

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



С345e5

В-676

8/IX-75

9 - 8910

3355/2-75

В.И.Волков, И.А.Елисеева, И.Б.Иссинский,
И.Ф.Колпаков, В.Ф.Сиколенко, В.А.Смирнов

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ
И УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ
МЕДЛЕННОГО ВЫВОДА ПУЧКА
ИЗ СИНХРОФАЗОТРОНА ОИЯИ

1975

В.И.Волков, И.А.Елисеева, И.Б.Иссинский,
И.Ф.Колпаков, В.Ф.Сиколенко, В.А.Смирнов

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ
И УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ
МЕДЛЕННОГО ВЫВОДА ПУЧКА
ИЗ СИНХРОФАЗОТРОНА ОИЯИ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

В 1972 году на синхрофазотроне ОИЯИ была успешно запущена ^{/1/} и в настоящее время работает на физический эксперимент система медленного вывода первичного пучка. Поскольку условия физического эксперимента предъявляют повышенные требования к параметрам выводимого пучка, зависящим от большого количества факторов ^{/2/}, вопросы настройки элементов вывода и стабилизации характеристик пучка удобнее решать с помощью систем обратных связей, содержащих ЭВМ и аналоговые цепи. Такие системы позволяют решить следующие задачи:

1. Измерение и контроль параметров ускорителя, определяющих режим работы системы медленного вывода.
2. Измерение и контроль параметров выводной системы.
3. Измерение и контроль характеристик выводимого пучка.
4. Межцикловые коррекции режимов медленного вывода.
5. Стабилизация параметров выводимого пучка в процессе вывода.
6. Выдача на пульт управления необходимой информации о состоянии системы вывода и проводимых коррекциях.

Описание системы

Блок-схема системы приведена на *рис. 1.*

Измерение и контроль величины магнитного поля ускорителя /датчик 1/ и радиального положения циркулирующего пучка /индукционные электроды 12/ необходимы для нормального функционирования системы вывода, поскольку их совокупность определяет режим работы резонансных устройств и элементов транспортировки выво-

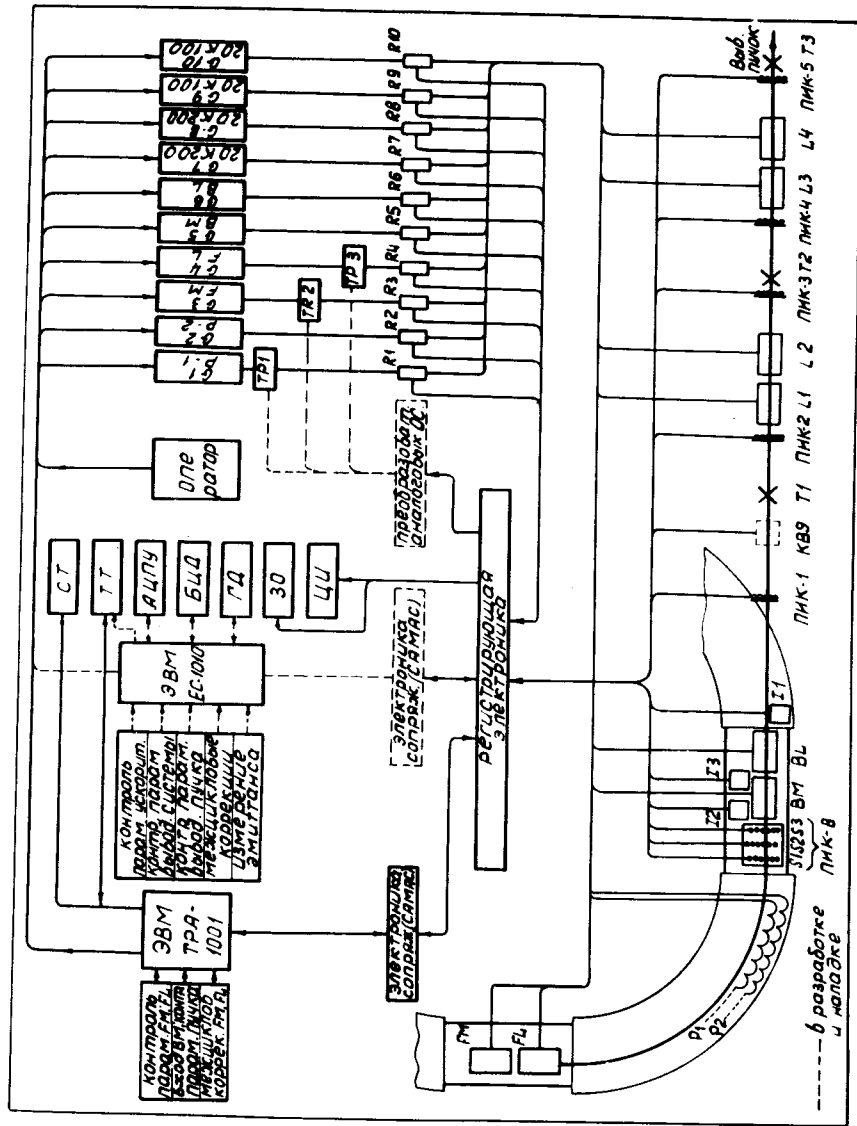


Рис. 1. Блок-схема системы контроля и управления параметрами медленного вывода.

димого пучка^{/2,3/}. Для контроля эффективности резонансной системы производится измерение интенсивности циркулирующего пучка /индукционный электрод 13/ как перед началом, так и после окончания вывода пучка.

Информация о режимах работы /величина токов, временная привязка к столу главного магнитного поля/ резонансной системы /обмотки P1, P2/, элементов первой ступени внутренней транспортировки пучка /септум-магнит FM и линза FL /, выводного магнита BM и выводной линзы BL /вторая ступень внутренней транспортировки/, а также двух дублетов квадрупольных линз (L1-L2 и L3-L4), транспортирующих выведенный пучок к внешним мишеням, поступает с измерительных шунтов (R1-R10), включенных в цепи питания перечисленных устройств /питание осуществляется от генераторов G1-G10 /.

Измерение пространственных и временных характеристик выводимого пучка производится с помощью многопроволочных ионизационных камер /ПИК/, работающих в токовом режиме. Камера ПИК-В, расположенная перед магнитом BM, состоит из трех секций, дающих возможность выполнять следующие функции: измерение с заданным временным интервалом положения и формы пучка в процессе вывода /секция S1 / с целью оперативного контроля режима работы магнита FM и режима "перефокусировки"^{/2,3/}, осуществляемого линзой FL; непрерывное получение информации о временной структуре /рис. 2/ пучка /датчик тока выводимого пучка S2 /, его размерах и положении центра тяжести /секция S3 /. Эти данные используются в цепях аналоговых обратных связей. Характеристики пучка при выходе из ускорителя /в районе первой мишенной станции T1/, на входе в первый дублет квадрупольных линз, в районе второй внешней мишени /T2/, на входе второго дублета линз и перед третьей внешней мишенью /T3/ контролируются камерами ПИК-1 ÷ ПИК-5. Регистрирующая электроника, подключенная к камерам, позволяет производить многократные измерения в процессе вывода как в автономном режиме с выводом информации на запоминающий осциллограф, так и в режиме "на линии" с ЭВМ. На осциллограмме /рис. 3/ показаны гистограммы горизон-

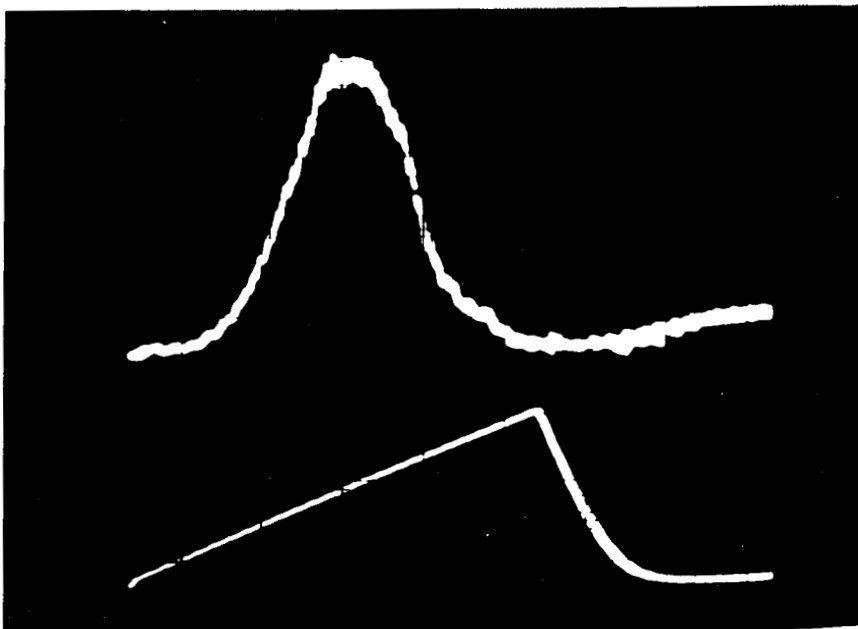


Рис. 2. Осциллограмма временной структуры выведенного пучка без обратных связей. На нижнем луче ток в резонансной обмотке. Развертка 100 мс/дел.

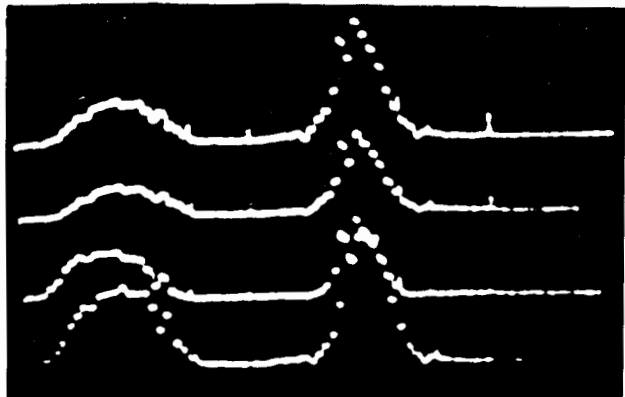


Рис. 3. Осциллограммы профиля выведенного пучка, снятые в течение вывода с интервалом в 100 мс /слева - в горизонтальной, справа - в вертикальной плоскости/.

тального /левая половина экрана/ и вертикального /правая половина экрана/ профилей пучка, полученные с одной из камер в процессе вывода. Введение в эксплуатацию камеры вторичной эмиссии /КВЭ/, находящейся в настоящее время в стадии наладки, позволит производить абсолютные измерения интенсивности выводимого пучка.

С помощью цепей межцикловых коррекций путем воздействия на управляющие органы питающих генераторов ($G1 \div G10$) производится корректировка элементов выводной системы в промежутках между циклами ускорителя при отклонении каких-либо параметров от заданных так, чтобы в последующих циклах свести эти отклонения к минимуму. В настоящее время функционирует цепь межцикловых коррекций, созданная на базе ЭВМ ТРА-1001 в минимальном комплекте^{/4/}, в которой измеряются и контролируются параметры элементов первой ступени внутренней транспортировки пучка, измеряются и контролируются пространственные характеристики пучка /ПИК-В/ на входе во вторую ступень внутренней транспортировки, и на основании полученной информации в промежутках между циклами ускорителя производится коррекция токов FM и FL, причем информация о проводимых коррекциях выдается на световое табло пульта управления и на телетайп. Рис. 4, на котором приведены гистограммы профиля пучка в течение трех циклов ускорителя в процессе коррекций, иллюстрирует работу цепи.

Введение ЭВМ ЕС 1010 в систему управления позволит существенно расширить ее функциональные возможности: охватить цепями межцикловых коррекций участки внешней транспортировки пучка, в сеть межцикловых коррекций включить резонансную систему с целью автоматической настройки и стабилизации растяжки пучка и, наконец, реализовать возможность оперативного измерения эмиттанса выводимого пучка с целью тонкой настройки и оптимизации^{/5/} параметров системы вывода.

Для компенсации факторов, нарушающих временную однородность выводимого пучка и стабильность его пространственных характеристик на входе ВМ в процессе вывода^{/6,7/}, в цепи питания P-1, FM, FL с помощью быстрых регуляторов ($TR1 \div TR3$) вводятся аналоговые

INTERCYCLE CORRECTION INFORMATION:
 INT= 67 INTD= 70 SIGMA= 10
 FMI=187 FMS=194 FMI0=1100 FMS0=1120
 FL= 674 FLO= 710 FFSILOJ 10
 DELTA0= 7 AC0= 15

SEMA 4
 DELTA= 7 AC= 81

1 1
 2 1
 3 2
 4 2
 5 2
 6 1
 7 0
 8 1
 9 1
 10 1
 11 1
 12 3
 13 5
 14 8
 15 17
 16 17
 17 14
 18 24
 19 29
 20 31
 21 31
 22 41
 23 41
 24 38
 25 29
 26 15
 27 8
 28 4
 29 4
 30 0

CONNECTIONS: FMI= 4500 MLS FMS= 00 MLS FL= 00 MLS

INTERCYCLE CORRECTION INFORMATION:
 INT= 68 INTD= 70 SIGMA= 10
 FMI=183 FMS=175 FMI0=1100 FMS0=1120
 FL= 69 FLO= 710 FFSILOJ 10
 DELTA0= 7 AC0= 15

SEMA 4
 DELTA= 8 AC= 19

1 2
 2 3
 3 2
 4 2
 5 2
 6 1
 7 1
 8 2
 9 2
 10 2
 11 3
 12 3
 13 5
 14 8
 15 16
 16 12
 17 12
 18 34
 19 36
 20 35
 21 35
 22 26
 23 21
 24 13
 25 6
 26 4
 27 4
 28 2
 29 3
 30 1

CONNECTIONS: FMI= 4000 MLS FMS= 00 MLS FL= 00 MLS

INTERCYCLE CORRECTION INFORMATION:
 INT= 70 INTD= 70 SIGMA= 10
 FMI=105 FMS=110 FMI0=1100 FMS0=1120
 FL= 673 FLO= 710 FFSILOJ 10
 DELTA0= 7 AC0= 15

SEMA 5
 DELTA= 5 AC= 14

1 1
 2 1
 3 1
 4 1
 5 1
 6 3
 7 3
 8 6
 9 9
 10 16
 11 16
 12 32
 13 41
 14 48
 15 36
 16 40
 17 18
 18 12
 19 5
 20 3
 21 3
 22 3
 23 1
 24 1
 25 0
 26 0
 27 0
 28 0
 29 0
 30 0

CONNECTIONS: FMI= 00 MLS FMS= 00 MLS FL= 00 MLS

Рис. 4. Гистограммы профиля пучка в течение трех последовательных циклов в процессе коррекций, производимых с помощью ЭВМ.

обратные связи. Первые эксперименты, проведенные в этом направлении, дали положительные результаты. На рис. 5 показан эффект введения обратной связи в цепь питания Р-1.

Важная роль в рассматриваемой системе отводится средствам представления информации. В настоящее время информация с датчиков системы вывода и об операциях, производимых ЭВМ ТРА 1001, выводится на световое табло /СТ/, запоминающие осциллографы /ЗО/, цифровые индикаторы /ЦИ/ и телетайп /ТТ/. Сопряжение ЭВМ ЕС 1010 с системой качественно расширит возможности последней и в отношении представления информации: вывод информации на буквенно-цифровой /БЦД/ и графический /ГД/ дисплей позволит оператору получать необходимые данные в удобной форме и активно вмешиваться в функционирование системы.

Ожидается /и это подтверждается работой внедренной аппаратуры/, что полная реализация описанных работ приведет к значительному сокращению времени настройки системы вывода, обеспечит высокую стабильность параметров выводимого пучка и, в конечном счете, существенно повысит эффективность использования ускорителя в физическом эксперименте.

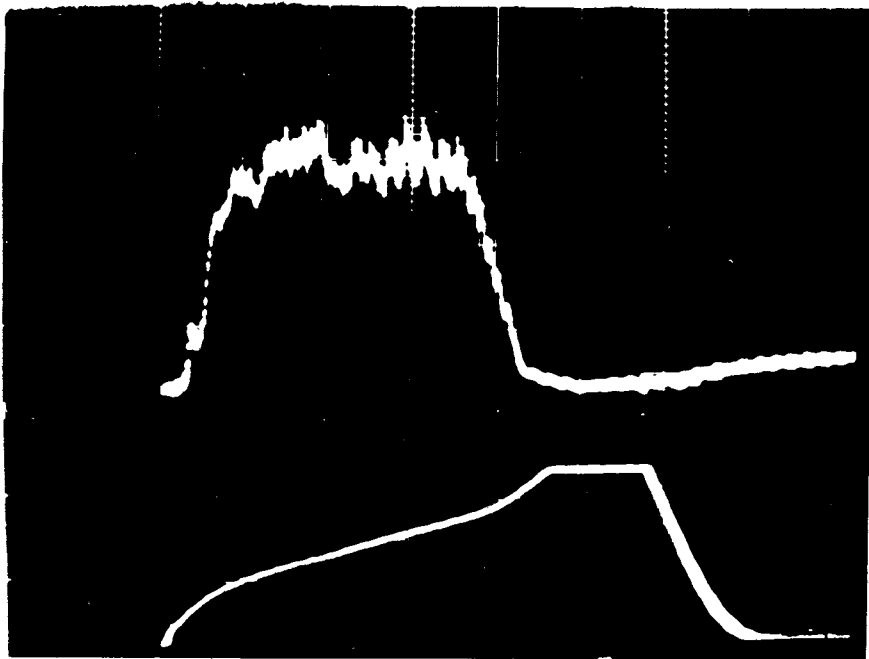


Рис. 5. Осциллограмма временной структуры выведенного пучка при введении быстрой аналоговой обратной связи. На нижнем луче ток в резонансной обмотке. Развертка 100 мс/дел.

Литература

1. С.А.Аверичев и др. Состояние работ по медленному выводу пучка из синхрофазотрона ОИЯИ. Труды Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, т. II, М., Наука, 1973.
2. Б.В.Василишин, И.Б.Иссинский, Е.М.Кулакова. ОИЯИ, Р9-6972, Дубна, 1973.
3. Б.В.Василишин и др. ОИЯИ, Р9-6973, Дубна, 1973.
4. Депонированное сообщение ОИЯИ, Б1-9-8856, Дубна, 1975.
5. Б.В.Василишин. ОИЯИ, 9-8049, Дубна, 1974.
6. Б.В.Василишин и др. ОИЯИ, 9-7498, Дубна, 1973.
7. I.V.Issinsky et al. Particle Accelerators. Vol. 5, No. 4, 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел
23 мая 1975 года.