

2803 / 2-77

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



С 344.14
А-674

25/VI-77
13 - 10570

Ю.С.Анисимов, Л.С.Бойцова, А.Ф.Елишев, Ю.В.Заневский,
А.Б.Иванов, А.И.Малахов, М.Н.Михайлова,
Б.М.Старченко, М.Н.Хачатурян

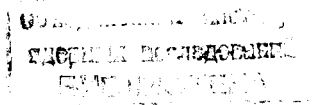
СИСТЕМА ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ПИТАНИЯ
МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ ИСКРОВЫХ КАМЕР
УСТАНОВКИ "ФОТОН"

1977

13 - 10570

Ю.С.Анисимов, Л.С.Бойцова, А.Ф.Елишев, Ю.В.Заневский,
А.Б.Иванов, А.И.Малахов, М.Н.Михайлова,
Б.М.Старченко, М.Н.Хачатурян

**СИСТЕМА ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ПИТАНИЯ
МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ ИСКРОВЫХ КАМЕР
УСТАНОВКИ "ФОТОН"**



Анисимов Ю.С. и др.

13 - 10570

Система высоковольтного питания магнитоотрицательных искровых камер установки "Фотон"

Описывается система высоковольтного питания 32 магнитоотрицательных искровых камер размером $1 \times 1 \text{ м}^2$ экспериментальной установки "Фотон". В качестве коммутирующих элементов используются тиратроны ТГИ1-500/16. Система обеспечивает плавную независимую регулировку амплитуды высоковольтного импульса на каждой камере.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе описывается система высоковольтного питания 32 магнитоотрицательных искровых камер размером $100 \times 100 \text{ см}^2$ экспериментальной установки "Фотон"^{/1/}, созданной в ЛВЭ ОИЯИ.

Установка предназначена для исследования сильных, электромагнитных и слабых взаимодействий элементарных частиц^{/2,3/}.

Изучаемые процессы характеризуются крайне низкими сечениями, в связи с чем для набора достаточной статистики необходимы длительные экспозиции на ускорителях. Длительные сеансы и большое число детекторов установки требуют высокой надежности работы всех узлов, в том числе и системы высоковольтного питания искровых камер.

В описываемой системе высоковольтного питания искровых камер в качестве коммутирующих элементов были выбраны металло-керамические тиратроны.

По сравнению с первым вариантом системы^{/4/} настоящий вариант имеет ряд существенных преимуществ, а именно:

- выбран оптимальный режим работы тиратронов^{/6/},
- используются только два мощных блока запуска,
- применены блоки импульсных очищающих полей, аналогичные использованным в работе^{/8/},
- разработаны блоки защиты по высоким напряжениям,
- обеспечена независимая регулировка высокого напряжения на аноде каждого тиратрона с необходимой стабилизацией.

Все это позволило получить высокую надежность системы высоковольтного питания и обеспечить высокую эффективность проволочных искровых камер.

2. БЛОК-СХЕМА СИСТЕМЫ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ПИТАНИЯ

На рис. 1 представлена блок-схема системы высоковольтного питания искровых камер установки "Фотон".

В состав системы входят:

- | | |
|---|------|
| 1/ Блок управления /БУ/ | - 1 |
| 2/ Быстрый формирователь амплитуды /БФА/ | - 1 |
| 3/ Блоки высоковольтного запуска /БВЗ/ | - 2 |
| 4/ Блоки высоковольтных импульсов /БВИ/ | - 16 |
| 5/ Блоки отдельного питания ИК /БРП/ | - 4 |
| 6/ Блоки импульсного очищающего поля /БИОП/ | - 2 |
| 7/ Размножители для очищающих полей | - 4 |
| 8/ Блоки защиты /БЗ-1÷БЗ-3/ | - 3 |
| 9/ Имитатор циклов ускорителя /ИЦУ/ | - 1 |
| 10/ Высоковольтные источники питания типа ВС-10-100 | - 2 |
| 11/ Высоковольтный источник питания для импульсного очищающего поля | - 1 |
| 12/ Накопительные емкости | - 5 |

В рабочем режиме на вход системы поступает сигнал "Триггер", который проходит через БУ, усиливается в быстром формирователе амплитуды и запускает два блока запуска БВЗ-1 и БВЗ-2. Каждый из них запускает 8 двухканальных блоков БВИ, импульсы которых подаются на 32 искровые камеры.

Сигнал "Очищающее поле" с длительностью и задержкой по отношению к моменту срабатывания камер, которые задаются электроникой управления через блок БУ, подключает блоки БИОП-1 и БИОП-2.

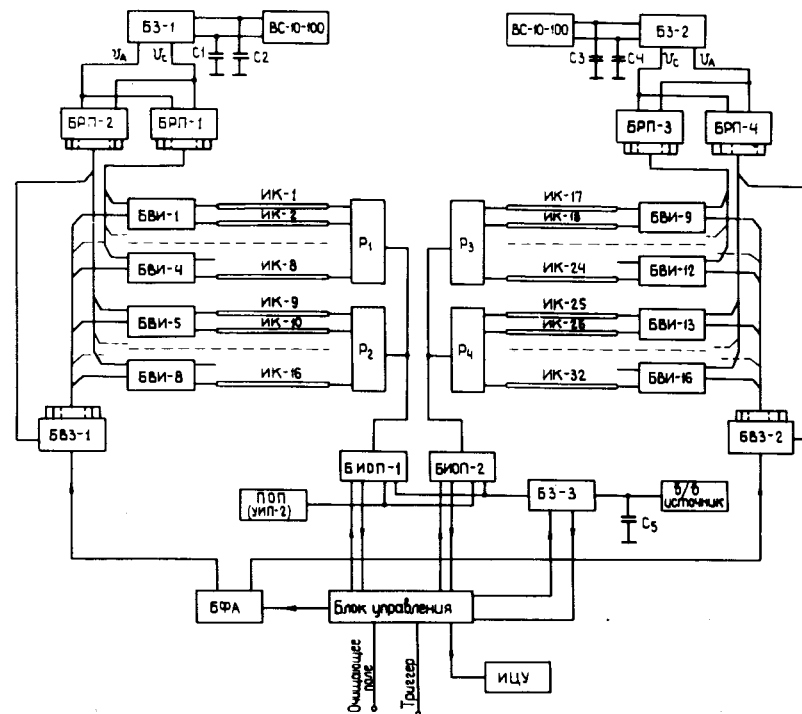


Рис. 1. Блок-схема системы высоковольтного питания искровых камер установки "Фотон".

При настройке системы искровых камер перед сеансами на ускорителе запуск системы высоковольтного питания осуществляется от имитатора циклов ускорителя ИЦУ.

3. ОПИСАНИЕ БЛОКОВ СИСТЕМЫ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ПИТАНИЯ

Блок управления системой высоковольтного питания

Блок предназначен для непрерывного контроля потенциалов очищающего поля, блокирования запуска искро-

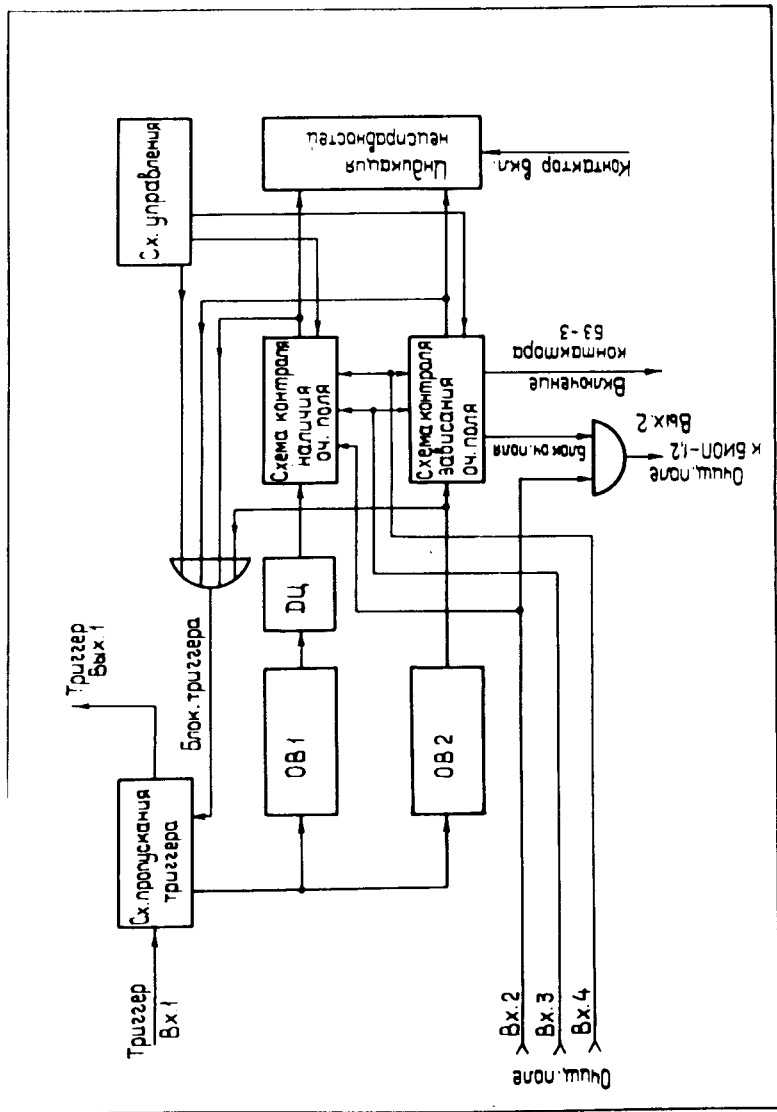


Рис. 2. Функциональная схема блока управления системы высоковольтного питания.

вых камер и выключения блоков импульсного очищающего поля /БИОП/.

Функциональная схема блока приведена на рис. 2.

По сигналу "Триггер" запускаются одновибраторы ОВ1 и ОВ2. В номинальном режиме блок 113РА^{5/} с задержкой в 2 мс по отношению к триггеру вырабатывает сигнал "Очищающее поле" длительностью ~ 5 мс уровня TTL, который подается на вход 1. С вых. 2 сигнал поступает на блоки импульсного очищающего поля БИОП-1,2. При выработке высоковольтных импульсов очищающего поля на Вх. 3 и 4 описываемого блока появляются сигналы уровня TTL. По заднему фронту одновибратора ОВ-1, т.е. с задержкой ~ 4 мс, вырабатывается стробирующий импульс, по которому при отсутствии хотя бы одного сигнала на входах 2-4 срабатывает соответствующий RS-триггер и блокируется схема запуска искровых камер.

Одновибратор ОВ-2 импульсом длительностью ~ 10 мс блокирует схему контроля зависания очищающего поля, и, если после его окончания на входах 3,4 блока имеется сигнал очищающего поля, вырабатывается сигнал "Неисправность", означающий зависание очищающего поля. Это вызывает блокирование схемы пропускающего триггера, блокирование сигнала "Очищающее поле" /вых. 2/ и выработку сигнала, подаваемого в блок защиты БЗ-3, с последующим отключением высокого напряжения с блоков импульсного очищающего поля. Сигнал с БЗ-3 срабатывании контактора индицируется на лицевой панели блока управления. Для приведения блока в исходное состояние используется кнопка "Сброс", кнопка "Вкл-выкл" позволяет исключить влияние блока управления на работу системы запуска ИК.

Блок выполнен в механическом стандарте КАМАК /ячейка 4-кратной ширины/. В блоке использованы TTL и ECL интегральные схемы.

Быстрый формирователь амплитуды

Блок 4БФА предназначен для запуска блоков запуска БВЗ-1 и БВЗ-2 и содержит 4 независимых /2 рабочих

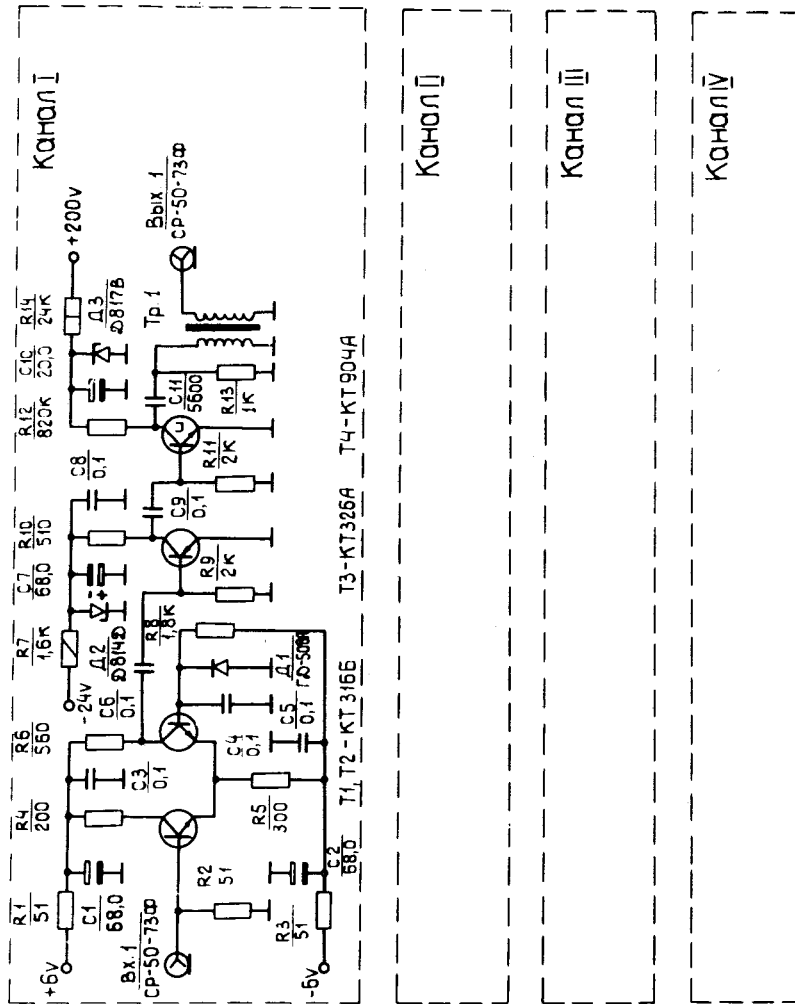


Рис. 3. Схема блока быстрого формирователя амплитуды.

и 2 резервных/ канала, в оконечных каскадах которых использованы транзисторы КТ904А, работающие в лавинном режиме. На рис. 3 приведена схема блока 4БФА.

Блок выполнен в стандарте КАМАК /ячейка двойной ширины/ и имеет следующие параметры:

Входные параметры:

- уровень входного импульса - NIM
- длительность фронта - < 10 нс
- длительность импульса - 100 нс

Выходные параметры:

- амплитуда импульса - +60 В
- длительность фронта - ~12 нс
- длительность на полувысоте на нагрузке 50 Ом - 250 нс
- задержка импульса - ~14 нс

Блок высоковольтного запуска

Блок БВЗ /рис. 4/ по 16 отдельным выходам обеспечивает запуск 8 двухканальных блоков БВИ /16 тиратронов/ и представляет собой трехкаскадный импульсный усилитель, в оконечном каскаде которого используется металлокерамический тиратрон типа ТГИ1-500/16.

Для получения минимальных задержки и фронта высоковольтного импульса в сетку тиратрона подается положительное токовое смещение $I_{CM} \sim 5 \div 10 \text{ мА} / 6 /$.

Блок запускается от быстрого формирователя амплитуды БФА по 50-омному кабелю РК-50-2-11 длиной ≈ 15 метров.

Параметры импульса по каждому выходу:

- амплитуда - 4,0 кВ
- длительность фронта - ≤ 30 нс
- длительность на полувысоте на нагрузке 100 Ом - 220 нс
- задержка относительно входного импульса - ≤ 100 нс

3A	~220B
3B	~220B
4A	~200B
5A	~200B
5B	+300B
6C	+200B
6D	+200B
6E	+200B
7C	+50B
7D	+50B
7E	+50B
7F	Земля

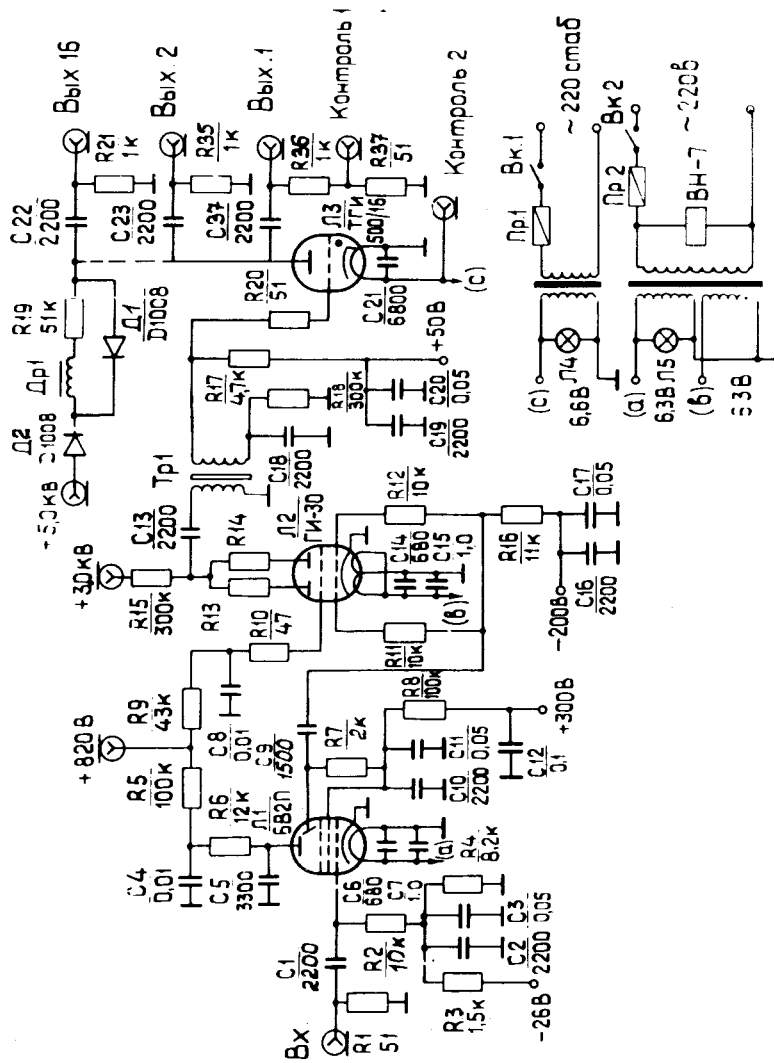


Рис. 4. Схема блока высоковольтного запуска.

Блок высоковольтных импульсов

Блок БВИ содержит два независимых генератора высоковольтных импульсов на металлокерамических тиратронах ТГИ-500/16 /рис. 5/ и обслуживает две искровые камеры. Режим тиратронов выбран таким же, как в блоках БВ3.

Запуск осуществляется от блока БВ3 по 75-омному кабелю РК-75-4-11 длиной 1,6 м. Выходной импульс БВИ подается в 5 равноудаленных точек высоковольтного электрода искровых камер /7/ по пяти 50-омным кабе-

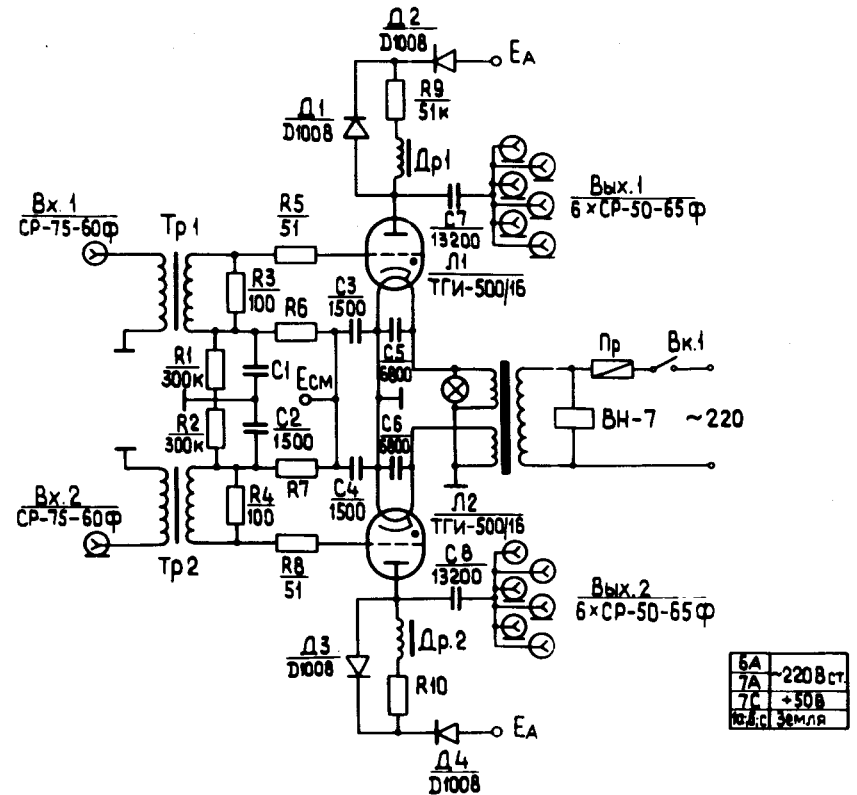


Рис. 5. Схема блока высоковольтных импульсов.

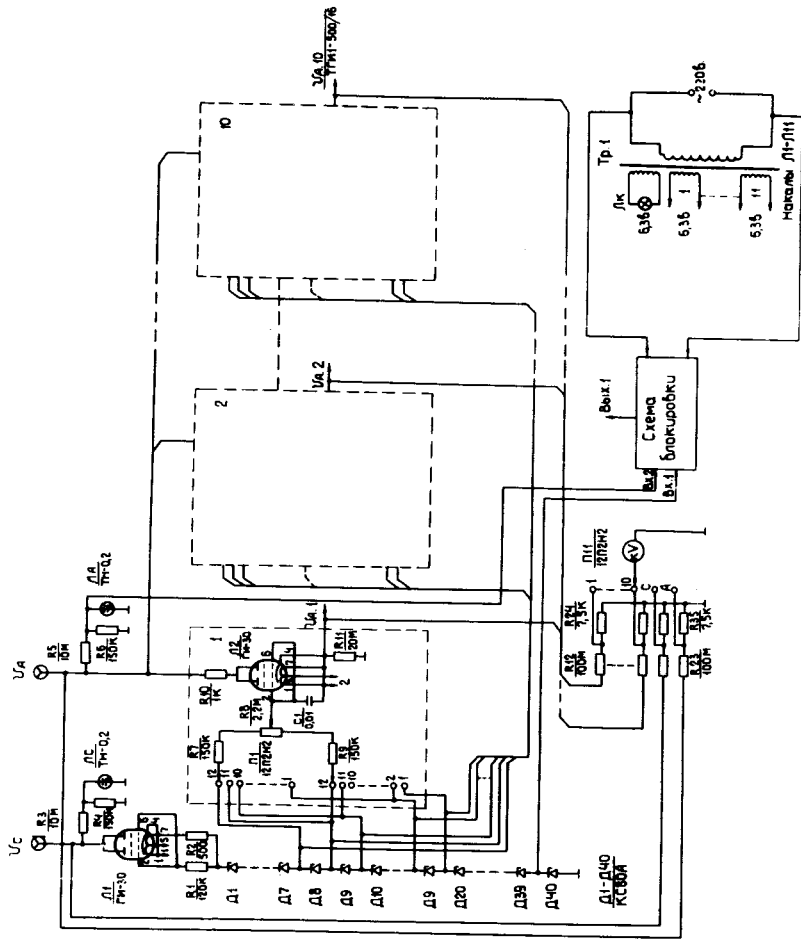


Рис. 6. Схема блока раздельного питания.

лям РК-50-3-13 длиной по 3 м. Каждый кабель со стороны искровой камеры согласован резистором 50 Ом типа ТВО-2. Таким образом, величина нагрузки для каждого выхода БВИ равна 10 Ом.

Параметры выходного импульса	
амплитуда	- /4,0±6,0/ кВ
длительность фронта	- 30±50 нс
форма спада	- экспонента
длительность на полувысоте	
/на 10 Ом/	- ~ 190 нс
задержка относительно	
входного импульса	- ≤ 100 нс

Блок раздельного питания искровых камер

Блок раздельного питания /рис. 6/ обеспечивает 10 стабильных независимых регулируемых в диапазоне +/4,0±6,0/ кВ анодных напряжений для питания 8 тиратронов в блоках БВИ и одного тиратрона в блоке БВЗ. Свободные выходы БРП являются запасными.

Регулирование анодных напряжений осуществляется: грубо - 12 ступенями с шагом 180 В, плавно - в пределах шага от 0 до 180 В.

Напряжения на выходе БРП контролируются киловольтметром, расположенным в блоке.

Для защиты ламп Л2-Л11 /ГИ-30/ от пробоя в случае исчезновения или выхода за установленные пределы анодного U_A и сеточного U_C напряжений предусмотрена схема блокировки, которая через блок защиты БЗ отключает высоковольтные напряжения U_A и U_C от блока БРП.

Блок импульсного очищающего поля

Блок выполнен на трех лампах 6П20С по схеме, подобной приведенной в работе ^{8/}. БИОП обеспечивает импульсными и постоянными очищающими полями 16 искровых камер.

Выходные параметры БИОП

Величина постоянного очищающего поля	- $\pm 0 \div 95 / В$
Амплитуда импульсного очищающего поля	- $\pm 400 \div 1200 / В$
Длительность импульса очищающего поля	- $\sim 5 мс$
Задержка относительно высоковольтного импульса	- $\sim 3 мс$
Фронт импульса очищающего поля на искровой камере	- $\sim 300 мкс$

Размножитель для очищающих полей

Размножитель /рис. 7/ подает импульсное и постоянное очищающие поля на восемь искровых камер и ограничивает на уровне $+950 В$ положительные выбросы от высоковольтных импульсов, возникающие в процессе перезарядки анодных цепей тиратронов.

Блоки защиты

Блоки защиты БЗ-1 и БЗ-2 предназначены для ручного и автоматического отключения высоковольтных напряжений от блоков БРП.

Блок защиты БЗ-3 по сигналу от блока БУ отключает высоковольтное напряжение от блоков БИОП в случае превышения заданной величины длительности импульсного очищающего поля.

Блоки защиты представляют собой электромеханические контакторы, которые разрывают высоковольтные цепи после накопительных емкостей, что позволяет практически мгновенно снимать высоковольтные напряжения с защищаемых схем.

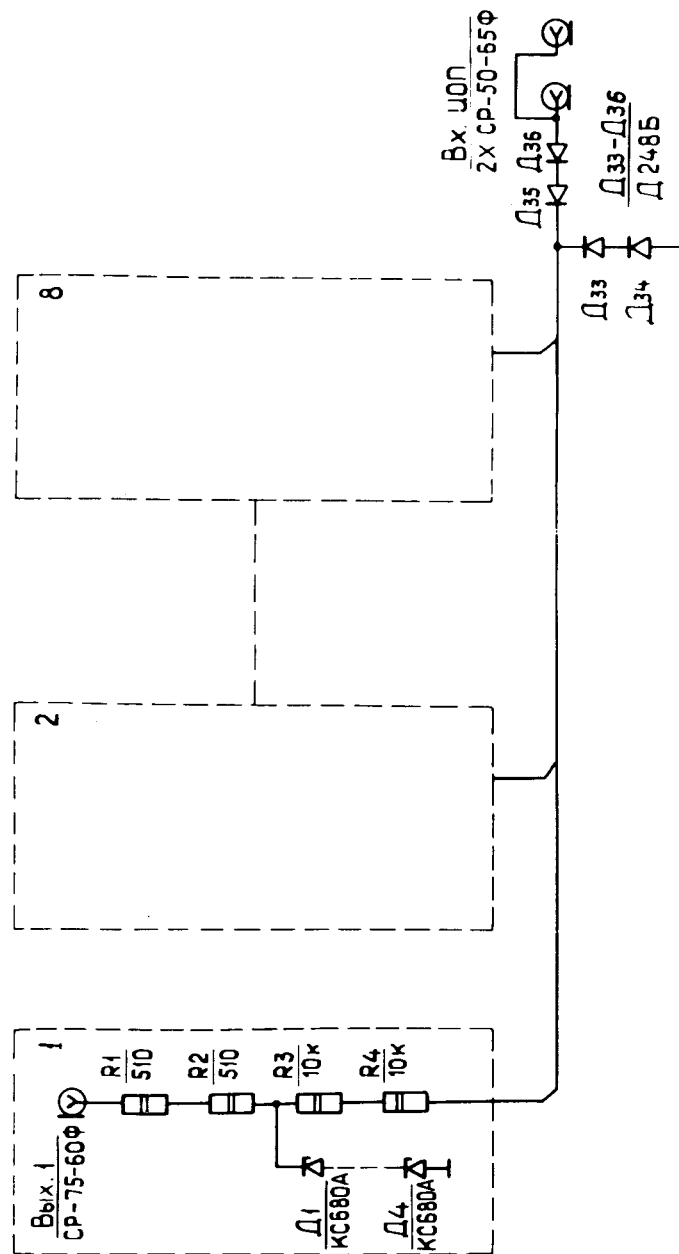


Рис. 7. Схема размножителей для очищающих полей.

Имитатор циклов ускорителя

Блок ИЦУ /рис. 8/ служит для настройки системы искровых камер и высоковольтного питания перед сеансом на ускорителе. Имитатор циклов вырабатывает серии импульсов с частотой 50 Гц. Длительность серии изменяется от 0,3 до 2,5 с, а период следования серий импульсов составляет 2,6 и 10 с. Длительность выходного импульса /уровня NIM / в серии изменяется от 50 до 250 нс. Длительность серии и период следования серий импульсов задаются генератором, выполненным на полевом транзисторе 2П303Б⁹. Блок ИЦУ выполнен в стандарте КАМАК /ячейка однократной ширины/.

Источники питания и накопительные емкости

Для питания анодных и сеточных цепей блоков БРП используются два высоковольтных источника типа ВС-10-100 /10 кВ, 100 мА/ и 4 накопителя по 70 мкФ х 15 кВ.

Для анодного питания блоков импульсного очищающего поля используется регулируемый в диапазоне $0 \pm 1,5$ кВ выпрямитель, дающий ток до 300 мА, с накопителем 280 мкФ х 5,0 кВ.

Все остальные напряжения подаются от стандартных стабилизированных источников типа ВС-22, УИП-2 и БСУ-24.

Вся система высоковольтного питания запитывается от стабилизированной сети переменного напряжения ~220 В со стабилизацией $\pm 0,5\%$.

4. КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ СИСТЕМЫ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ПИТАНИЯ

Блоки БВИ, 4 блока БРП, два блока БВЗ-1 и БВЗ-2 расположены в четырех стойках "Вишня" рядом с искровыми камерами.

Блок управления БУ, быстрый формирователь амплитуды БФА, имитатор циклов ИЦУ выполнены в стандарте

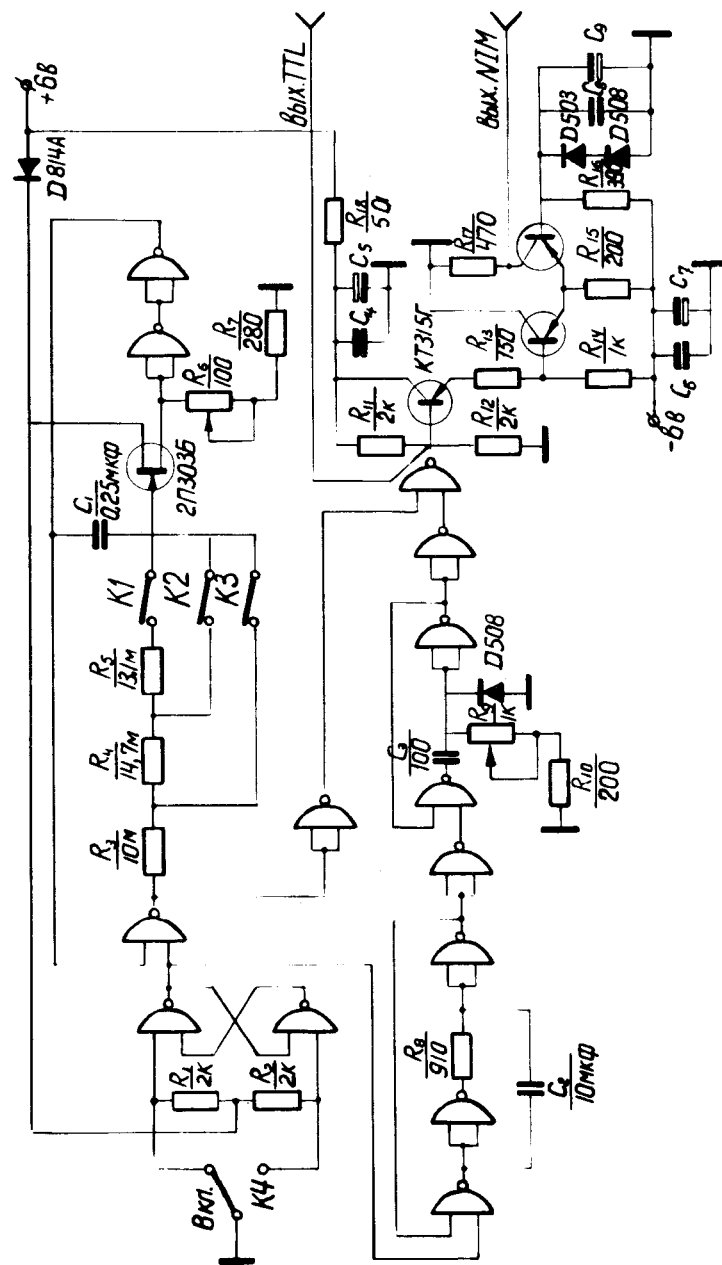


Рис. 8. Схема блока имитатора циклов.

КАМАК и находятся в домике с регистрирующей электроникой на расстоянии около 15 м от искровых камер.

Высоковольтные источники питания, накопительные емкости и стойка "Вишня" с блоками защиты и блоками импульсных очищающих полей расположены за специальным заграждением на расстоянии около 20 м от искровых камер.

5. ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ПИТАНИЯ

Установка "Фотон", работающая на линии с ЭВМ НР-2116В, может регистрировать до 24 событий за цикл ускорителя, что соответствует частоте запуска системы высоковольтного питания искровых камер примерно 50 Гц.

В таком режиме работы снижение амплитуды высоковольтных импульсов на искровых камерах не превышает 1%, а амплитуды импульсных очищающих полей практически не меняются из-за наличия ограничивающих стабилитронов в размножителях очищающих полей.

Система высоковольтного питания эксплуатировалась в длительных сеансах на синхрофазотроне Лаборатории высоких энергий ОИЯИ и показала высокую надежность.

Так, например, средняя эффективность искровых камер в течение месячной экспозиции по набору статистики процесса $\pi^- + p \rightarrow \eta + n$ составляла $(91 \pm 4)\%$ ¹⁰/_{→γγ}

При этом система высоковольтного питания не требовала никаких вмешательств со стороны дежурного персонала.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность А.М.Балдину за постоянное внимание и интерес к работе; А.И.Бабаеву, В.В.Шепелеву, В.Т.Матюшину, А.Н.Парфенову за полезные консультации; Н.В.Кашниковой за помощь в разработке блоков;

В.А.Белякову, А.Е.Московскому, Н.Н.Тиханчеву, Р.М.Базловой, Н.П.Волкову, Ю.Г.Федулову за помощь при изготовлении системы; В.А.Крамаренко, В.Д.Пешехонову, С.Н.Пляшкевичу, В.М.Головатюку, И.А.Тяпкину, В.И.Иванову, П.В.Мойсенз, А.Е.Сеннер, В.В.Бакаеву, Ю.В.Куликову, В.Т.Паршутову за помощь при проведении наладочных сеансов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заневский Ю.В. и др. ОИЯИ, Р13-8668, Дубна, 1975.
2. Аствацатуров Р.Г. и др. ОИЯИ, 1-9832, Дубна, 1976.
3. Александров Ю.А. и др. ОИЯИ, 1-9508, Дубна, 1976.
4. Архипов В.В. и др. ОИЯИ, Б1-13-10541, Дубна, 1977.
5. Заневский Ю.В. и др. ОИЯИ, 13-8691, Дубна, 1975.
6. Анисимов Ю.С. и др. ОИЯИ, 13-10569, Дубна, 1977.
7. Заневский Ю.В. и др. ОИЯИ, 13-7265, Дубна, 1973.
8. Григалашвили Т.С. и др. ОИЯИ, Р3-5324, Дубна, 1970.
9. Сиберт Р. Электроника, 1971, №17, 60.
10. Анисимов Ю.С. и др. ОИЯИ, 13-10321, Дубна, 1977.

Рукопись поступила в издательский отдел
6 апреля 1977 года.