,12	± 0,005
		2	-0,01	-0,02	
		3	+0,01	0,0	
		4	+0,02	0,0	

ЛИТЕРАТУРА

1. Глушенко В.Г. и др. ОИЯИ, 9-86-473, Дубна, 1986.
2. Волков В.И. и др. ОИЯИ, 9-8910, Дубна, 1975.
3. Безногих Ю.Д. и др. ОИЯИ, Б1-9-8374, Дубна, 1974.
4. Безногих Ю.Д. и др. ОИЯИ, Б1-9-8775, Дубна, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел
30 сентября 1986 года

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

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

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.
D11-85-791	Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985.	4 р.
D13-85-793	Труды XII Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна 1985.	4 р. 80 к.

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

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

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

Воеводин М.А. и др.

9-86-647

Синхрофазотрон ОИЯИ. Работа и совершенствование
(I квартал 1986 г.)

Приведены сведения о работе ускорителя в I квартале 1986 года. Описана система вывода ускоренного пучка по двум направлениям и система транспортировки пучка в экспериментальных залах. Особое внимание было уделено подавлению пульсаций в магнитном поле. Улучшение структуры медленного вывода пучка определило и увеличение эффективной длительности медленного вывода в несколько раз. Продолжены геодезические измерения.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод Л.Н.Барабаш

Voevodin M.A. et al.

9-86-647

Dubna Synchrophasotron. Operation and Improvement
(Quarter I, 1986)

Information is presented on the accelerator operation in the first quarter, 1986. A system of accelerated beam extraction in two directions and a system of beam transportation in the experimental halls are described. Much attention has been given to pulsation suppression in the magnetic field. The improvement of the structure of the extracted beam makes it possible to increase an effective duration of slow extraction by a factor of several times. Geodetic measurements are being continued.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986