

+

О П И С А Н И Е

РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

СИНХРОЦИКЛОТРОНА НА 680 МЭВ

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

C 345e5

E-645

"УТВЕРЖДАЮ"

Главный инженер Лаборатории
ядерных проблем ОИЯИ

Б1-9-4691



Г.И. Селиванов

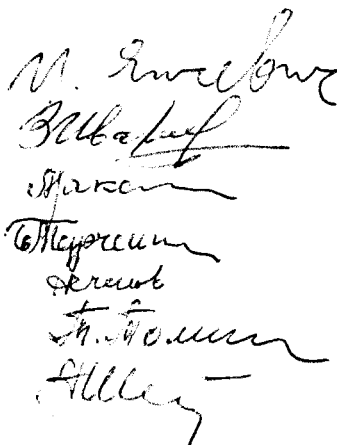
" 01 " сентября 196 г.

О П И С А Н И Е

РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ СИНХРОЦИКЛОТРОНА НА 680 МЭВ

с.р. 2582

Исполнители: И.Б.Енчевич
 В.И.Иванов
 Ю.В.Максиков
 Б.Н.Марченко
 Е.П.Сеченов
 Т.Н.Томилина
 А.В.Шестов



20 сентября 69

- г. Дубна, 1968 г. -

Объединенный институт
 ядерных исследований
 БИБЛИОТЕКА

О Г Л А В Л Е Н И Е

I. ГЕНЕРАТОР ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ	стр. 37
II. МАНИПУЛЯТОРЫ	<u>7-11</u>
III. СИСТЕМА УРАВНЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРАМИ	<u>11</u>
1. Фотодатчик	<u>11-13</u>
2. Блок катодных повторителей	<u>13</u>
3. Коммутирующее устройство	<u>13-14</u>
4. Блоки формирования управляющих импульсов	<u>14-18</u>
5. Блок синхронизации экспериментальных установок с работой синхроциклотрона	<u>18-20</u>
6. Блок формирования тормозящего импульса	<u>20-22</u>
IV. БЛОК ФОРМИРОВАНИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ ИМПУЛЬСОВ ПРИ РАБОТЕ В "НАКОПИТЕЛЬНОМ РЕЖИМЕ (блок № 3)	<u>22-29</u>
V. УПРАВЛЕНИЕ РАСТЯЖКОЙ ПУЧКА	<u>29-33</u>
VI. УПРАВЛЕНИЕ РАБОТОЙ УСКОРИТЕЛЯ В РЕЖИМЕ НАКОПЛЕНИЯ И РАСТЯЖКИ ПУЧКА	<u>33-36</u>
VII. ДИСПЕТЧЕРСКАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ I И 2 КОРПУСАМИ	<u>36-37</u>
VIII. ВНУТРЕННЯЯ СВЯЗЬ В КОРПУСЕ I	<u>37</u>

I. ГЕНЕРАТОР ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Генератор высокой частоты предназначен для генерирования высокого напряжения в диапазоне частот, необходимых для ускорения протонов в синхротронном циклотроне. Генератор высокой частоты собран по схеме широкополосного автогенератора. Диапазон требуемых частот определяется параметрами ускорителя: магнитным полем, массой ускоряемых частиц и выбранной предельной энергией.

Частота обращения протона f может быть получена из выражения:

$$f = \frac{1,52 \cdot 10^{-3} \cdot H}{1 + \frac{W}{E_0}}$$

где H - напряженность магнитного поля в эрстедах ;

W - кинетическая энергия протона в МэВ ;

$E_0 = 938$ МэВ - энергия покоя протона ;

Для синхронизма частота ускоряющего электрического поля должна равняться частоте обращения протонов.

При напряженности магнитного поля в центре $H_0 = 16730$ эрстед начальная частота ускорения для синхротронного циклотрона на 680 МэВ равна $f_0 = 1,52 \cdot 10^{-3} \cdot H_0 = 1,52 \cdot 10^{-3} \cdot 16730 = 25,43$ МГц.

Для обеспечения устойчивости радиального движения частиц требуется спадющее по радиусу магнитное поле.

При ускорении протонов до энергии 680 МэВ и при снижении напряженности магнитного поля по радиусу на 4,5 % частота в конце цикла ускорения равна

$$f_H = \frac{1,52 \cdot 10^{-3} \cdot H}{1 + \frac{W}{E_0}} = \frac{1,52 \cdot 10^{-3} \cdot 16730 \cdot 0,955}{1 + \frac{680}{938}} = 14 \text{ МГц.}$$

Диапазон возбуждаемых генератором частот в зависимости от настройки высокочастотной системы изменяется от $f_0 = 26 \pm 26,6$ МГц до $f_H = 13,85 \pm 14$ МГц.

Генератор выполнен на двух мощных генераторных триодах с водяным охлаждением типа ГУ - 45А, включенных параллельно.

Принципиальная схема автогенератора приведена на рис. 1, а его эквивалентная схема на рис. 2. На рис. 3 представлена схема соединений в/ч системы синхроциклотрона.

Генератор собран по трехточечной схеме с заземленной сеткой. Цепь сеток заземлена по высокой частоте через паразитную индуктивность соединительных шин L_4 и емкости C_4 (два конденсатора по 1000 пф.).

Основными элементами емкостной трехточечной схемы являются C_5 , C_7 и $L_{сис.}$. Эти элементы в схему автогенератора включены следующим образом.

Между анодом и сеткой (заземленной точкой по в/ч) включена $L_{сис.}$ через последовательно соединенные емкости: разделительную емкость $C_p = 13200$ пф (6 конденсаторов по 2200 пф), переменную емкость конденсатора связи $C_{св.}$ ($C_{св. макс.} = 200$ пф.) и емкость коллекторного конденсатора ($C_k = 20000$ пф.).

Между анодом и катодом, через паразитные индуктивности соединительных шин L_5 и L_6 и три параллельно включенные симметрирующие емкости C_6 (три конденсатора по 1000 пф.), включена регулируемая емкость положительной обратной связи C_5 (с пределом регулировки от 80 до 120 пф.). Между сеткой (заземленной точкой по в/ч) и катодом включена цепь отрицатель-

ной обратной связи, состоящая из регулируемой индуктивности (с пределом регулировки от 0,1 до 0,5 мкГн) и емкости $C_7 = 188$ пф. (четыре параллельно включенные конденсатора по 47 пф.).

Переменная емкость варивара (изменяющаяся от $C_{вар. min} = 180$ пф. до 2880 пф.) вместе с $L_{сис.}$ образует параллельный колебательный контур и служит для настройки резонансной системы на частоты рабочего диапазона.

Коэффициент положительной обратной связи, обеспечивающий возбуждение генератора, определяется в основном емкостями C_5 и C_7

$$K = \frac{C_5 + C_2}{C_7 + C_3}$$

где C_1 - междуэлектродная емкость ламп анод - катод ;

C_2 - междуэлектродная емкость ламп сетка - катод.

Верхняя граница возбуждения генератора обуславливается выбором частот $f_7 (L_7 C_7)$ и превосходит частоту f_6 на 10 + 15%.

Нижняя граница возбуждения ограничивается частотой

$$f_H = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_K (C_7 + C_3)}}$$

и определяется индуктивностью $L_K = 3$ мкГн. катодного дросселя Др. 3 и емкостями C_3 и C_7 .

Сечение шин катодного дросселя Др. 3 рассчитано на прохождение тока накала ламп.

Отрицательное смещение на сетках ламп генератора получается за счет прохождения сеточного тока через сопротивление гридлика 200 + 600 ом. Сопротивление гридлика состоит из 5-ти последовательно соединенных резисторов по 50 ом, установленных в шкафу в/ч генератора, и регулируемого сопротивления порядка 50 + 400 ом, находящегося в шкафу соответствующего манипулятора.

Величина сопротивления гравдлика устанавливается при выборе рабочего режима генератора.

Анодное напряжение на генератор подается от регулируемого по напряжению тиратронного выпрямителя.

В анодной цепи генератора включен фильтр, состоящий из высокочастотного дросселя $Dr.1 = 10$ мкГн и емкости $C_{\phi} = 6600$ пф. (три конденсатора по 2200 пф).

В сеточную цепь генератора также включен фильтр, состоящий из высокочастотного дросселя $Dr.2 = 4$ мкГн и емкости $C_{\phi} = 2200$ пф.

Для защиты накального трансформатора от высокочастотного напряжения на выводах его вторичной обмотки поставлены блокировочные конденсаторы C_{ϕ} (два конденсатора по 2200 пф.).

Генератор снабжен специальной электромеханической блокировкой и измерительными приборами, расположенными на передней панели шкафа генератора и контролирующими напряжение анода, напряжение накала, ток сетки и ток катода. Все измерительные приборы дублированы на пульте управления корпуса № 2.

Высокочастотный генератор может работать в режиме непрерывной генерации и в режиме манипуляции. В режиме непрерывной генерации генератор генерирует в/ч напряжения постоянно, т.е. во время прямого хода (изменение частоты от высокой к низкой) и обратного хода (изменение частоты от низкой к высокой). Режим непрерывной генерации применяется только при наладке и тренировке в/ч системы. В режиме манипуляции генератор работает только во время прямого хода, а на время обратного хода заперт. В режиме манипуляции на время обратного хода на сетку генераторных ламп подается запирающее отрицательное на-

пряжение, а на время прямого хода это напряжение снимается. Для подачи и снятия запирающего напряжения на сетки генераторных ламп служит манипулятор.

II. МАНИПУЛЯТОРЫ

Манипулятор предназначен для того, чтобы отпирать высокочастотный генератор во время изменения его частоты от высокой к низкой и запирает во время обратного хода изменения частоты (от низкой к высокой).

Для управления генератором имеются два манипулятора. Оба манипулятора взаимозаменяемы. Один из них находится в работе, а другой в резерве.

Манипулятор № 1 расположен за панелью № 8 щита № 2, а манипулятор № 2 за панелью № 24 щита № 3 второго корпуса. Принципиальная схема ман-ра № 1 изображена на рис. 4, а манипулятора № 2 на рис. 5.

Манипулятор № 1 собран на двух тиратронах ТР1 - 5/2, а манипулятор № 2 на двух тиратронах ТР-1 - 2,5/4. Манипуляторы работают под воздействием управляющих импульсов отрицательной полярности амплитудой ≈ 300 в и длительностью около 600 миксек. поступающих с блока управления на первичные обмотки сеточных трансформаторов манипулятора. Трансформаторы меняют полярность управляющих импульсов, поэтому на сетки тиратронов поступают импульсы положительной полярности.

Принцип работы схемы манипулятора № 2 следующий. Когда тиратроны (Λ_1 и Λ_2) заперты, сеточная цепь генератора разорвана,

М А Н И П У Л Я Т О Р

Назначение манипулятора: возбуждение и срыв генерации высокочастотного генератора во времени.

Для управления В.ч. генератором имеются два взаимозаменяемых манипулятора, один из которых резервный.

Манипулятор №1 расположен за панелью №2 щита №2, а манипулятор №2 за панелью №9 щита №3 второго корпуса. Принципиальная схема манипуляторов показана на рис. 6. Манипулятор собран на управляемых полупроводниковых вентилях-тиристорах типа ВКДУ-150 и работает под воздействием включающих и отключающих импульсов, поступающих со схемы управления.

Принцип работы манипулятора. При закрытых тиристорах Т-1 и Т-2 ^{по} /два последовательно включенных однотипных тиристора/, сеточная цепь В.ч. генератора разорвана, на сетку подано отрицательное смещение порядка -700в., равное анодному напряжению манипулятора и В.ч. генератор заперт. Включающий импульс, подаваемый через разделительный трансформатор на управляющий электрод тиристора Т-1 переводит его в открытое состояние. Замыкается сеточная цепь генератора, обеспечивая условия самовозбуждения в.ч. колебаний генератора.

На проводящем тиристоре падение напряжения практически равно нулю и, следовательно, потенциал в точке подсоединения коммутирующей емкости С-1 по отношению к земле равен нулю. Потенциал закрытого тиристора Т-2 в точке подсоединения коммутирующей емкости равен E_a манипулятора и конденсатор С-1 заряжается до E_a .

Для срыва генерации в.ч. генератора необходимо подать отрицательное напряжение на сетку генераторной лампы, т.е. закрыть тиристор Т-1, что осуществляется подачей

на управляющий электрод тиристора Т-2 через разделительный трансформатор отключающего импульса. При этом тиристор Т-2 переходит в проводящее состояние, потенциал в точке подсоединения коммутирующей емкости по отношению к земле падает до нуля и к катоду тиристора Т-1 оказывается приложенным положительное напряжение конденсатора С-1. Тиристор Т-1 перестает проводить ток, но генерация еще продолжается до тех пор, пока потенциал между сеткой и катодом генераторной лампы не примет отрицательного значения, равного критическому напряжению смещения. Это время определяется постоянной времени цепи перезаряда коммутирующей емкости С-1, т.е.

$$\tau_1 = C_1 (R_{гр} + R_{ск}).$$

где: $R_{гр} = R'_{гр} + R''_{гр}$ - сопротивление гридлика,
 $R_{ск}$ - внутреннее сопротивление сетка-катод генераторных ламп.

Отпирается генератор следующим образом. В момент открытия тиристора Т-1 положительное напряжение коммутирующего конденсатора С-1 равное E_a манипулятора оказывается приложенным к катоду тиристора Т-2 и тиристор Т-2 становится непроводящим. В этом случае перезаряд коммутирующего конденсатора С-1 происходит через сопротивление нагрузки R_2 с постоянной времени:

$$\tau_1 = C_1 \cdot R_2.$$

На рис. 19 представлена диаграмма ускоряющего напряжения на дуэште при работе В.Ч. генератора от манипулятора.

~~равляемых выключающими импульсами.~~

III. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРОМ

Блок-схема системы управления манипулятором изображена на рис. 8. Как видно из блок-схемы система управления состоит из следующих основных частей:

1. Фотодатчика;
2. Блока катодных повторителей;
3. Коммутирующего устройства;
4. Двух блоков формирования импульсов, управляющих манипулятором;
5. Блока синхронизации экспериментальных установок с работой синхроциклотрона;
6. Блока формирования тормозящего импульса.

Ниже приводится краткое описание блок-схемы рис. 8.

При работе ускорителя в "накопительном" режиме, вместо блока формирования управляющих импульсов, используется специально смонтированный для этого режима блок №3.

Так как в этом режиме ускоритель работает очень редко, то этот режим и описание принципиальной схемы блока №3 приводятся отдельно в конце описания основных работающих блоков.

I. ФОТОДАТЧИК

Фотодатчик выдает синхронизирующие импульсы, частота следования которых соответствует частоте модуляции высокочастотно-

го генератора.

В качестве исходного положения для синхронизации принято определенное положение лопаток ротора вариатора, которое фиксируется световым лучом. Для этого световой поток, созданный электрической лампой накаливания типа СЦ-61, собирается объективом в узкий параллельный пучок и при помощи призмы Π_1 направляется на лопатки ротора вариатора (рис. 9). Источник света и фотоумножитель фиксируются в положении, при котором прерывание светового пучка кромкой лопатки ротора примерно соответствует минимальной емкости вариатора. При вращении ротора на фотокатод ФЭУ-19 через призму Π_2 подается световой пучок, периодически прерываемый лопатками ротора. Для формирования управляющих импульсов используются изменения падения напряжения на нагрузке фотоумножителя, появляющиеся вследствие изменения освещенности фотокатода умножителя. Непосредственно на кожухе вариатора крепится фотоумножитель ФЭУ-19 и осветитель СЦ-61. П-образные импульсы с нагрузки фотоумножителя подаются по кабелю РК-50 на блок катодных повторителей. Схема включения фотоумножителя изображена на рис. 10.

Для питания фотоумножителя в стойке питания фотодатчика имеются два взаимозаменяемых селеновых выпрямителя. Принципиальная схема селенового выпрямителя изображена на рис. 12. Выпрямитель позволяет вести регулировку напряжения на фотоумножителе, как с панели стойки питания, так и с панели №7 ПУ №2. Это достигается тем, что напряжение сети (220в, 50гц), стабилизированное феррорезонансным стабилизатором, подается на селеновый выпрямитель через автотрансформатор, при помощи которого

регулирується напруга на виході випрямителя від 0 до 2кв.

2. Блок катодних повторителів

Блок катодних повторителів знаходиться в стойке живлення фотодатчика, який розташовується в головному залі I-го корпусу. В блоку існує шість катодних повторителів, зібраних на трьох лампах 6Н3. Катодні повторителі служать трансформаторами опорів, узгоджуваними навантаження фотозумножувача з хвильовим опором кабелю, по якому імпульси фотодатчика поступають на блоки формування керуючих імпульсів і блок синхронізації. Принципова схема катодних повторителів зображена на рис. 11.

Для живлення катодних повторителів і для живлення освітителя СЦ-61 (в фотодатчику) використані два блоки, в кожному з яких існує випрямитель анодного живлення катодних випрямителів = 300в і випрямитель живлення освітителя = 8в. Один з цих блоків, схема якого зображена на рис.13, є робочим, а другий, схема якого представлена на рис.14, резервним. Обидва випрямительні блоки знаходяться в стойке живлення фотодатчика.

3. Коммутируюче пристрій

Для здійснення переходу з одного блоку формування керуючих імпульсів на другий в стойке управління існує

коммутирующее устройство, представляющее собой панель с клавишами переключения питания и управления блоками и схемой коммутации. Полумонтажная схема коммутации представлена на рис. 21.

4. Блоки формирования управляющих импульсов

Блоки формирования управляющих импульсов №1 и №2, или как их называют блоки управления, обеспечивают два режима работы ускорителя:

- а) режим непрерывной манипуляции;
- б) одnorазовый (импульсный) режим.

При работе в режиме непрерывной манипуляции включение высокочастотного генератора происходит в каждый период манипуляции, а при работе в одnorазовом режиме включение в/ч генератора происходит только после прихода импульса внешнего или внутреннего запуска. Блок-схема формирования управляющих импульсов изображена на рис. 15, а принципиальная схема блока управления на рис. 16.

Принцип работы блока управления следующий. П-образные импульсы фотодатчика поступают с блока катодных повторителей на переключатель K_0 . Пререключателъ K_0 служит для реверсирования импульсов фотодатчика, с него импульсы подаются либо прямо на каскады формирования на лампах L_2, L_3, L_4, L_5 , либо сначала на лампу L_1 , которая меняет полярность импуль-

сов, а затем на каскады формирования. Импульсы фотодатчика усиливаются, дифференцируются и ограничиваются на двух лампах 6Н1П (\mathcal{L}_2 и \mathcal{L}_3) и затем поступают на сетку тиратрона ТРЗ-0,1/1,3 (\mathcal{L}_5). С катода тиратрона импульсы положительной полярности, соответствующие переднему фронту импульса фотодатчика, используются для формирования отключающих импульсов.

Формирование отключающих импульсов происходит следующим образом. Импульсы с катода \mathcal{L}_5 поступают на катодный повторитель, собранный на $1/2 \mathcal{L}_{25}$, и с него подаются на фантастрон, собранный на лампах $1/2 \mathcal{L}_{25}$ (6Н1П) и \mathcal{L}_{26} (6А2П). Фантастрон позволяет производить регулировку длительности задержки импульсов во времени (от 0 до 10 мсек) при помощи потенциометра в цепи управляющей сетки \mathcal{L}_{26} . Эта регулировка необходима при изменении частоты модуляции в/ч генератора. После фантастрона импульсы формируются в каскадах собранных на лампах \mathcal{L}_{27} (6Н1П), \mathcal{L}_{28} (ТР-3-0,1/1,3), \mathcal{L}_{29} (6Н1П), а затем попадают на выходной каскад на лампе ГУ-5В (\mathcal{L}_{30}). С анодной нагрузки этой лампы импульсы отрицательной полярности подаются по кабелю РК-50 на манипулятор.

Импульсы для синхронизации измерительных приборов, также как и отключающие импульсы, независимо от режима работы ускорителя формируются в каждом периоде модуляции и с катода \mathcal{L}_5 поступают на сетку катодного повторителя \mathcal{L}_4 , а с него на выходное гнездо "имп. синхр" и далее используются для синхронизации измерительных приборов, работающих на ПУ №2.

Формирование включающих импульсов происходит по-разному в зависимости от режима работы ускорителя. При работе в режиме

непрерывной манипуляции переключатель K_1 на рис. 15 и 16 стоит в положении "1". Положительные импульсы, соответствующие переднему фронту импульса фотодатчика, с правого анода \mathcal{L}_3 через переключатель K_1 поступают на переключатель K_3 , который должен стоять в положении "1" при работе без регулировки переднего фронта и в положении "2", если выбранный режим работы в/ч генератора требует регулировки переднего фронта. Если переключатель K_3 стоит в положении "1", то импульсы с анода \mathcal{L}_3 поступают на сетку катодного повторителя \mathcal{L}_{21} , а с него на сетку тиратрона \mathcal{L}_{22} , с катода тиратрона импульсы положительной полярности через катодный повторитель (\mathcal{L}_{23}) подвоятся на оконечный каскад \mathcal{L}_{24} (ГУ-50), не претерпевая при этом специальных задержек во времени. С анодной нагрузки \mathcal{L}_{24} импульсы отрицательной полярности по кабелю подаются на манипулятор.

Для осуществления регулировки переднего фронта переключатель K_3 ставится в положение "2", при этом импульсы с анода \mathcal{L}_3 сначала поступают на тиратрон \mathcal{L}_{16} и катодный повторитель ($1/2 \mathcal{L}_{17}$), далее на фантастрон ($1/2 \mathcal{L}_{17}$ и \mathcal{L}_{18}) и каскады формирования (\mathcal{L}_{19}) и уже затем на лампы \mathcal{L}_{21} , \mathcal{L}_{22} , \mathcal{L}_{23} , \mathcal{L}_{24} . Регулировке времени задержки производится потенциометром в цепи управляющей сетки лампы \mathcal{L}_{18} (6A2П).

При работе в импульсном режиме синхроимпульсы отрицательной полярности с правого анода \mathcal{L}_2 , соответствующие переднему фронту импульса фотодатчика, поступают на сетку левой половины лампы \mathcal{L}_{15} (6Н1П), а с ее анода синхроимпульсы положительной полярности идут на схему совпадения, собранную на

лампе Λ_{14} (6X4). Схема совпадения пропустит в анод лампы Λ_{14} лишь тот синхриимпульс, который придет на сетку этой лампы одновременно или после прихода положительной ступеньки напряжения на эту же сетку с триггера (Λ_{13}). Прерванный фронт ступеньки напряжения совпадает с импульсом внешнего или внутреннего запуска, т.к. триггер Λ_{13} запускается этими импульсами.

Если триггер запускается импульсами внешнего запуска, то они приходят по кабелю на ключ K_2 (положение "1") из I-го корпуса (от физиков), а если запускается импульсами внутреннего запуска, то они поступают на ключ K_2 (положение "2") с мультивибратора, собранного на лампе Λ_6 (6Н1П). Частота следования импульсов внутреннего запуска регулируется потенциометром в цепи управляющей сетки лампы Λ_6 .

С ключа K_2 импульс запуска поступает на тиратрон Λ_9 (ТГЗ-0,1/1,3), с него на катодный повторитель Λ_{11} (левая половина 6Н1П) и через диод Λ_{12} (левая половина 6X2П) запускает триггер Λ_{13} .

С анода лампы Λ_{14} синхриимпульс, прошедший схему совпадения, поступает на сетку лампы 1/2 Λ_{15} и с ее анода на ключ K_1 (положение "2"), с которого импульс идет по двум цепочкам. По одной цепочке импульс поступает на ключ K_3 и далее формируется как обычный выключающий импульс в непрерывном режиме. По другой цепочке синхриимпульс с ключа K_1 поступает на тиратрон Λ_{10} (ТГЗ-0,1/1,3), с него на катодный повторитель Λ_{11} (правая половина 6Н1П) и через диод Λ_{12} (правая половина 6X2П) опрокидывает триггер в исходное состояние, в котором находится триггер Λ_{13} до прихода импульса запуска.

Настойка схемы совпадения производится двумя потенциометрами. Один из них регулирует амплитуду синхроимпульсов, приходящих на сетку L_{14} , а другой - напряжение смещения на сетке этой лампы.

Вид лицевой панели блока управления изображен на рис. 17.

Диаграмма импульсов напряжений на электродах ламп блока управления представлена на рис. 18.

Схемы выпрямителей, питающих блоки формирования управления импульсов, изображены на рис. 20. Выпрямители +600в, +300в и -200в смонтированы в отдельных ячейках, которые вставляются в общий блок выпрямителей. На лицевых панельках этих ячеек смонтированы миллиамперметрвольтметры и их тумблеры для измерения напряжения и тока. На лицевые панели выведены ручки регулировки напряжения. На лицевой панели четвертой ячейки смонтированы вольтметр и переключатель для измерения напряжения накала ~6,3в и ~12,6в.

5. Блок синхронизации экспериментальных установок с работой синхроциклотрона

При проведении физических исследований часто бывает необходимо синхронизовать работу физических приборов и целых экспериментальных установок с работой ускорителя. Для этого был сделан блок синхронизации, помещенный в непосредственной близости от экспериментальных установок в 4-ой лаборатории I-го корпуса.

Схема блока изображена на рис. 22.

Как видно из схемы, с блока катодных повторителей на вход блока синхронизации подаются П-образные импульсы фотодатчика, которые формируются на первых двух лампах 6Н1П. Две последние лампы 6Н1П служат катодными повторителями, все сетки которых соединены параллельно. С выхода блока могут быть использованы одновременно четыре импульса синхронизации амплитудой около 50в, частота следования которых равна частоте модуляции в/ч генератора.

Питание блока синхронизации включается дистанционно (43 2-го корпуса). На 7 панели ПУ №2 имеется ключ с шильдиком "включение блока синхронизации", при работающем блоке над ключом должна гореть зеленая лампочка.

С блока синхронизации также подаются импульсы внешнего запуска на блок управления.

Для этой цели между блоком синхронизации и стойкой управления 2-го корпуса проложен кабель, по которому импульсы внешнего запуска из 1-го корпуса подаются через нормально замкнутые контакты "1" и "2" электромагнитного реле, смонтированного в блоке синхронизации (рис.22).

Предусмотрена возможность проверки исправности кабеля внешнего запуска. Для этой цели от блока синхронизации до разъемной коробки, установленной в подвальном помещении главного зала (под ПУ-1), подведен кабель, который при проверке должен соединяться с одним (резервным) из кабелей приходящих со стойки управления 2-го корпуса.

Для проверки исправности обоих кабелей (внешнего запус-

ка и резервного) ключ "включение блока синхронизации" на 7 панели ПУ-2 нужно поставить в положение, при котором над ключем загорится красная лампочка, сигнализирующая о том, что включилась катушка электромагнитного реле и замкнулись его контакты "3" и "4". На гнездо резервного кабеля в стойке управления 2-го корпуса необходимо подать от внешнего генератора контрольный импульс и запустить блок управления импульсом, прошедшим от корпуса №2 до корпуса №1 и обратно, или проверить этот импульс на осциллографе.

Для этой же цели можно использовать импульс внутреннего запуска с блока управления.

6. Блок формирования тормозящего импульса

Блок формирования тормозящего импульса является дополнением к схеме блока управления манипулятором при работе синхроциклотрона с импульсной катушкой (И.К.). В этом режиме должна быть предусмотрена возможность прекращения цикла ускорения, если не загорится хотя бы один из ignитронов, питающих импульсную катушку.

Параметры в/ч генератора не позволяют запира́ть его в любой момент времени, поэтому была разработана схема (рис.23), позволяющая, в случае прихода тормозящего импульса с экспериментальной установки, запретить генератор ранее, чем это

делает обычный отключающий импульс и на такой частоте, что ускоренные (либо вторичные) частицы не попадут в импульсную катушку. Схема обеспечивает устойчивое отключение генератора и необходимое срезание низких частот.

Схема состоит из 11 ламп и включает в себя, кроме каскадов формирования, фантастрон, триггер и каскад совпадения.

На вход схемы подаются импульсы синхронизации с блока управления и тормозящие импульсы от экспериментаторов. Первые две лампы (L_1, L_2) представляют собой фантастрон, который сдвигает синхроимпульс, совпадающий во времени с передним фронтом импульса фотодатчика. Этот сдвинутый импульс в дальнейшем используется для срезания низких частот в/ч генератора.

Для этого фантастронный импульс формируется на $1/2 L_3$ и $1/2 L_9$ и подается на схему совпадений на лампе 6Ж9П (L_{10}) нормально запертую по управляющей сетке. Тормозящий импульс с импульсной катушки поступает через каскады формирования на лампы $L_5, 1/2 L_6$ и $1/2 L_7$ на триггер на лампе L_8 и вызывает скачек напряжения на аноде этой лампы. Этот скачек напряжения подается на нормально запертую лампу схемы совпадений, при этом в аноде каскада совпадений появляется импульс отрицательной полярности, совпадающий во времени с фантастронным импульсом. Этот импульс далее подается на каскады формирования на лампах $1/2 L_9, L_4, 1/2 L_6$ и $1/2 L_7$ и поступает на вторую половину триггера на лампе L_8 . Этим импульсом определяется задний фронт перепада напряжения, подаваемого на сетку каскада совпадений и фантастронные импульсы не будут попадать в анод схемы совпадений до прихода следующего тормозящего импульса. Таким образом достигается жесткая синхронизация между тормозящим

импульсом и импульсом, прошедшим схему совпадений, который далее формируется на лампах $I/2 L_3$ и L_{II} , поступает в блок управления L_{29} (рис.16) и используется для записывания в/ч генератора несколько ранее, чем происходит обычное отключение в конце каждого цикла ускорения.

IV. БЛОК ФОРМИРОВАНИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ ИМПУЛЬСОВ ПРИ РАБОТЕ В "НАКОПИТЕЛЬНОМ" РЕЖИМЕ (блок №3)

Для проведения на синхроциклотроне исследований различных режимов работы ускорителя был разработан специальный блок управления (блок №3), позволяющий варьировать скважность импульса запуска, измерять фон частиц доведенных до различных внутренних радиусов ускорителя, работать в непрерывном режиме или выдавать "одноразовую" пачку запускающих импульсов и т.п. Блок №3 позволяет также осуществлять управление в/ч генератором в режиме непрерывной манипуляции и одноразовом (импульсном) режиме, т.е. может заменить основные блоки формирования управляющих импульсов.

Принципиальная схема блока №3 представлена на рис.24, а его блок-схема на рис.25, диаграмма импульсов на рис.26.

На вход блока №3, так же как и на вход блока управления, поступают И-образные импульсы фотодатчика. Работа каскадов формирования этих импульсов (L_1 , L_2 , L_3) ничем не отличается от работы аналогичных каскадов в блоке управления, также как

и формирование импульсов для синхронизации измерительных приборов (L_4, L_5). Отключающие импульсы формируются далее в каскадах на лампах $L_6, L_7, L_8, L_9, L_{10}, L_{11}$. Все эти импульсы формируются в каждом периоде модуляции независимо от режима работы ускорителя и импульсы фотодатчика поступают в эти каналы формирования, минуя переключатель режима работы K_I .

В зависимости от положения переключателя K_I блок №3 может управлять манипулятором в следующих режимах работы:

1. Режим непрерывной манипуляции;
2. Одноразовый режим;
3. Накопительный режим:
 - а) одноразовый;
 - б) периодический накопительный режим;
 - в) измерительный режим.

При работе ускорителя в режиме непрерывной манипуляции переключатель K_I , расположенный на передней панели блока, должен находиться в положении 1. Сформированные в первых каскадах (L_1, L_2, L_3) импульсы фотодатчика через переключатель подаются на каскады формирования включающих импульсов ($L_{12}, L_{13}, L_{14}, L_{15}, L_{16}$) и затем на манипулятор.

При работе ускорителя в одноразовом режиме переключатель K_I должен стоять в положении 2. Преобразование в первых каскадах (L_1, L_2, L_3) импульсы фотодатчика через переключатель K_I попадают на селектирующую схему ($L_{17}, L_{18}, L_{19}, 1/2 L_{21}, L_{22}$), которая подает на каскады формирования включающих импульсов ($L_{12}, L_{13}, L_{14}, L_{15}$) только те импульсы фотодатчика, которые пришли в течение одного периода модуляции с очередным импульсом внешнего или внутреннего запуска. Эти импульсы далее попадают на

манипулятор и отпирают в/ч генератор. Работа блока №3 в режиме непрерывной манипуляции и в однократном режиме полностью совпадает с работой блока управления в тех же режимах.

При работе ускорителя в накопительном режиме переключатель K_1 на передней панели блока №3 может стоять в положениях 3 или 4.

Схема построена таким образом, что при работе в любом из режимов "накопления" некоторому числу включающих импульсов всегда соответствует число "накопительных" импульсов меньше на 1.

В зависимости от положения переключателя K_2 , на один цикл, в котором частицы доводятся до предельного радиуса ускорения, число "накопительных" циклов может быть равно 1; 3 или 7. При рассмотрении работы схемы в одном из режимов "накопления" будем считать, что переключатель K_2 стоит в положении 2, при этом с выхода пересчетной схемы снимается каждый четвертый импульс, подаваемый на ее вход (число накопительных импульсов равно 3).

Перейдем к описанию работы принципиальной схемы в режиме "накопления" с внешним (или внутренним) запуском. Переключатель K_1 должен стоять в положении 3. Для получения режима накопления необходимо, чтобы после прихода каждого запускающего импульса, селектирующая схема пропустила на каскады формирования включающих и "накопительных" импульсов группу импульсов фотодатчика, причем, как уже говорилось выше, любому числу включающих импульсов соответствует на единицу меньшее число "нако-

пительных" импульсов. Это осуществляется следующим образом. Импульсы фотодатчика после первых каскадов формирования (L_1 , L_2 , L_3) поступают через переключатель K_I на селектирующую схему (L_{17} , L_{18} , L_{19} , $1/2 L_{21}$, L_{22}). С выхода этой схемы импульсы подаются в каскады формирования включающих (L_{12} , L_{13} , L_{14}) импульсов и одновременно через переключатель на пересчетную схему (L_{23} , L_{24} , L_{25} , L_{26} , L_{27}) и схему антисовпадений (L_{33} , L_{34} , L_{35} , L_{36}). Селектирующая схема начинает пропускать импульсы фотодатчика только после прихода импульса запуска и пропускает их до тех пор, пока импульс с выхода пересчетной схемы не запрет селектор. После этого селектирующая схема пропустит следующую группу импульсов фотодатчика только после поступления на ее вход очередного импульса запуска.

Для формирования "накопительных" импульсов используются импульсы, прошедшие селектирующую схему, а также импульсы с выхода пересчетной схемы. Канал формирования "накопительных" импульсов работает следующим образом: импульсы с выхода селектирующей схемы поступают на фантастрон (L_{28} , L_{29} , L_{30} , L_{31} , L_{32}); параметры фантастрона ($R_3 C_3$) позволяют производить регулировку задержки "накопительного" импульса относительно соответствующего включающего на время от 18 до 40 % периода модуляции, что соответствует радиусам накопления от 40 до 250 см. После этого импульсы попадают на вход схемы антисовпадений (L_{33} , L_{34} , L_{35}). На выходе схемы антисовпадений эти импульсы появляются только в том случае, если на нее не поступают предварительно прошедшие через каскад формирования ($1/2 L_{21}$) импульсы с пересчетной схемы. С выхода схемы антисовпадений импульсы поступают в каскады формирования (L_{36}). "Накопительные"

и отключающие импульсы смешиваются на общей нагрузке катодного повторителя на лампе L_{10} (5Н1П) и через выходной каскад (L_{11}) подаются на манипулятор. В зависимости от положения переключателя K_2 меняется коэффициент пересчета пересчетной схемы. При этом на один импульс запуска может приходиться разное число включающих и "накопительных" импульсов.

Положение перекл. K_2	Включающ.	"Накопит."
1	2	1
2	4	3
3	8	7

Менять количество циклов "накопления" необходимо при подборе оптимального режима для того или иного детектора, используемого в опыте.

При работе ускорителя в периодическом "накопительном" режиме переключатель K_1 стоит в положении 4. Селектирующая схема в работе не участвует. Все импульсы фотодатчика, прошедшие через первые каскады формирования (L_1, L_2, L_3), поступают на вход каскадов формирования включающих импульсов и одновременно через переключатель на пересчетную схему ($L_{23}, L_{24}, L_{25}, L_{26}, L_{27}$), на фантастрон задержки "накопительных" импульсов ($L_{28}, L_{29}, L_{30}, L_{31}, L_{32}$) и на схему антисовпадений (L_{33}, L_{34}, L_{35}). Схема антисовпадений, как и в предыдущем режиме, пропускает все импульсы, пришедшие на ее вход, кроме тех, которые совпадают с импульсами вышедшими с пересчетной схемы. Формирование накопительных импульсов происходит также, как и в предыдущем режиме. В зависимости от положения переключателя K_2 частицы могут быть доведены до предельного радиуса ускорителя в каждый второй, че-

твертый или восьмой период модуляции.

При проведении исследовательских работ на ускорителе в "накопительном" режиме возникает необходимость измерять фон, который создают частицы, доведенные до некоторого промежуточного радиуса ускорения. Для проведения таких контрольных измерений предусмотрен специальный режим работы, при котором во всех циклах ускорения частицы доводятся только до промежуточного радиуса.

При измерении фона переключатель K_1 должен стоять в положении 5. Селектирующая и пересчетная схемы не участвуют в работе. Схема антисовпадений пропускает в этом случае все импульсы фотодатчика, прошедшие через первые каскады формирования (L_1, L_2, L_3) и фантастрон задержки "накопительных" импульсов ($L_{28}, L_{29}, L_{30}, L_{31}, L_{32}$) и подает их в каскады формирования "накопительных" импульсов.

Включающие импульсы формируются также, как и при работе в режиме непрерывной манипуляции (K_1-1) или в периодическом накопительном режиме (K_1-4) в каждом периоде модуляции. Отключение в/ч генератора при измерении фона происходит всегда "накопительными" импульсами, которые в каждом периоде модуляции поступают на манипулятор ранее, чем соответствующие отключающие импульсы.

В блоке №3 предусмотрена возможность регулировки во времени включающего импульса. Для этого переключатель K_3 , который обычно во всех режимах работы стоит в положении 1, необходимо поставить в положение 2. При этом импульсы фотодатчика, попадающие в каскады формирования включающих импульсов, должны

предварительно пройти через фантастрон (Л₃₇, Л₃₈, Л₃₉, Л₄₀, Л₄₁), позволяющий при помощи потенциометра (R_6) смещать включающий импульс во времени относительно переднего фронта импульса фотодатчика. Эта регулировка может быть использована в тех случаях, когда наличие частот выше области необходимой для ускорения, вредно сказывается на работе в/ч генератора.

Блок №3 питается от того же выпрямителя, что и блоки управления. Перед включением блока №3 в работу необходимо отсоединить от одного какого-нибудь блока управления колодку питания и все в/ч кабели, подходящие к блоку, а затем подсоединить их к блоку №3, вставив штеккера в/ч кабелей в соответствующие гнезда. После чего блок №3 будет управляться по схеме отключенного блока управления.

На рис.27 изображена схема размещения радиотехнического оборудования во втором корпусе, а также показана связь отдельных узлов оборудования с устройствами питания и управления.

Блоки системы управления в основном размещены в стойке управления, расположенной в зале ЦУ-2.

Для контроля за работой блоков управления, блока №3, фотодатчика и др. блоков в стойке управления имеется двухлучевой осциллограф. Прибор сделан по схеме осциллографа "Коссор", которая изображена на рис.28.

Для контроля высокочастотного ускоряющего напряжения на дуэанте, наверху панели 5 ЦУ №2 расположен контрольный осциллограф. Схема этого осциллографа изображена на рис.29. Схема развертки выполнена в виде отдельного блока, который установлен в нижней части панели 4 ЦУ №2.

Для контроля импульса фотодатчика в I-ом корпусе в стойке питания фотодатчика имеется осциллограф, схема которого изображена на рис. 30.

На рис. 31 представлена схема раскладки высокочастотных колебелей между I и 2 корпусами.

У. УПРАВЛЕНИЕ РАСТЯЖКОЙ ПУЧКА

Растяжкой пучка называется увеличение длительности импульса пучка ускоренных частиц (в нашем случае пучка вторичных частиц).

Известно, что увеличивать длительность импульса частиц можно уменьшением скорости движения пучка по радиусу.

Необходимо для увеличения длительности импульса малую скорость продвижения пучка по радиусу можно получить за счет растущей во времени амплитуды ^{радиальных} вынужденных колебаний пучка частиц.

Возбуждение вынужденных радиальных колебаний пучка на конечных радиусах осуществляется локальным переменным во времени возмущением магнитного поля ускорителя.

Возмущающее магнитное поле в области конечных радиусов (255-275 см) создается двумя токовыми катушками. Для питания катушки используется ток разряда конденсаторной батареи. Синхронизация этого процесса с процессом ускорения осуществляется при помощи тиратронной схемы управления.

Для повышения надежности источника питания катушек и уменьшения пикового значения зарядного тока используется шесть ячеек конденсаторной батареи по 350 мкф и шесть тиратронов

ТР1-65/15.

Конденсаторные батареи через зарядные сопротивления (установленные в помещении сопротивлений U_K) заряжаются от тиратронного выпрямителя ТВ-3 с выпрямленным напряжением $U = 0,2 + 2,5$ кв и током $I_{max} = 100$ а.

Принципиальная схема питания катушек растяжки пучка изображена на рис.32.

В конце каждого цикла ускорения импульс синхронизации поджигает один из шести тиратронов, который должен пропускать импульс разрядного тока ячейки конденсаторной батареи в катушку растяжки, причем зажигание каждого тиратрона должно повторяться через шесть циклов ускорения, т.е. с частотой $\frac{F_{mod}}{6}$.

Для управления зажиганием тиратронов смонтирован блок управления растяжки пучка, принципиальная схема которого изображена на рис.33.

На вход схемы рис.33 подаются с блока управления манипулятором импульсы синхронизации положительной полярности. После каскадов усиления, формирования и ограничения синхроимпульсов, собранных на лампах L_{19} , $1/2 L_{20}$, $1/2 L_{10}$, $1/2 L_1$, происходит задержка в фантастроне, собранном на лампах $1/2 L_1$, L_2 . Задержанные импульсы поступают еще на каскады усиления-формирования на лампах L_3 , L_6 , $1/2 L_4$. Затем два последовательно связанных триггера на лампах L_5 , L_7 , благодаря введению обратной связи, пересчитывают входные импульсы на три (см. эпюры напряжений рис.34).

Пересчитанные на три и сдвинутые соответственно между

собой на один период модуляции импульсы после формирования дальше подаются на три триггера L_{12} , L_{15} , L_9 , которые пересчитывают эти импульсы еще на два.

Импульсы, поступающие с триггера L_5 для запуска триггера L_{12} , формируются в каскадах на лампах $1/2 L_4$, $1/2 L_{20}$, $1/2 L_{11}$. Импульсы, поступающие с триггера L_7 , для запуска триггера L_{15} формируются на одной половине L_8 , а для запуска триггера L_9 на другой половине L_8 .

С каждого анода триггеров L_{12} , L_{15} , L_9 импульсы проходят один каскад формирования, собранный соответственно на лампе $1/2 L_{11}$, $1/2 L_{13}$, $1/2 L_{14}$, $1/2 L_{16}$, $1/2 L_{17}$, $1/2 L_{18}$, и подаются на выходную лампу ГУ-50 ($L_{21} + L_{26}$). На контрольных гнездах (аноды лампы ГУ-50) получают импульсы отрицательной полярности с частотой равной $E_{\text{мод}}/6$ и соответственно сдвинутых на один период модуляции (один относительно другого). Эти импульсы по разным кабелям подаются на сеточные трансформаторы шести разрядных тиратронов рис. 32. Эти импульсы позволяют поджигать в каждый период модуляции только один тиратрон и производить повторное зажигание каждого из шести тиратронов через шесть циклов ускорения. Каждая ячейка конденсаторной батареи разряжается на катушки через тот тиратрон, к которому подсоединена эта ячейка.

Эпюры напряжений на электродах ламп схемы блока растяжки и импульсы тока в катушках растяжки изображены на рис. 34.

При работе ускорителя в режиме растяжки пучка нижняя частота ускоряющего напряжения устанавливается выше, чем при работе без растяжки. На рис. 35. показана диаграмма напряжений при работе ускорителя с растяжкой и без растяжки пучка.

Питание блока управления растяжкой пучка осуществляется от выпрямителя УИП-I с добавлением в его схему стабилизатора, регулируемого напряжения от 280 до 350в.

Принципиальная схема УИП-I с внесенными добавлениями и изменениями представлена на рис. 36. Эта схема имеет выходы выпрямленного регулируемого напряжения с стабилизацией от 20 до 600в, от 0 до 400в, от 280 до 350в и переменного напряжения для питания накала ламп.

Выпрямитель стабилизаторов 600 и 300в собран по мостовой схеме на четырех кенотронах типа 5Ц8С (L_1, L_2, L_3, L_4).

Выпрямитель стабилизатора от 0 до 400в и выпрямитель вспомогательного стабилизатора собран по двухполупериодной схеме на кенотронах 5Ц4С (L_{14}, L_{18}).

Стабилизаторы выпрямленных напряжений, входящие в установку УИП-I, состоят из двух ламповых каскадов: регулирующего и контрольно-усилительного.

В качестве регулирующего элемента в стабилизаторах применены: для стабилизатора от 20 до 600в - 4 лампы ГУ-50 ($L_5 \div L_8$). Все четыре лампы соединены между собой параллельно; для стабилизатора от 0 до 400в - одна лампа типа 4П1Л (L_{19}); для стабилизатора от 280 до 350в - 4 лампы ГУ-50 ($L_9 \div L_{12}$); для вспомогательного стабилизатора - одна лампа типа 4П1Л (L_{15}).

Сетки регулирующих ламп связаны через усилители постоянного тока, собранные на лампах 12Ж1Л (L_{13}, L_{16}, L_{20}) и 6Ж5П (L_{22}), с выходными напряжениями.

Работу каждой такой схемы можно сравнить с работой последовательного реостата, управляемого автоматически выходным

напряжением так, чтобы уменьшить изменения выходного напряжения.

При изменении напряжения на выходе, вследствие изменения напряжения сети или тока нагрузки, на сетках усилительных ламп появляется некоторое дополнительное напряжение смещения, которое усиливается и влечет за собой изменение напряжения на сетках регулирующих ламп ГУ-50 и 4ЦЛ. Последние меняют свое внутреннее сопротивление и восстанавливают заданное напряжение.

Для обеспечения надежности управления растяжкой пучка смонтированы два блока растяжки, два блока питания и коммутирующая панель с двумя ключами переключения: один из них служит для переключения блоков управления растяжкой пучка, а другой - их блоков питания.

Схема коммутации блоков управления растяжкой пучка и их блоков питания представлена на рис. 37. Эта схема позволяет управлять растяжкой пучка с любого блока управления, а их питанием от любого из двух блоков питания.

Для работы ускорителя в режиме накопления и растяжки пучка был смонтирован специальный блок на полупроводниках, описание которого приводится ниже.

У1. УПРАВЛЕНИЕ РАБОТОЙ УСКОРИТЕЛЯ В РЕЖИМЕ НАКОПЛЕНИЯ И РАСТЯЖКИ ПУЧКА

Для работы ускорителя в режиме накопления и растяжки

пучка была разработана аппаратура, позволяющая включать катушки растяжки через любое наперед заданное число циклов ускорения в пределах от 1 до 100. При этом сам ускоритель должен работать в режиме непрерывной манипуляции, но ускоряемые частицы доводятся не до предельного радиуса ускорения, а до радиуса ≈ 265 см; это осуществляется срезанием частотного диапазона в/ч генератора со стороны низких частот при помощи фантастрона отключающего импульсы в блоке управления.

Блок-схема управления ускорителем при работе в режиме накопления и растяжки пучка представлена на рис. 38. Блок-схема пересчета на 10 и диаграмма импульсов на различных триггерах пересчета изображена на рис. 39. Потенциальная диаграмма работы нагрузочных сопротивлений пересчетной схемы на 10 дана на рис. 40.

Принципиальная схема пересчета на 100, позволяющая выбор любого из ста импульсов, представлена на рис. 41.

Пересчетная схема на 100 состоит из двух пересчетов на 10, причем на вход первой декады (пересчета на 10) подаются импульсы синхронизации положительной полярности с блока управления; вход второй декады соединен с выходом первой декады. Первая декада считает единицы, вторая - десятки. Соответствующее положение ручек переключателей может обеспечить выбор любого импульса от 1 до 100.

Из рис. 39 видно, что триггер I декады работает как обычный пересчет на 2 (триггер I на рис. 39 соответствует транзисторам T_1 и T_2 на принципиальной схеме рис. 41). Работа триггера II (рис.

39 или T_3 , T_4 , на рис.41) отличается от обычного пересчета тем, что кроме обычного запускающего импульса с триггера I, триггер II имеет еще обратную связь с триггером IU (рис. 39); эта связь осуществляется между транзистором T_4 и транзистором T_8 и обеспечивает закон изменения падения напряжения в нагрузке триггера II, изображенном на рис.39.

В триггере III транзистор T_5 также связан обратной связью с транзистором T_8 ; форма сигнала на нагрузке триггера III также изображена на рис.39.

Наконец триггер IU имеет отдельный запуск транзисторов, входящих в него. Транзистор T_7 запускается импульсом с выхода триггера III, в то время как транзистор T_8 запускается импульсом с триггера II.

Для получения на выходе любого из десяти импульсов, ручки переключателей, включенных в пересчетную схему, должны быть установлены в положение соответствующее выбранному импульсу. При этом форма сигнала на нагрузочных сопротивлениях будет иметь вид, изображенный на рис.40 (нагрузочные сопротивления на схеме рис.41 обозначены R_H и имеют величину 10ком).

Вторая декада работает также как и первая, но на ее вход подается каждый десятый импульс, пришедший на вход первой декады. Положение ручки переключателя второй декады определяет выбор десятков. Если положение ручки переключателя второй декады будет "3", а ручки первой декады "7", то с выхода пересчетной схемы снимается каждый 37 импульс.

С блока пересчетной схемы импульсы подаются на выходной блок, принципиальная схема которого изображена на рис.42.

В первом каскаде выходного блока, собранном на левой половине лампы L_1 (6Н1П), импульсы усиливаются и поступают на фантастрон регулируемой задержки, собранный на лампах L_2 (6Н1П) и L_3 (6А2П). Регулируемая задержка позволяет подавать импульсы на включение катушки растяжки в определенное время, необходимое для выбранной формы растянутого пучка. После фантастрона импульсы проходят каскады формирования на лампе L_4 (6Н1П) и поступают в выходной каскад, собранный на лампе L_5 (ГУ-50). С анодной нагрузки L_5 импульсы отрицательной полярности по кабелю подаются на сеточный трансформатор одного из шести тиратронов коммутирующих ток катушки растяжки (рис.42).

Блок пересчетной схемы питается от низковольтного стабилизированного источника питания ИП-2, выпускаемого ЦЭМ.

Выходной блок питается от стандартного выпрямителя УИП-1 с измененной схемой (рис.36).

Оба блока и их выпрямители установлены в передвижной полупроводниковой стойке, которая находится в стадии монтажа и в дальнейшем будет установлена стационарно в зале ПУ-2.

УП. ДИСПЕТЧЕРСКАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ 1 И 2 КОРПУСАМИ

Для диспетчерской связи между 1-м и 2-м корпусами установлена директорская громкоговорящая установка (ДГУ-1М), принцип работы и пользование ею даны в техническом описании ДГУ-1М.

Схема коммутации ДГУ-1М приведена на рис.43. Расположение абонентных точек в лабораториях 1-го корпуса изображено на рис. 44 и 45. Все абонентные точки выполнены одинаково и представляют

собой штепсельные колодки шестипятирьковых разъемов, установленных на высоте 0,8+ 1,2 м от пола. В штепсельные колодки вставляется шестипятирьковая вилка переносного аппарата абонента-настольный телефонный аппарат типа ТА-60. На днище аппарата смонтированы приемный и передающий усилители. На месте номеронабирателя установлен обратимый динамик.

УШ. ВНУТРЕННЯЯ СВЯЗЬ В КОРПУСЕ 1

Для вызова лиц, находящихся в I-м корпусе, к телефону или к дежурному персоналу установлена внутренняя связь, состоящая из усилителя типа УМ-50А, 4-х 50-ти ваттных динамиков, 2-х микрофонов и схемы коммутации.

Схема расположения усилителя, микрофонов и динамиков представлена на рис. 44 и 45, а схема коммутации на рис. 46. Усилитель УМ-50А установлен за панелью 4 (в нижней части) вакуумного щита комнаты дежурного механика. Усилитель включается тумблером, установленным на лицевой панели 4 вакуумного щита. Микрофоны установлены на столах, где находятся телефоны 4-22. Динамик в новой пристройке установлен на верхнем углу электротехнического щита, динамик в комнате дежурного механика установлен на окне, остальные динамики установлены на стенах, примерно на высоте 4 м от пола. Клеммный шкаф № 15 расположен в подвальном помещении главного зала. Клеммный щиток в лаборатории 2 закреплен на стене, примерно 1 м от пола.