

С 344.1и +Ц, 76

A-877

344.1и +Ц, 76

+

2509 / 77

Архипов, В.В. и др.

Б 1-13-10541



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Б 1-13-10541

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 19

77

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория высоких энергий

В. В. Архипов, А. Ф. Елишев, Г. Марин,^{х)} Н. Н. Пляшкевич.

Б1-13-10541

СИСТЕМА ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ПИТАНИЯ 32-х
МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ ИСКРОВЫХ КАМЕР С
РАБОЧЕЙ ПЛОЩАДЬЮ $1 \times 1 \text{ м}^2$.

30 марта 77

г. Дубна, 1977 г.

х) институт атомной физики, Бухарест, СРР.

А Н Н О Т А Ц И Я

Описана система высоковольтного питания 32-х магнестрикционных искровых камер с рабочей площадью $1 \times 1 \text{ м}^2$. Приведено описание и основные параметры элементов и блоков входящих в систему. Исследовалась работа системы с искровыми камерами.

Работа осуществлена в Лаборатории высоких энергий.

В В Е Д Е Н И Е

В практике физического эксперимента с частицами высоких энергий нашли широкое применение магнитострикционные проволочные искровые камеры (ИК). Развитие методики эксперимента идет по направлению увеличения размеров рабочих площадей ИК и увеличения их количества в физических установках. Созданы ИК с рабочей площадью $1 \times 1 \text{ м}^2$ и $2 \times 1 \text{ м}^2$.

Определенным образом это находит отражение и в разработках систем высоковольтного питания ИК. Появляется необходимость учета распределенности параметров проволочных электродов ИК, необходимость согласования низкоомных входных сопротивлений ИК, конструктивно приближаемых к волноводным вч. системам с целью получения оптимальных условий распространения коротких высоковольтных импульсов по всей площади ИК, с генераторами, отстоящими от ИК на расстоянии нескольких метров.

Входные сопротивления "больших" ИК при расстояниях между проволочными электродами $5 \div 8$ мм, около $5 \div 10$ ом, рабочее импульсное напряжение их составляет $6 \div 8$ киловольт. К блокам, формирующим импульсные напряжения таких величин при токе в импульсе до 800 а, предъявляются и такие требования как наличие небольших задержек, порядка 100 нсек, относительно запускающих импульсов, малые длительности фронтов, при значительном емкостном импедансе входных сопротивлений ИК, высокая стабильность в/в импульсов по этим параметрам, высокая надежность работы блоков, имеющая особое значение при работе одновременно нескольких десятков ИК в сеансах продолжительностью до нескольких сотен часов.

В данной работе приводится описание и основные параметры системы высоковольтного питания, предназначенной для питания $32 \times$ ИК с рабочими размерами $1 \times 1 \text{ м}^2$.

Описание системы

Система высоковольтного питания 32^X магнитострикционных ИК включает в себя следующие основные элементы:

четыре стойки С-1, выполненные в стандарте "Вишня", содержащие каждая: 5 блоков высоковольтного импульсного питания (БВИ), блок разводки высоковольтного напряжения (БР-1), блок разводки напряжений очищающих полей (БР-2), панель с эквивалентами нагрузки;

стойку С-2, выполненную в стандарте "Вишня", содержащую 4 блока зарядно-стабилизирующих (БЭС), блок формирования напряжения очищающего импульсного поля (БИО), блок установки напряжения очищающего постоянного поля (БПО) и блоки организации запускающих импульсов при работе в тренировочном режиме;

стойку С-3 с высоковольтными блоками выдающими анодное напряжение для ламп ГИ-7Б, блоков БВИ и опорное напряжение для блоков БЭС;

блок УИП-2 для подачи напряжения смещения на тиратроны;
накопительное устройство с зарядными блоками БЗ-1 и БЗ-2 (блоки ВС-20-10);
пульт управления.

На рис. I приводится план расположения аппаратуры системы высоковольтного питания ИК.

Все ИК, для решения физической задачи в эксперименте, разбиты на две группы по 16 ИК в каждой. Исходя из этого и составлен план размещения аппаратуры системы высоковольтного питания ИК.

В непосредственной близости от каждой группы ИК размещены по две стойки С-1 (см. рис. 3). Запуск блоков БВИ осуществляется от блока размножителей запускающих импульсов, находящегося в экспериментальном домике.

Все напряжения на стойки С-1, а также контрольные напряжения с них подаются по кабелям разбитым на две группы, приходящим на пульт управления, расположенный в 25 метрах от стоек С-1 на верхней площадке экспериментального павильона. В непосредственной близости от пульта управления расположены стойки С-2 и С-3 и накопительное устройство. Функциональная схема системы высоковольтного питания 32^X ИК приведена на рис. 2.

Основные параметры и краткое описание блоков системы высоковольтного питания ИК.

1. Блок высоковольтного импульсного питания (БВИ).

Блоки высоковольтного импульсного питания выполнены на основе керамических водородных тиратронов ТГИ-1 500/16.

Каждый блок БВИ обеспечивает работу двух магнитоотрицательных ИК. Для достижения надежной продолжительной работы тиратронов, имеющих значительный разброс по параметрам и заметное "старение" при наработке сотен часов, осуществлена стабилизация и выравнивание их параметров подачей положительного напряжения смещения на управляющую сетку тиратронов. Предусмотрена регулировка напряжения на генераторе водорода тиратронов, что позволяет поддерживать в заданных пределах длительность фронта выходных импульсов.

Запуск блока БВИ осуществляется от внешнего импульсного напряжения отрицательной полярности с амплитудой $0,5 \pm 0,8$ вольта. Входное сопротивление блока 50 ом.

На выходе блока формируются импульсы с амплитудой до 7 кв. при суммарном токе в нагрузке до 800 ампер для каждого канала.

Стабильность амплитуды в/в импульсов в пачке длительностью до 0,5 сек. не хуже $\pm 1\%$. Длительность в/в импульсов на уровне 0,5 амплитуды 190 ± 5 нсек. Суммарная задержка по всему блоку около 100 нсек. Длительность фронта в/в импульса при работе на активную нагрузку 30 ± 2 нсек. Стабильность задержки от импульса к импульсу в пачке не хуже $\pm 1\%$. Блок обеспечивает работу с частотой до 300 гц. в пачке.

Схема блока.

Функциональная схема блока БВИ приведена на рис. 4. Блок состоит из транзисторного предусилителя-формирователя, схемы запуска тиратронов, выходной тиратронной схемы с зарядными элементами. Принципиальная схема блока приведена на рис. 5.

Транзисторный предусилитель-формирователь (ТПФ) выполнен на транзисторах T_1-T_7 . Предусмотрена защита входа ТПФ от значительных импульсных наводок, возникающих при работе блока и ИК.

Входной сигнал инвертируется и усиливается усилителем выполненным на транзисторе T_1 . На транзисторах T_4, T_5, T_6, T_7 , работающих в лавинном режиме, выполнены генераторы импульсов. Формирование импульсов производится с помощью линии с распределенными - параметрами.

Задержка по всему тракту ТПФ составляет 10 ± 15 нсек. Длительность фронта выходного импульса на нагрузке 1 ком. составляет 5 ± 7 нсек. Длительность импульса на уровне 0,7 амплитуды 300 нсек. Амплитуда напряжения выходного импульса около 150 вольт.

Конструктивно ТПФ выполнен на отдельной печатной плате, помещаемой в экранирующую коробку.

Схема запуска тиратронов.

Схема запуска тиратронов представляет собой усилители выполненные на металлокерамических лампах ГИ-7Б, имеющих относительно высокое рабочее напряжение, что позволяет получить с нее в/в импульсы до 3^X кв. при высокой надежности. Схема запуска тиратронов имеет небольшую задержку, обеспечивает достаточный импульсный ток, необходимый для надежного запуска тиратронов, одновременно она выполняет функций буферного устройства, защищающего схему ТПФ от возможных значительных обратных импульсных напряжений тиратрона.

На управляющую сетку ламп ГИ-7Б (Л₅, Л₇) подано отрицательное напряжение смещения порядка 80 вольт, запирающее её по анодному току. Импульсное напряжение с ТПФ отпирает лампу, обеспечивая в режиме сеточных токов в её анодной цепи ток до 7 ампер.

Импульсные трансформаторы Тр₂, Тр₃ инвертируют импульсы при сохранении их амплитуды. Значительного уменьшения длительности переднего фронта, при сохранении общей длительности импульса, удалось достичь использованием комбинации ферритовых колец, имеющих различную магнитную проницаемость.

Выходная тиратронная схема.

Основную задержку по блоку БВИ вносит коммутирующий элемент - тиратрон. По паспортным данным величина задержки тиратрона ТГИ-1 500/16 лежит в пределах 100±300 нсек. Значительного сокращения задержки и её стабилизации удаётся достичь подачей положительного смещения на управляющую сетку тиратрона /^{3,5}/. Тестовое требование к параметрам импульсов, получаемых с помощью тиратронов, подверженных постепенному изменению своих параметров

(старение), вынуждает уделять большое внимание следующим факторам, влияющим на работу тиратронов: напряжение накала, напряжение на генераторе водорода, напряжение на управляющей сетке, температура и режим охлаждения.

"Старение" тиратронов, обусловленное изменением газового состава в нём, приводит к увеличению длительности фронта в/в импульсов, что изменяет режим образования искр в ИК, кроме того увеличение длительности фронта в некоторой степени снижает амплитуду в/в импульсов.

Достичь постоянства работы системы ИК можно или поддержанием параметров в/в импульсов в необходимых пределах, что достигается изменением ниже названных факторов или компенсацией изменяющихся параметров увеличением напряжения на аноде тиратронов.

Длительность фронта выходного в/в импульса блока БВИ определяется величинами индуктивности выводов тиратронов, индуктивностями выводов разрядных конденсаторов и временем образования ионной лавины в тиратроне. Последний фактор является наиболее важным, т.к. он в основном и определяет величину длительности фронта в/в импульса. Для большинства тиратронов, проработавших несколько сотен часов, наблюдается увеличение фронта в/в имп. с 25 ± 30 до 40 ± 60 нсек. Регулировкой напряжения смещения, изменением мощности запускающего тиратрон импульса, в разумных пределах, не удаётся достичь уменьшения времени образования ионной лавины до первоначальных значений. На рис. 6а и 6б приведены графики, показывающие зависимость длительности фронта в/в импульсов и изменение величины задержки по блоку БВИ от изменения величины напряжения на генераторе водорода тиратронов.

Практически показано, что для большинства тиратронов типа *

ТГИ-1 500/16 подбор режима по генератору водорода позволяет получать с них импульсы с необходимыми параметрами (рис. 11а, 11б).

Длительная работа с большим количеством тиратронов типа ТГИ-1 500/16 показала, что не все из них могут обеспечивать необходимые параметры. Увеличение напряжения на генераторе водорода и увеличение напряжения смещения на управляющей сетке тиратронов выше некоторого предела, различного для разных экземпляров, может привести к самозапуску некоторых из них. Большинство экземпляров тиратронов ТГИ-1 500/16, обеспечивающих необходимые параметры в/в имп., имеют рабочие области, отстоящие достаточно далеко от области "самозапуска" (рис. 6а), а у части экземпляров зона "самозапуска" или слишком близка от рабочей области (рис. 6б) или они перекрываются. Что говорит о необходимости отбора тиратронов и индивидуальном подборе напряжения на генераторе водорода.

Выходные импульсы с блока БВИ при работе на ИК выделяются на смешанной RC-нагрузке при разряде емкостей C_{15+20} , C_{32+37} блока БВИ (рис. 5), выполненных в виде боксов из 6-и конденсаторов типа К15-4. Возможны несколько вариантов соединения конденсаторов в боксе (рис. 8). Третий вариант (рис. 8в) соединения конденсаторов можно использовать при работе на малые ИК. При этом каждая из емкостей бокса разряжается на "свой" ИК, что даёт возможность произвести индивидуальный подбор емкостей. Конструкция боксов, с различными вариантами соединения конденсаторов в них, показана на рис. 9.

Передача импульсного в/в напряжения на каждую ИК с выходов каналов блоков осуществляется пятью кабелями РК-50 с разъёмами СР-50-64ф, имеющих усиленную изоляцию. На рис. 3 показано раз-

мещение двух стоек С-I относительно одной из групп ИК.

II. Накопительное устройство.

Накопительное устройство системы высоковольтного питания ИК обеспечивает заряд 32-х боксов емкостей блоков БВИ, имеющих суммарную величину 0,42 мкф, разряжаемых тиратронными ключами на ИК с частотой до 300 гц в течении 0,5:1 сек. Период следования импульсных пачек 0,15 гц. Стабильность напряжения в/в импульсов в пачке не хуже 1%.

Выполнение накопительного устройства по традиционной схеме с частичным разрядом, примененной в работах /1,2/, потребовало бы использования большой ёмкости накопительного конденсатора, порядка 50000 мкф х 10 кв. В данной установке применена схема накопительного устройства, обеспечивающая заданные параметры при ёмкости накопительного конденсатора 150 мкф х 15 кв.

На рис.13 представлены диаграммы напряжений поясняющих работу накопительного устройства. На рис. 13а представлена принципиальная электрическая схема накопительного устройства.

Накопительная ёмкость, составленная из конденсаторов C_1-C_6 (рис.13а), заряжается до 15 кв от двух источников высокого напряжения БЗ (ВС-20-10). За время пачки импульсов происходит её разряд, могущий достигнуть величины 30÷40%, в то же время, на зарядных емкостях блоков БВИ обеспечивается задаваемое напряжение со стабильностью не хуже 1%. Установка величины стабильного высоковольтного напряжения на каждой из четырёх стоек С-I, осуществляется четырьмя блоками БЗС и блоком опорного напряжения, ВС-22.

III. Блок зарядно-стабилизирующий.

БЗС - обеспечивает заряд 8 боксов зарядных емкостей 4-х блоков БВИ с суммарной емкостью 0,11 мкф до напряжения, устанавливаемого в пределах от 2-х до 7-и кв, за время меньше 10 мсек.

Принципиальная схема блока БЗС, выполненная по схеме катодного повторителя на лампе ГМИ-836, представлена на рис. 14.

Величина зарядного напряжения на блоках БВИ устанавливается с помощью внешнего источника опорного напряжения и автономного регулируемого в/в выпрямителя, имеющегося в каждом из БЗС. Такой метод регулировки зарядного напряжения позволяет иметь четыре независимых канала, что даёт возможность группировать ИК по рабочему напряжению.

На рис. 12 показана часть накопительного устройства со стойками С-2, включающими в себя четыре блока БЗС, и зарядными блоками БЗ-1 и БЗ-2 (ВС-20-10).

IV. Размножитель высоковольтного напряжения.

С помощью блока высоковольтного размножителя БР-1 осуществляется разводка высоковольтного напряжения с блоков БЗС на блоки БВИ в каждой из стоек С-1.

Принципиальная схема блока БР-1 представлена на рис. 15. С помощью измерительных приборов $Ип_{I-4}$ производится контроль работы тиратронов блоков БВИ; диодные в/в столбы обеспечивают развязку между блоками БВИ по высокому напряжению. В блоке высоковольтного размножителя, кроме разводки высокого напряжения на зарядные цепи тиратронов, осуществляется разводка напряжения +2,5 кв по блокам БВИ для питания ламп ГИ-7Б (анодное напряжение).

V. Блок формирования напряжения импульсного очищающего поля.

Блок БИО формирует на нагрузке I ком. импульсное напряжение с амплитудой до I, 5 кв. Длительность импульса на выходе блока повторяет длительность импульсов на входе и лежит в пределах 4-10 мсек^{х)}. Импульсы следуют пачками длительностью 0,5 сек с периодом 6 сек. Частота повторения импульсов в пачке 50-100 гц.^{х)} Спад амплитуды импульсов в конце пачки не превышает 2% от амплитуды импульсов в начале её. Длительность фронта импульсов установлена величиной 100 мсек^{х)}. Запускающие импульсы отрицательной полярности имеют амплитуду 0,5-0,8 вольт.

Схема блока .

Функциональная схема блока БИО приведена на рис. 16. Принципиальная схема приведена на рис. 17. На рис. 18 показаны временные диаграммы процессов в основных частях схемы.

В первых двух каскадах, выполненных на транзисторах T_1 и T_2 , производится усиление управляющего импульса по напряжению и току. С коллекторной нагрузки транзистора T_2 импульс подаётся на трансформаторы T_3 и T_4 , при этом производится дифференцирование импульса. Импульс, полученный от дифференцирования переднего фронта, производит запуск тиристорного триггера (левое плечо), при этом начинает проходить ток через нагрузочные резисторы ИК.

С окончанием входного управляющего импульса, импульс, полученный от дифференцирования среза, подаётся на управляющие электроды правого плеча (Д38-40) тиристорного триггера, что приводит к его опрокидыванию. Ток через нагрузочные резисторы ИК прекращается а проходить начинает через открывшиеся тиристоры пра-

х) Указанные параметры соответствуют режиму для работы с ИК. Возможны значительные отклонения от них.

вого плеча и балластные резисторы 37-40. Из рассмотрения принципа работы схемы видно, что происходит постоянное потребление тока с выпрямительного устройства блока.

Использование маломощного выпрямителя и накопительных конденсаторов в схеме с частичным разрядом^{/1,2/} привело бы к необходимости иметь большую батарею конденсаторов в накопителе. При длительности импульса 8 мсек, частоте повторения 100 гц и длительности пачки импульсов 0,5 сек, следующих с периодом 6 сек, спад напряжения на вершине импульса в конце пачки по отношению к напряжению импульсов в начале её величиной на 2%, при сопротивлении нагрузки 1 ком, можно было бы реализовать лишь при емкости накопительной батареи порядка $(20 \div 40) \cdot 10^3$ мкф.

$$C_{\text{накоп.}} = \frac{\tau_n}{RGS} = \frac{(0,5 \div 1) \text{ сек}}{1 \cdot 10^3 \text{ ом} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot 1,25} = (20 \div 40) \cdot 10^3 \text{ мкф}$$

где τ_n - длительность пачки импульсов;

S - скважность импульсов в пачке;

R - сопротивление нагрузки;

G - допустимая величина спада.

В рассматриваемой схеме используется сравнительно мощный выпрямитель на 60-90%, обеспечивающий ток в нагрузке. Бокс конденсаторов С-1 \div 30 (рис. 17), составленный из конденсаторов типа Ф_т 500,0 x 300 в, имеет небольшие габариты, величина его емкости 500 мкф при рабочем напряжении 1800 вольт.

Комбинация сильноточного выпрямителя и довольно значительно накопительного элемента позволяет получить спад напряжения за время рабочего цикла не более 2%. Амплитуда импульсного напряжения с выхода блока регулируется изменением напряжения на первичных обмотках трансформаторов Т_{р1,2}.

Для устранения возможного ложного срабатывания от импульсной наводки введена схема "сторожа", производящего автоматическое переключение триггера при прохождении тока через нагрузку ИК в течении времени больше заданного.

Электронная часть схемы блока БИО выполнена на отдельной плате и оформлена отдельным блоком, размещаемом в типовой корзине (500 x 300 x 240) стойки стандарта "Вишня". В этой же корзине размещены силовые трансформаторы, высоковольтные выпрямители и бокс накопительных конденсаторов.

Напряжение постоянного очищающего поля ИК устанавливается с помощью прибора УИП-2, установленного в стойку С-2. Напряжение постоянного очищающего поля и напряжение импульсного очищающего поля с блоков БИО и БПО по кабелям подаются на каждую из стоек С-1.

Сложение напряжений импульсного и постоянного очищающих полей и их разводка на каждую из ИК производится с помощью блоков сложения и разводки БР-2, установленных по одному в каждой из стоек С-1. Принципиальная схема блока БР-2 представлена на рис.20. На рис.19 приведены диаграммы напряжений на рабочих электродах ИК .

Пульт управления.

С помощью пульта управления осуществляется управление работой установки в/в питания ИК, а именно:

дистанционное включение и выключение охлаждения стоек С-1, включение и выключение накала тиратронов блоков БВИ, включение и выключение накала высоковольтных выпрямителей стоек С-2 и С-3, включение и выключение блоков очищающих полей и установка величины напряжений очищающих полей, включение и выключение высоких напряжений на блоки БВИ и установка величины этих напряжений.

Схема УБС пульта управления системой высоковольтного питания ИК предусматривает блокировку включения напряжений смещения и высоких напряжений системой защиты, блокировку включения накала тиратронов по воздушному охлаждению, предусмотрена задержка включения высокого напряжения на время необходимое для прогрева тиратронов. С помощью пульта управления осуществляется контроль за работой блоков БВИ, блоков импульсного и постоянного очищающих полей, блоков высоковольтных выпрямителей.

Схема УБС, являющейся частью пульта управления, приведена на рис. 21.

Результаты работы.

Система в/в питания работала совместно с 32-мя ИК в шести наладочных и рабочих сеансах /4/. Произведено около $3,5 \cdot 10^6$ запусков. Получено около 40 тысяч стереомагнитографий. На рис.24 приведена таблица эффективности ИК, полученная с помощью "он-лайн" программ во время одного из сеансов. Видно, что с помощью системы в/в питания можно достигать средней эффективности ИК 96% при средней загрузке $I_{\pm 2}$ /4/. На рис.25 показан фрагмент топографии события (по 16 ИК), наблюдаемый на дисплее /4/.

Вместе с тем, работа системы в/в питания в комплексе с ИК в длительных сеансах показала, что имеются значительные трудности достижения высокой эффективности всего комплекса ИК (суммарная эффективность ИК за время длительной работы была достигнута лишь 65%), из-за выявленного в процессе работы разброса рабочих параметров ИК, нестабильности параметров отдельных узлов системы в/в питания, из-за неустойчивой работы некоторых узлов ИК и т.д.

Примененная авторами четырёхканальная система питания ИК с возможностью установки автономного стабилизированного напряжения в каждом из каналов, обеспечивала возможность группировки ИК по их рабочим параметрам. Вместе с тем, необходимо отметить, что группировка ИК была произведена не оптимально, не по результатам работы в установке, а по данным, полученным при их стендовой наладке.

Высокие требования, предъявляемые Техническим заданием к длительности фронта в/в импульсов, к величине задержки по блоку БВИ, являлись определяющими факторами при выборе режима работы тиратронов и выборе варианта системы в/в питания ИК в целом,

в значительной степени predeterminedio некоторое снижение надёжности. Некоторое снижение эффективности ИК наблюдалось из-за нестабильности питающей систему сети 380/220 в.

Выводы.

Для обеспечения более уверенной работы с высокой эффективностью всех ИК в течение длительных сеансов необходимо:

- а) повысить стабильность питающей установку сети 380/220 в;
- б) обеспечить автономную регулировку амплитуды импульсного в/в напряжения на каждой ИК, что даст возможность скомпенсировать разброс параметров ИК и одновременно, позволит снизить требования к параметрам в/в импульсов.

В заключении авторы считают своим приятным долгом поблагодарить: А.М.Балдина, А.А.Кузнецова, И.А.Савина, Н.И.Павлова, Л.Г.Макарова Ю.М.Попова за постоянное внимание и помощь в работе;

Ю.В.Заневскому за постановку задачи и постоянное внимание;

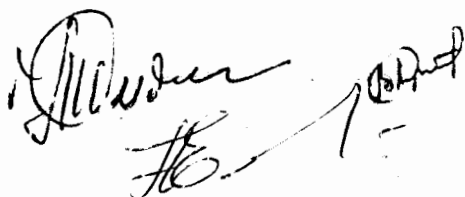
М.Н.Хачатуряну за помощь в организации работ;

Ю.Т.Кирьшину, Б.А.Кулакову, В.Т.Матюшину за полезные обсуждения вопросов;

В.И.Прохорову, Л.С.Бойцовой Д.Штефанаке за большой объём работ по изготовлению и монтажу блоков системы; Широкову А.И. Л.А.Рачковой, В.В.Степановой, Н.Н.Графову, И.Н.Какурину и группе Невзорова за большой объём работ по монтажу кабелей;

А.И.Малахову, Б.М.Старченко и монтажницам ЦЭМа за помощь в монтаже ряда блоков;

Н.В.Печёнову за качественное выполнение фотографий.



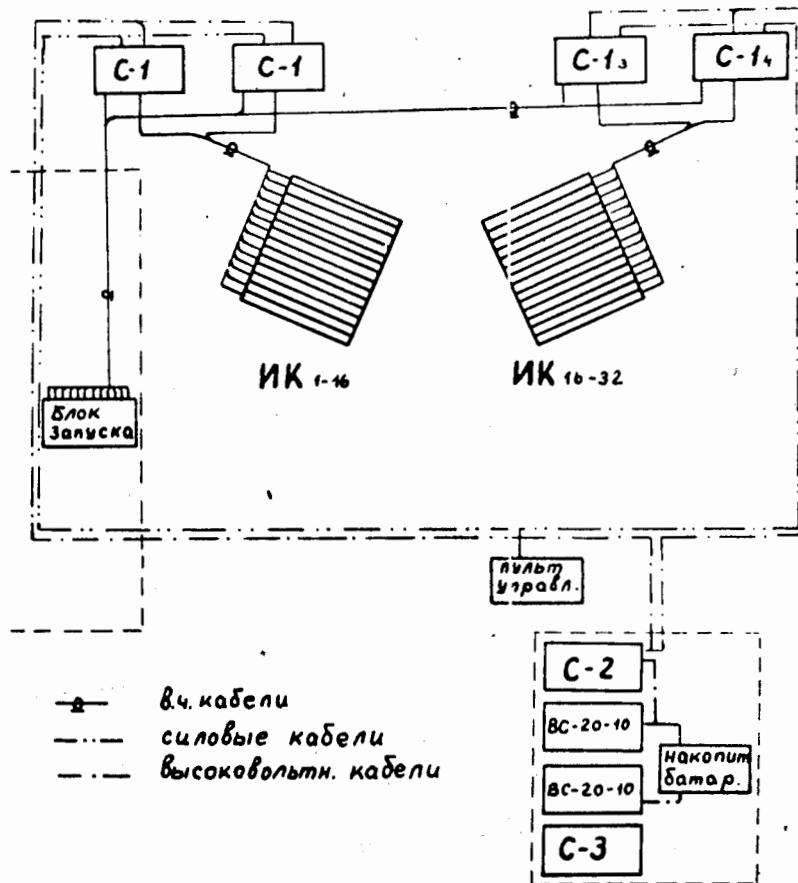


Рис. I. План расположения аппаратуры системы
высоковольтного питания ИК.

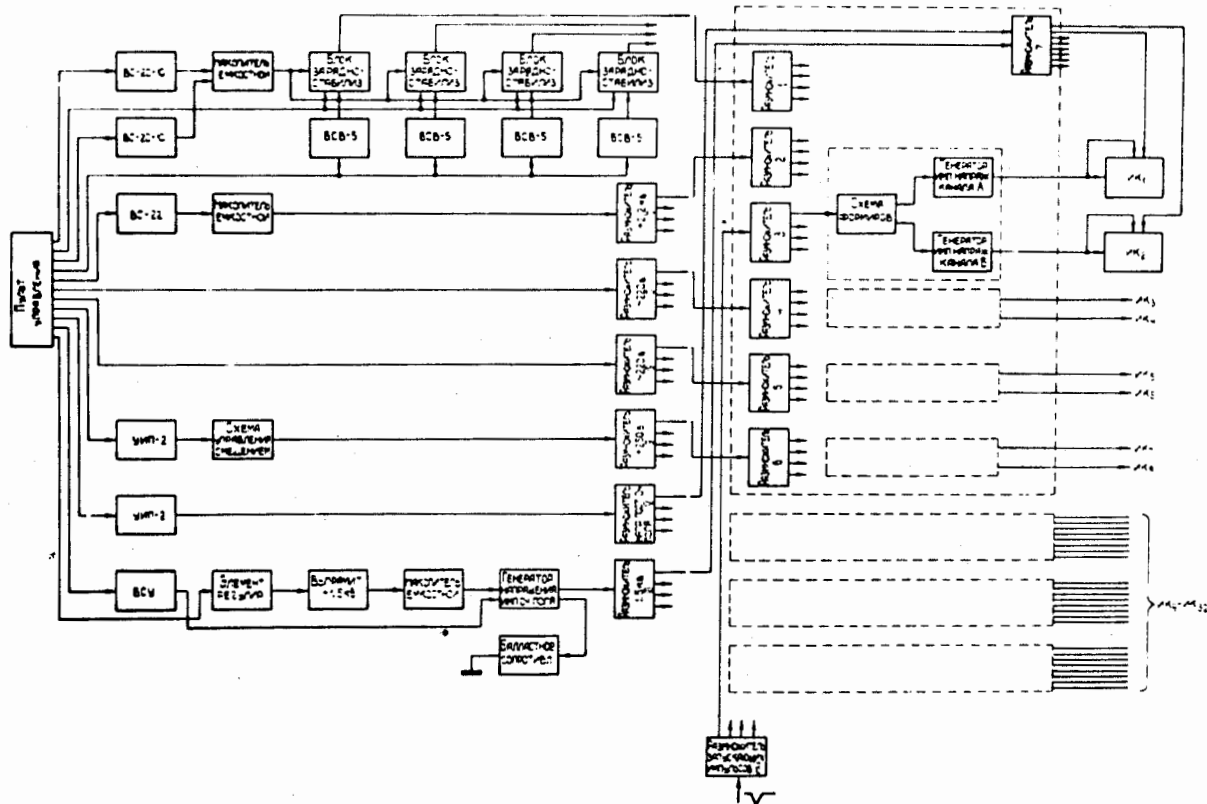


Рис. 2. Блок-схема системы высоковольтного питания ИК.

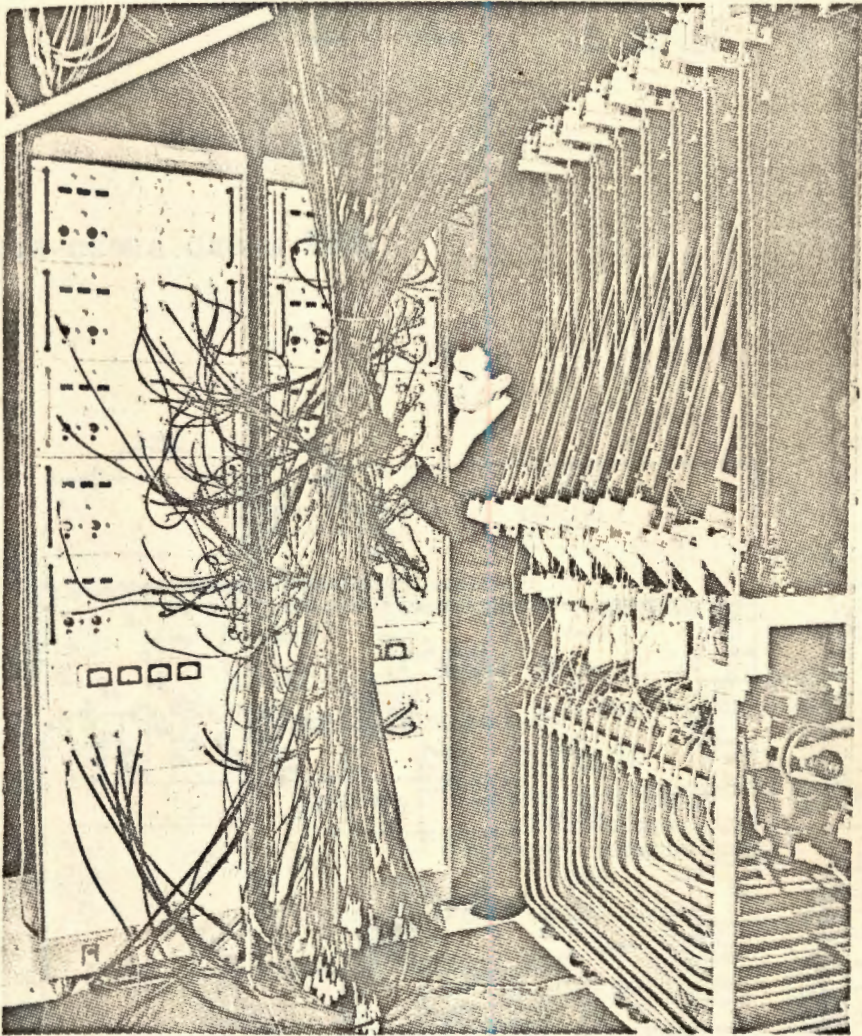


Рис. 3. Расположение стоек С-1 относительно одной из групп ИК.

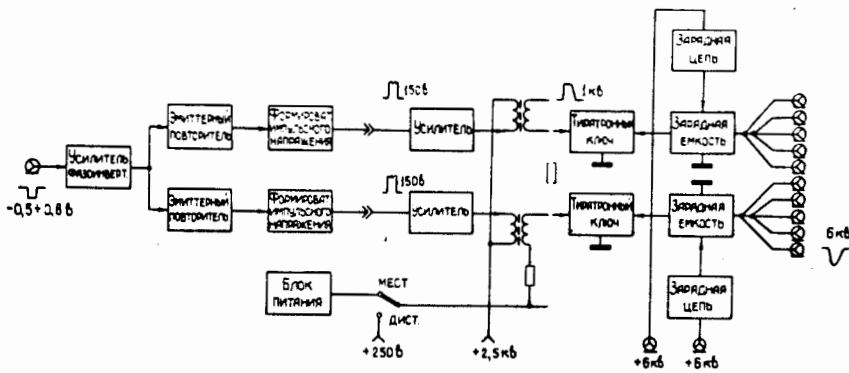


Рис. 4. Блок-схема блока БВИ.

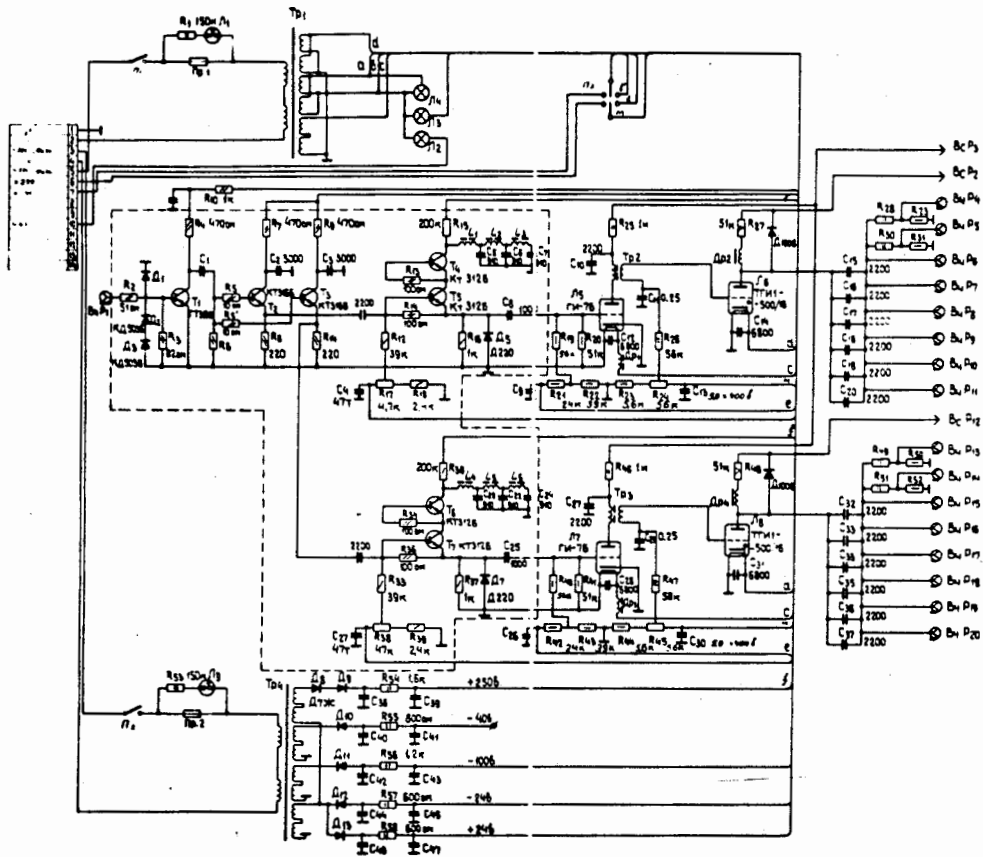


Рис. 5. Принципиальная схема блока БВИ.

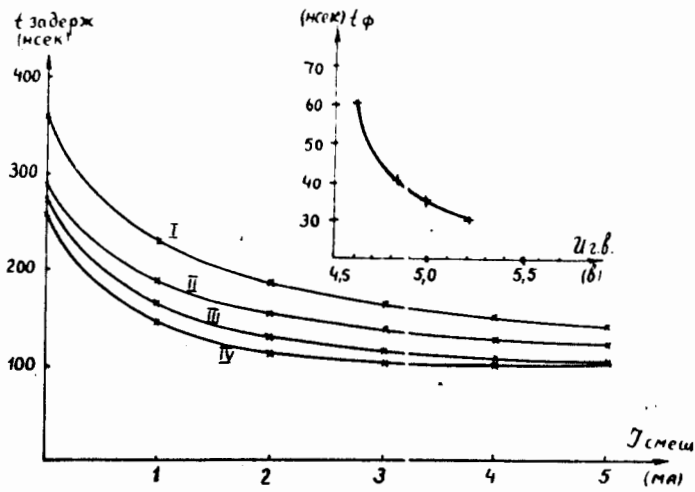


Рис. 6а.

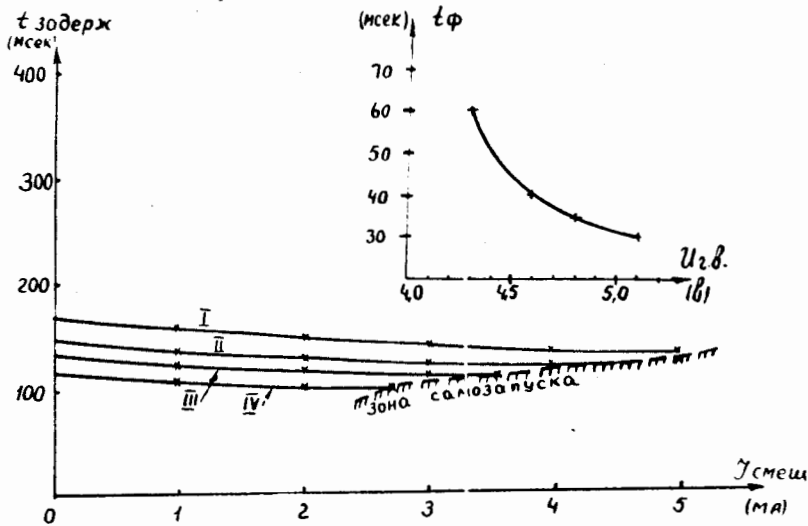


Рис. 6б.

Графики изменения задержки в блоке БВИ и изменения длительности фронта выходных импульсов в зависимости от величины тока смещения в цепи сетки тиратронов и в зависимости от величины напряжения на генераторе водорода тиратронов, проработавших не менее 500 часов.

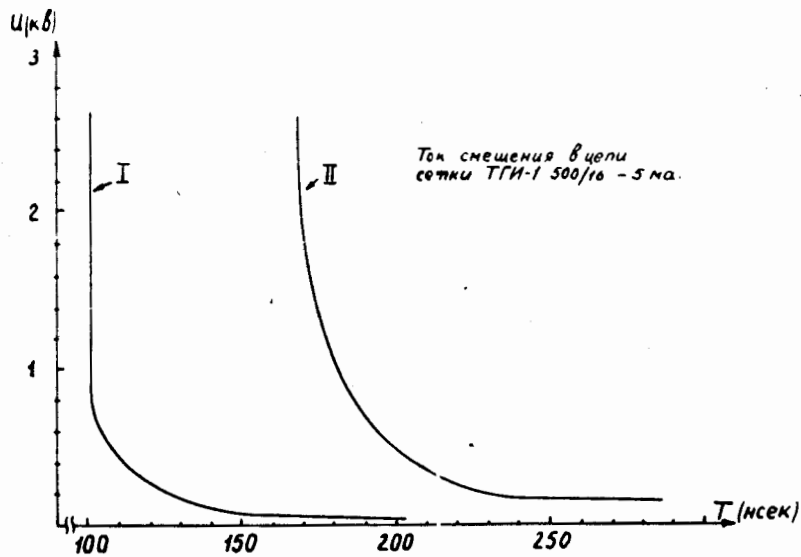


Рис. 7. Зависимость величины задержки блока БВИ от напряжения на аноде лампы ГИ-7Б (использованы тиратроны проработавшие не менее 500 часов).

- I- с оптимально подобранным напряжением на генераторе водорода тиратрона,
- II- с напряжением на генераторе водорода оставленном без изменений.

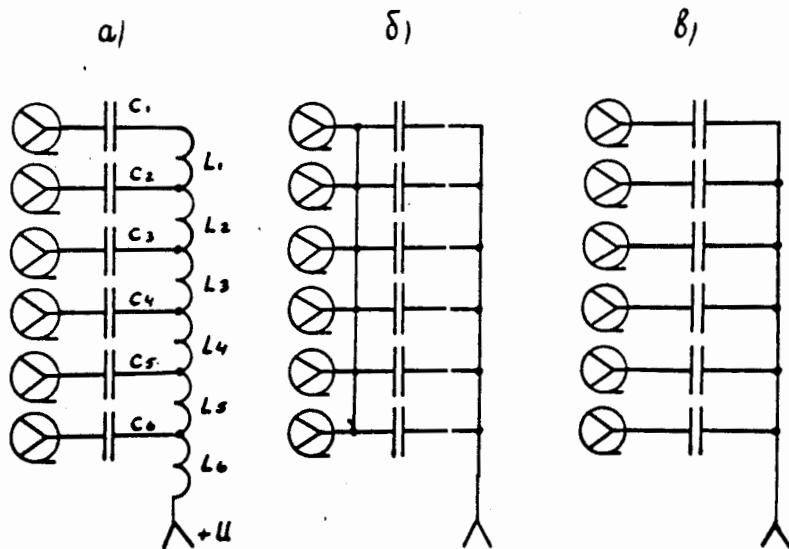


Рис. 8. Варианты включения конденсаторов в боксе.

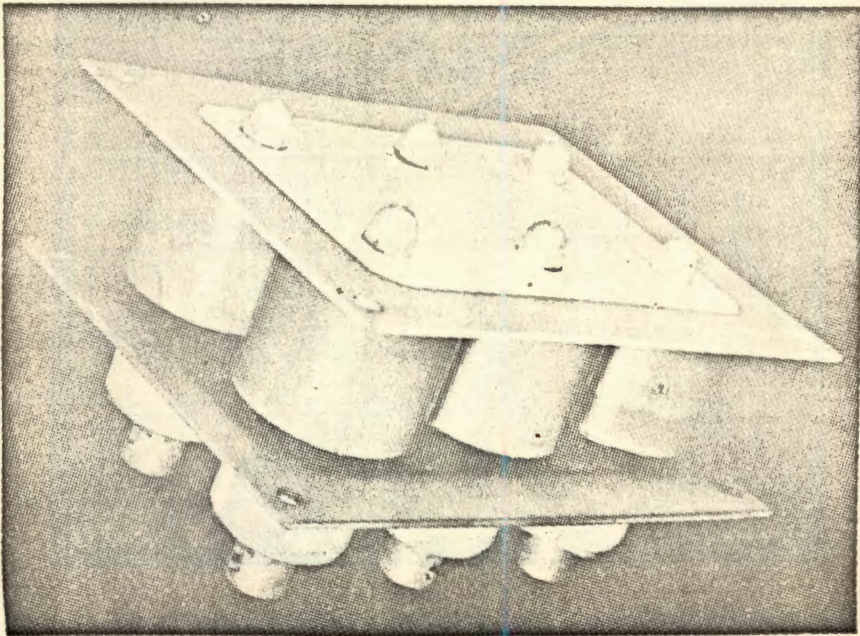


Рис.9 а.

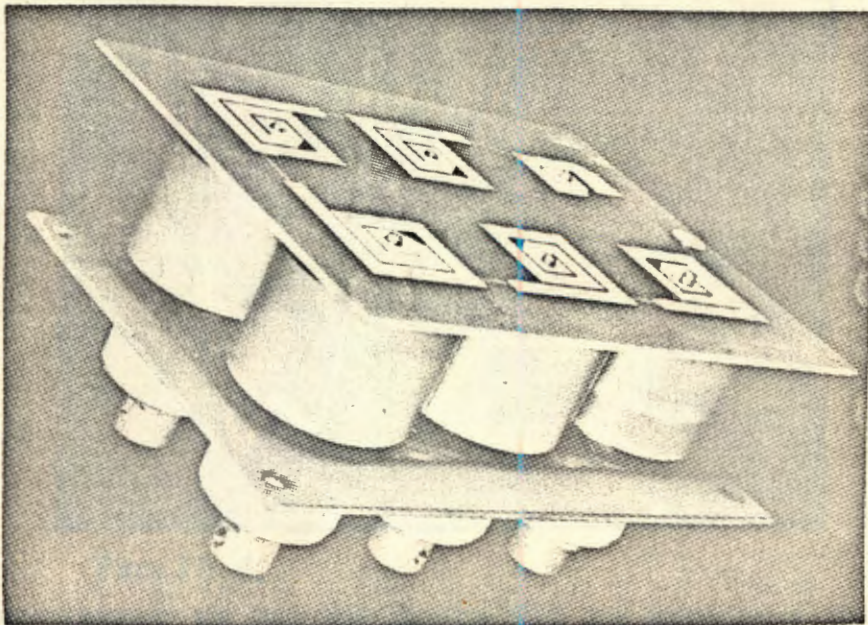


Рис.9 б.

Конструкция выходного бокса зарядных конденсаторов:
а) при соединении конденсаторов в параллель,
б) при соединении конденсаторов индуктивностями
(линия с LC-параметрами).

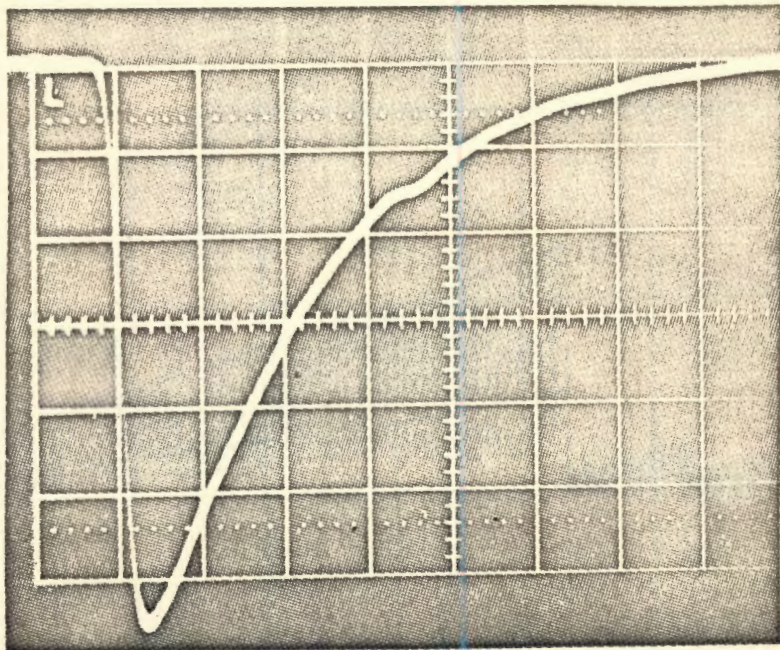


Рис. 10 а.

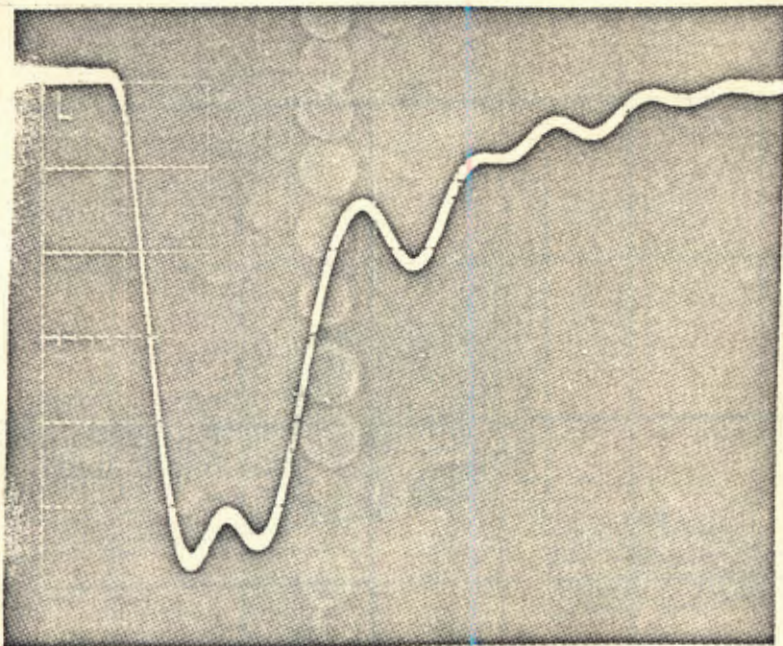


Рис. 10 б.

Форма напряжения на выходе блока БВИ на активной нагрузке - 8 Ом.; а) при параллельном соединении емкостей в боксе; б) при соединении емкостей индуктивностями (линия с распределенными LC - параметрами). Примечание: одно деление по вертикали соотв. напряжений 1 кв, по горизонтали времени 100нсек. Время прихода запускающего имп. соответств. началу шкалы.

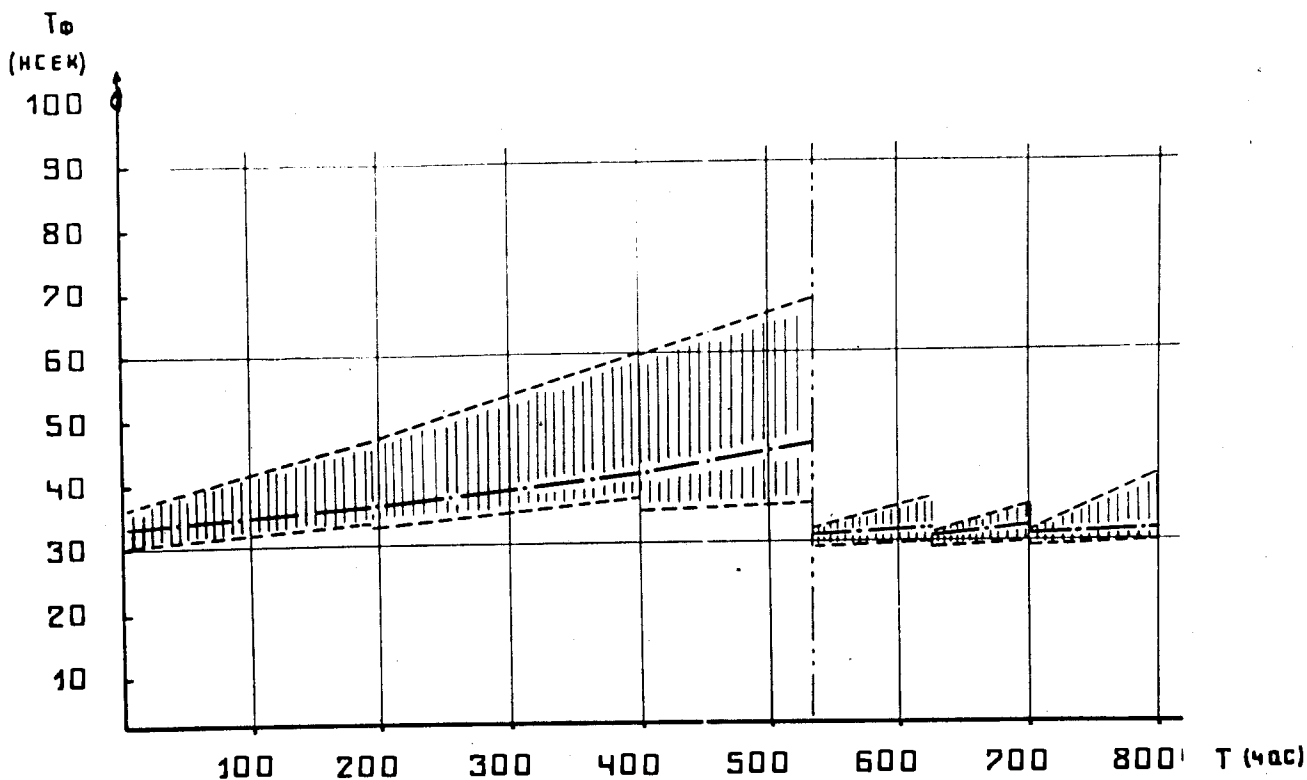


Рис. II а.

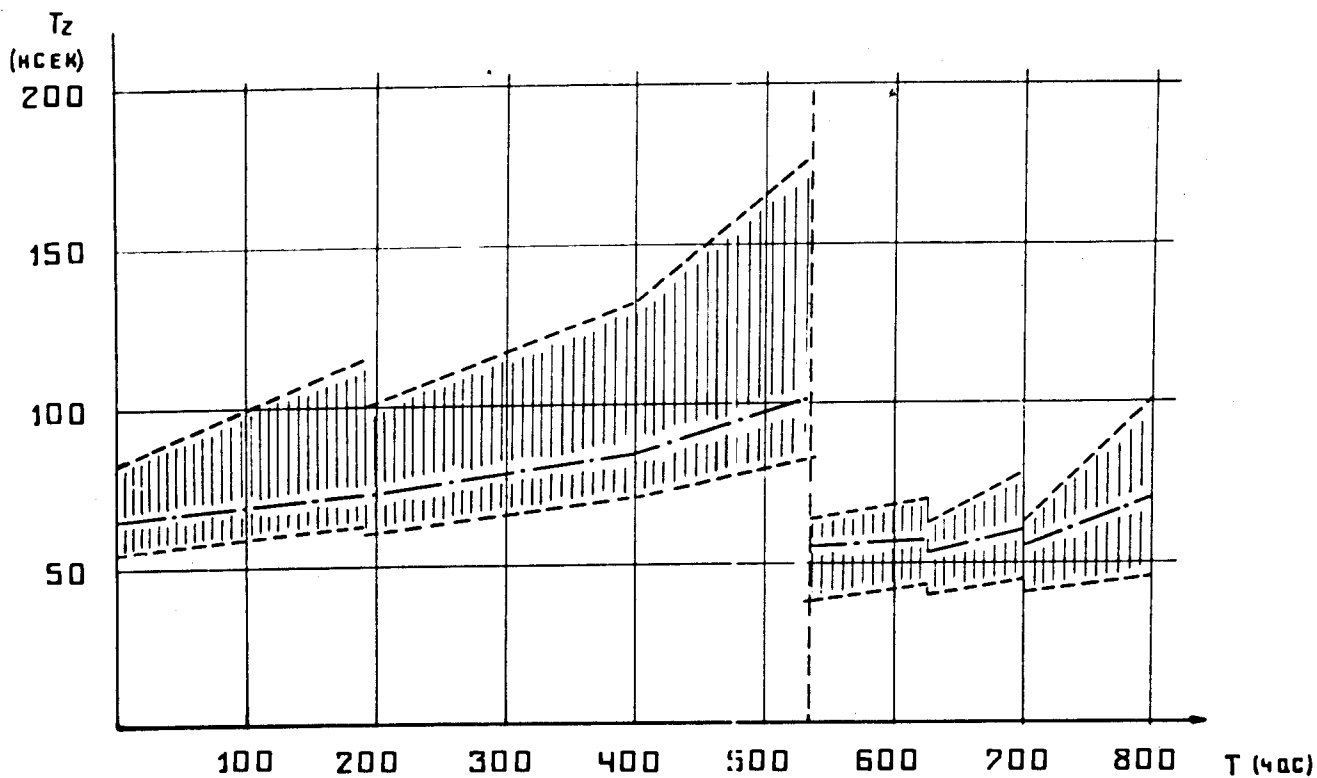


Рис. II б.

Изменение величины длительности фронта импульсов (T_ϕ) и величины задержки тиратронов ТГИ- 500/16 в течении их длительной работы. (После 500 час. работы производилась периодическая корректировка напряжения на генераторе водорода).

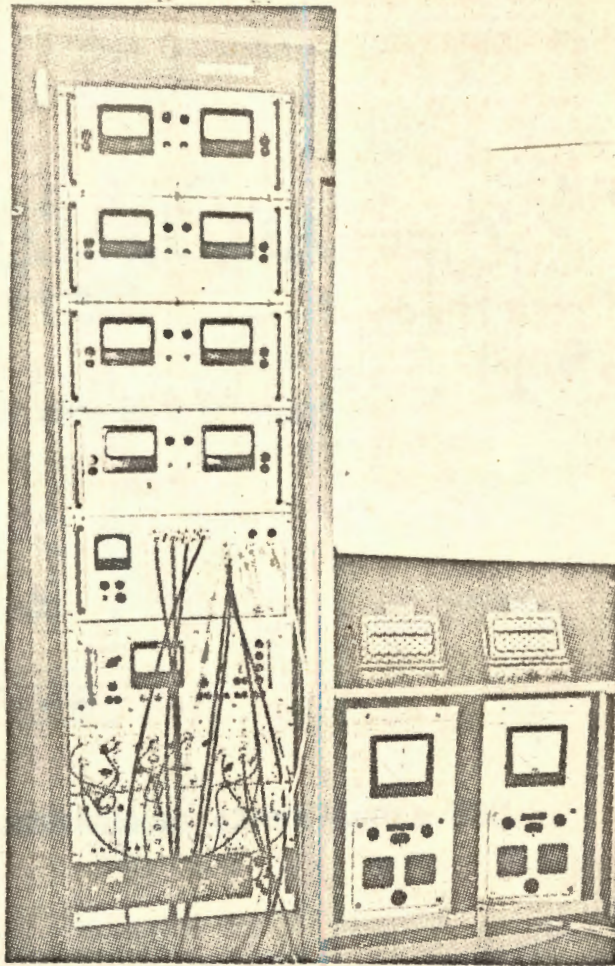


Рис. 12. Общий вид стойки С-3 и зарядных блоков БЗ-1,2 накопительного устройства.

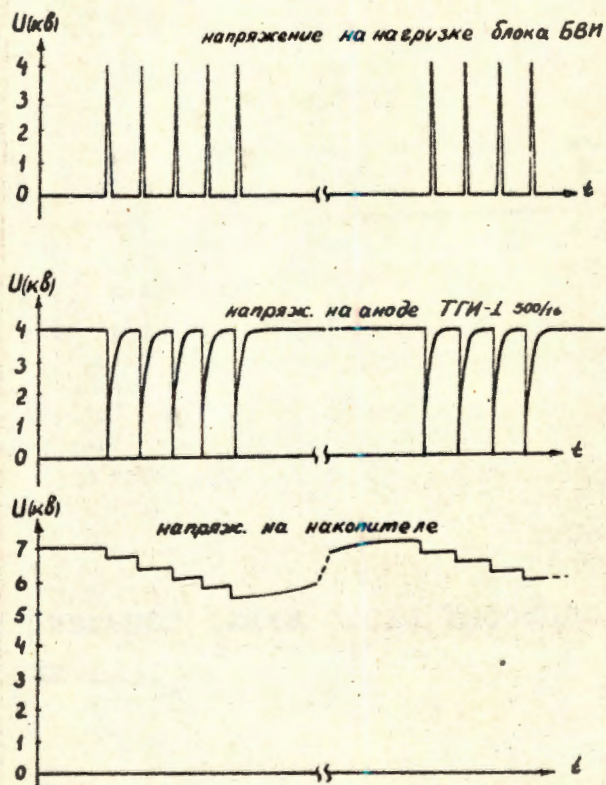


Рис. 13. Диаграмма работы накопительного устройства.

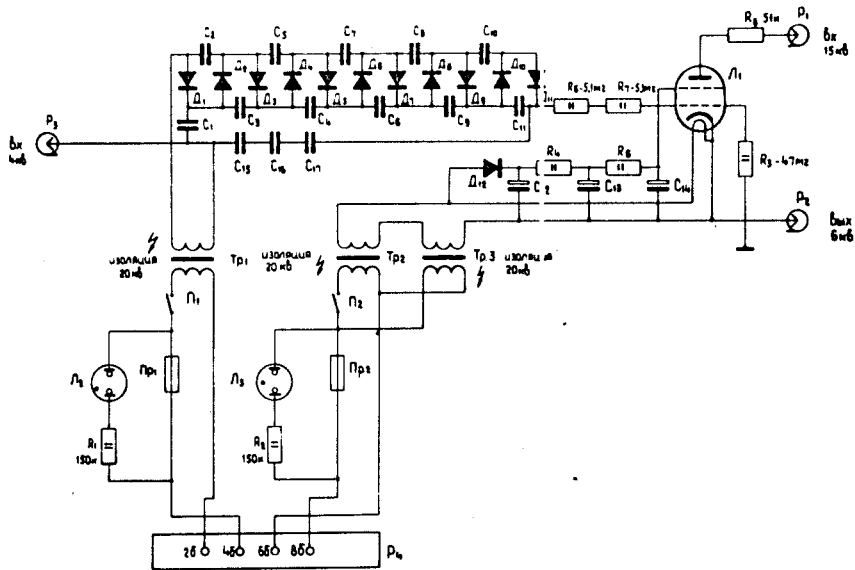


Рис. 14. Принципиальная схема блока БЗС.

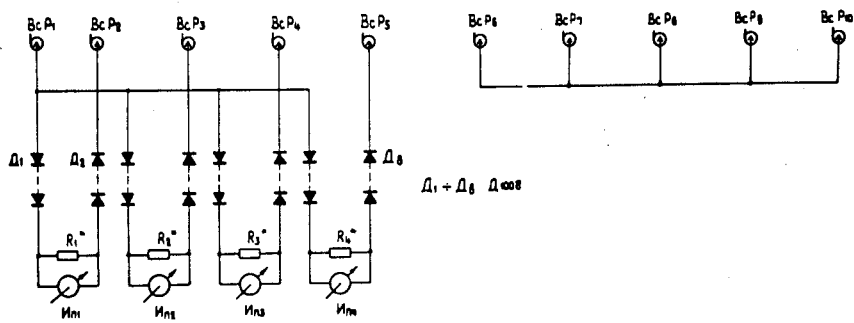


Рис. 15. Принципиальная схема блока высоковольтного размножителя.

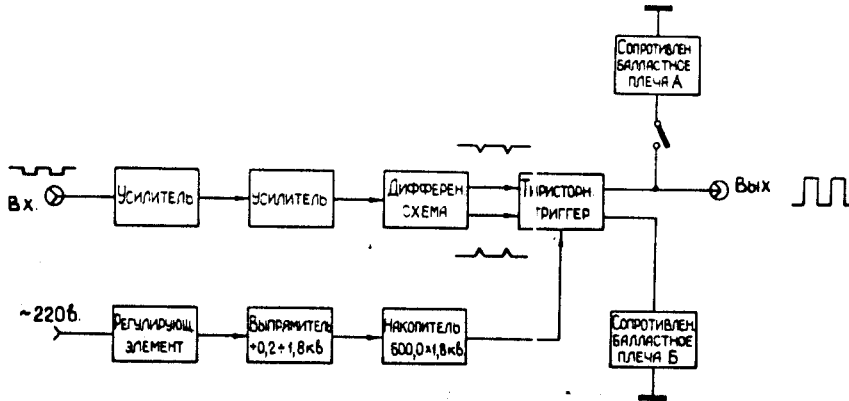


Рис. 16. Функциональная схема блока БИО.

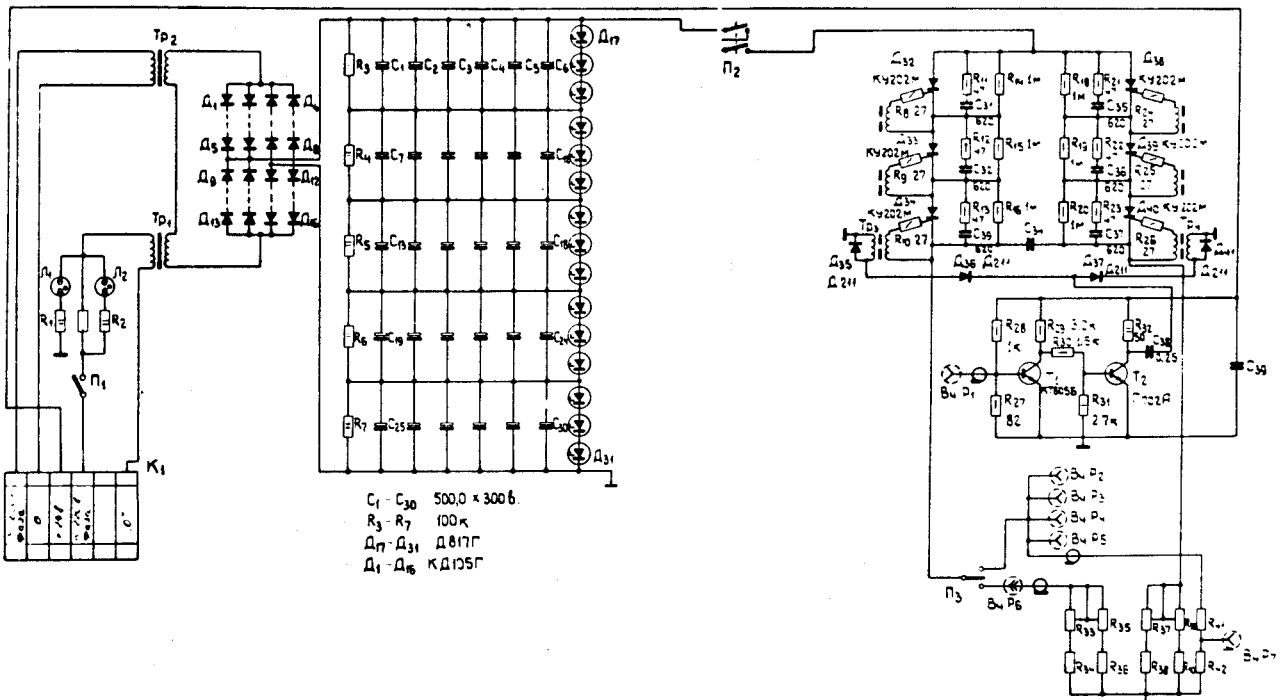


Рис. 17. Принципиальная схема блока БИО.

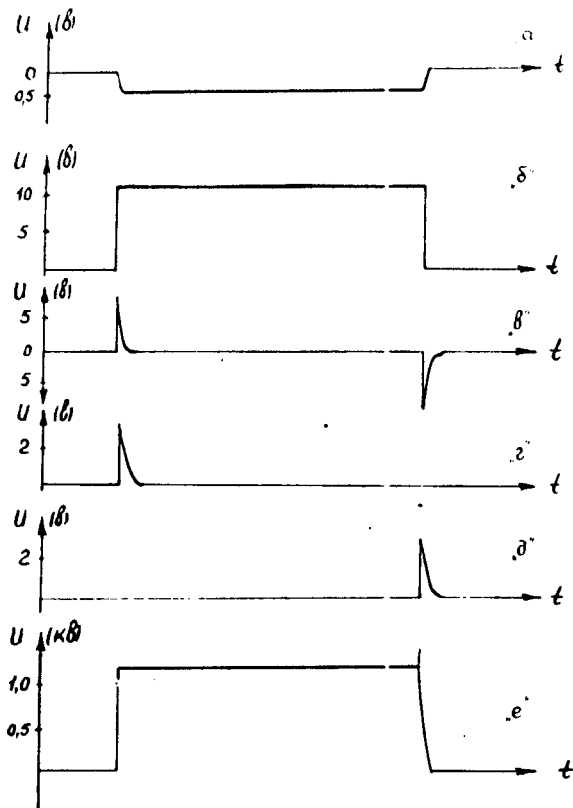


Рис. 18. Временные диаграммы работы блока БИО,
 а) на входе блока; б) на базе транзистора T_2 ;
 в) после дифференцирования на первичных обмотках тр-ра
 Tr_3, Tr_4 ; г) на вторичной обмотке тр-ра Tr_3 ; д) на вторич-
 ной обмотке тр-ра Tr_4 ; е) на эквиваленте нагрузки.

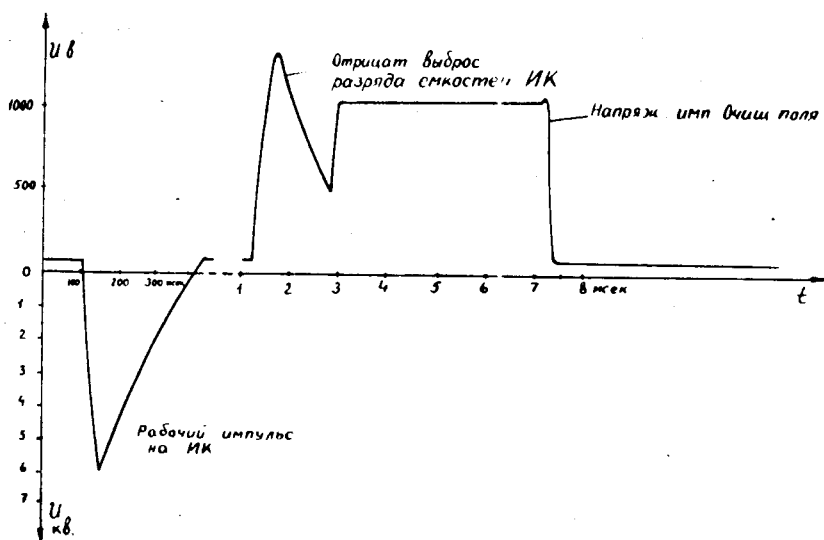


Рис. 19. Диаграмма напряжения на рабочих электродах ИК.

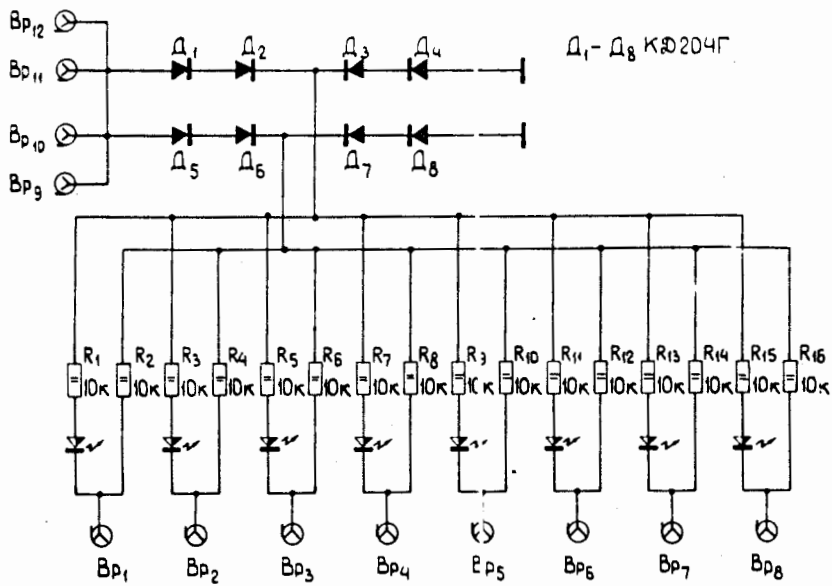


Рис. 20. Принципиальная схема блока разводки и сложения напряжений постоянного и импульсного очищающих полей.

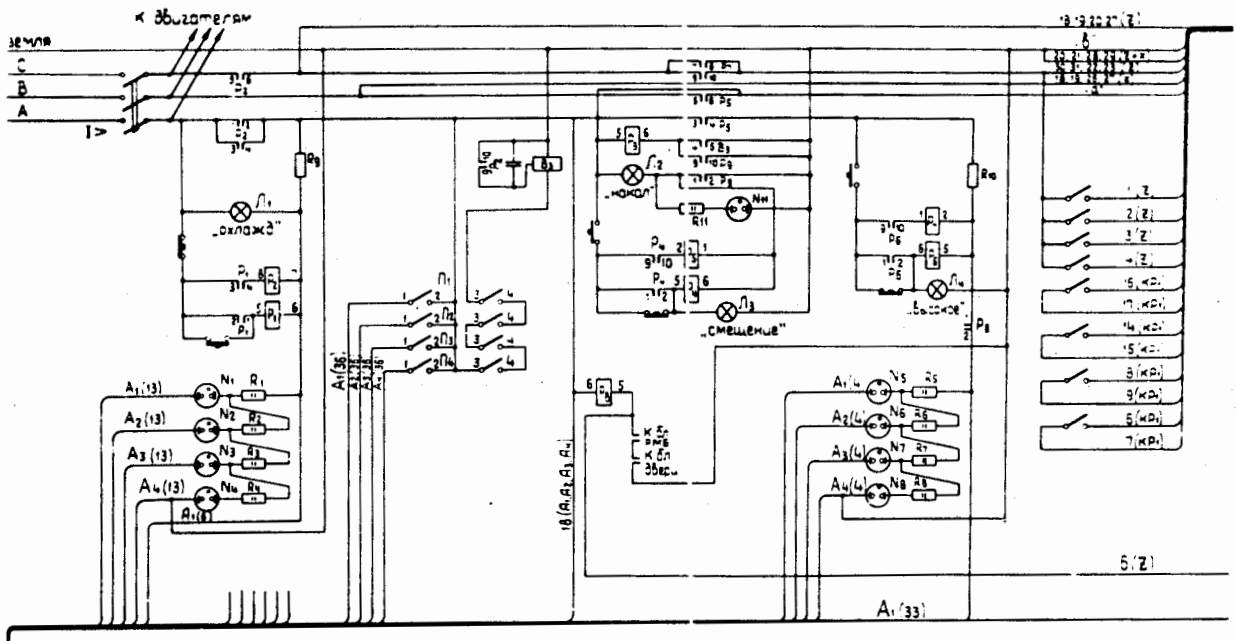


Рис. 21. Часть принципиальной схемы УБС

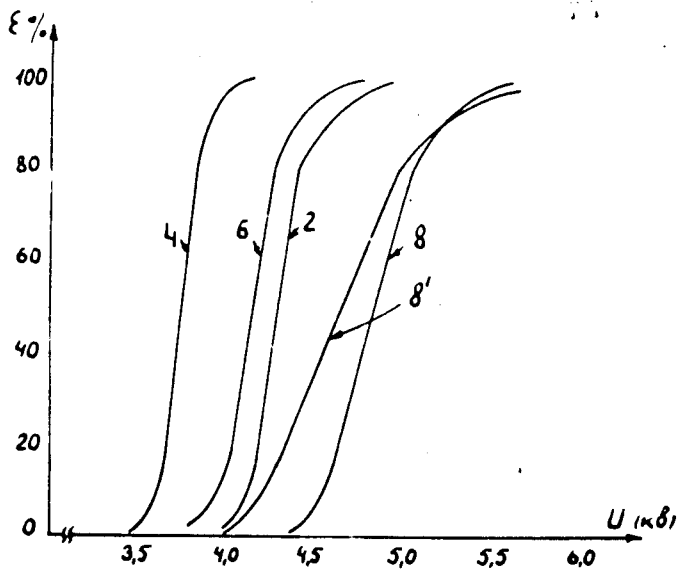


Рис. 22 а.

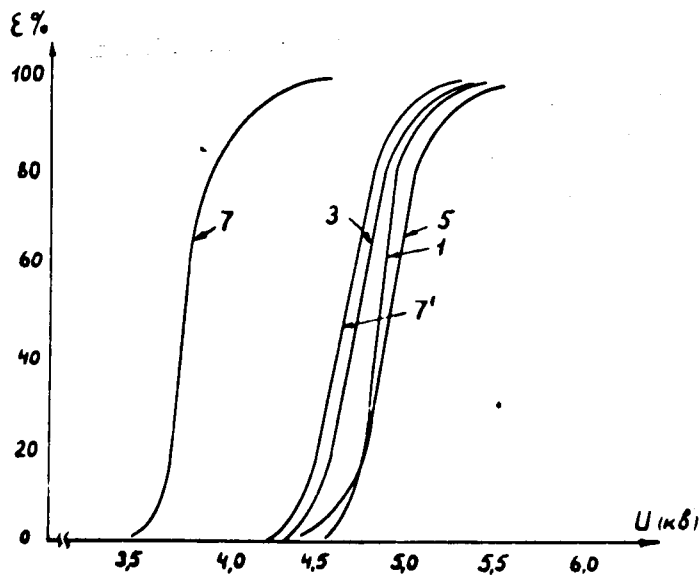


Рис. 22 б.

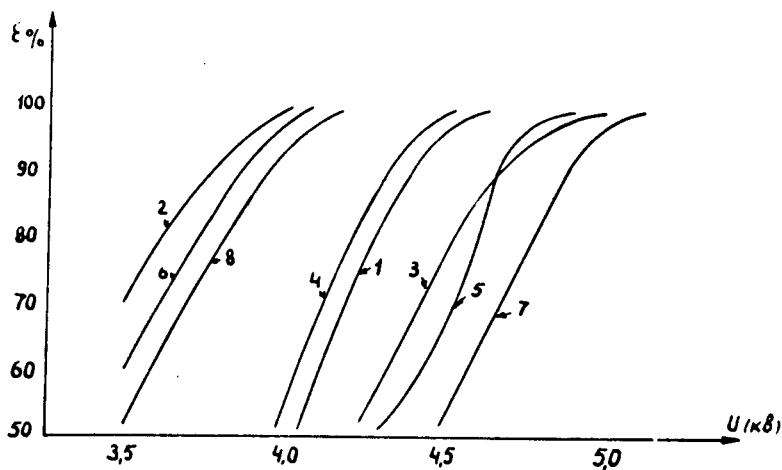


Рис. 23. Кривые эффективности в одной из групп ИК в зависимости от напряжения на выходе блока БЭС. (Длительность фронта импульсов питающих ИК лежит в пределах 28 ± 32 нсек.).

На рис. 22а,б показан характер изменения эффективности ИК при замене питающих их блоков БВИ. Замена блоков произведена перекрестно у ИК №8 №7.

Примечание:

Приведенные кривые получены в первоначальный период работы системы в/в питания ИК. Длительность фронтов импульсов питающих ИК имела значительный разброс и лежала в пределах 30 ± 50 нсек.

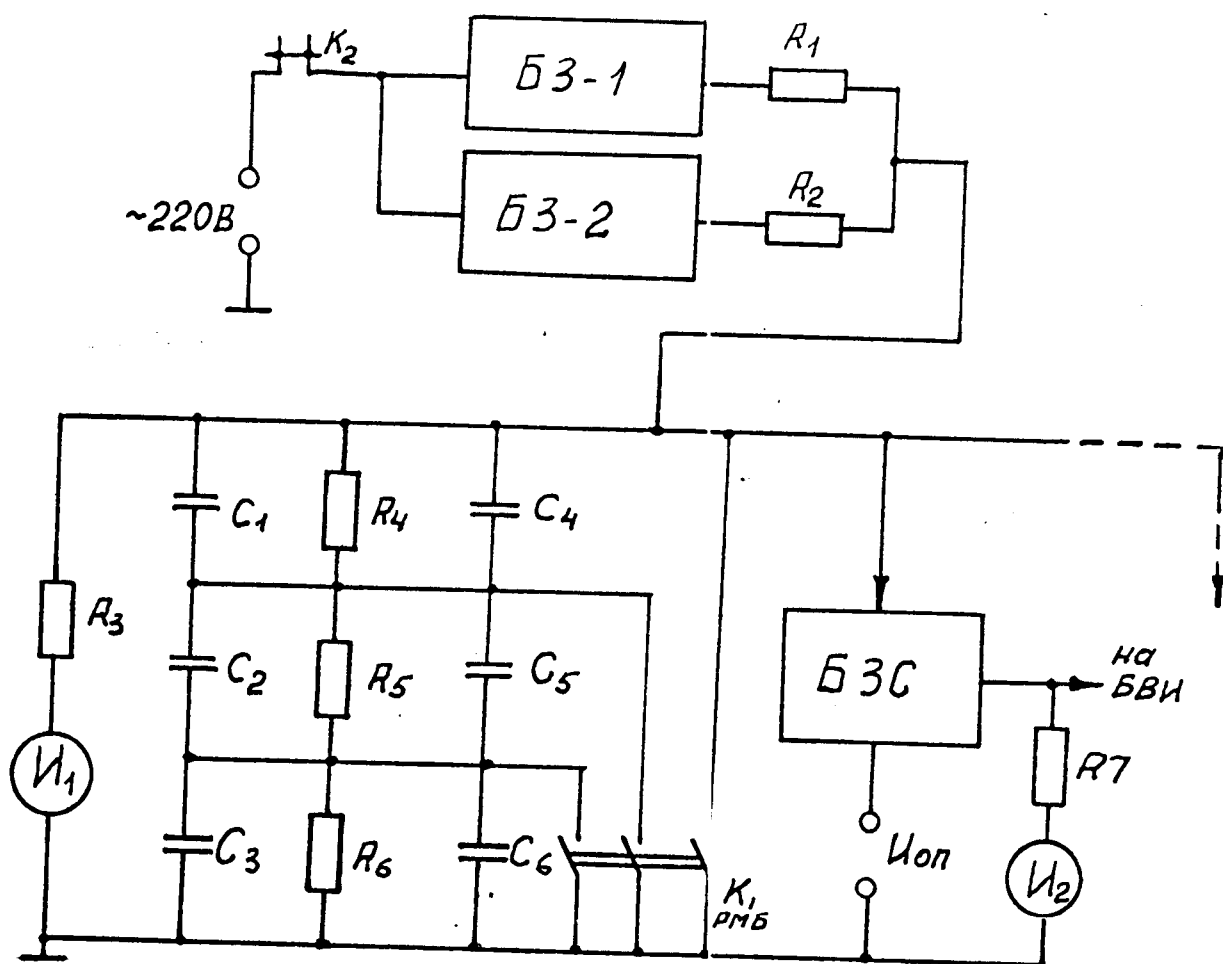


Рис.13 а. Электрическая схема накопительного устройства системы в/в питания ИК.

REQUEST # 100
 14 DECEMBER 1976 SHIFT # 012700 DAY # 4
 EVENT # 1027 SPARK COUNTER COILS

CHNL	Z-POS	AVERAGE		
01	01	0.18	04.1001	063
02	28	1.044	06.0001	068
03	28	1.061	04.2002	070
04	03	2.710	06.0002	071
05 N3	10	7.024	07.2701	064
06	11	3.52	07.0003	062
07	23	2.7	07.0001	065
08	21	1.470	07.0421	072
09	11	1.277	04.7001	063
10	21	1.419	03.0001	060
11 N6	02	7.322	06.4421	056
12	01	7.209	06.2201	070
13	01	1.724	07.0001	064
14	11	1.402	03.0001	068
15	21	1.004	06.0471	067
16	11	1.330	06.0001	073
17	11	1.734	04.1301	063
18	01	1.900	07.0711	069
19	11	1.734	06.0001	075
20	01	1.701	06.0001	072
21	01	1.470	06.0001	065
22 N12	01	1.372	06.0001	068
23	01	7.004	07.0001	075
24 N13	01	6.414	07.0001	064
25	01	7.074	06.0001	064
26	01	1.350	06.0001	056
27	01	1.510	06.0001	073
28	11	2.440	06.0001	064
29	11	2.534	04.7001	060
30	11	2.00	03.0001	070
31	01	1.00	06.0001	070

REQUEST # 100
 12 DECEMBER 1976 SHIFT # 012700 DAY # 4
 EVENT # 1010 SPARK COUNTER COILS

CHNL	Z-POS	AVERAGE		
022	01	1.430	07.0001	101
024 N17	01	1.534	07.3701	100
025	01	1.500	03.0001	101
026	01	1.200	03.0001	101
027	01	1.300	04.5001	101
028	01	1.404	06.0001	100
029	01	0.1	06.0001	101
030	01	1.054	06.1001	101
041	01	1.064	07.0001	101
042	01	1.704	07.0001	100
043	01	2.003	06.0001	101
044	01	0.000	06.1001	101
045 N23	01	1.00	06.0001	101
046	01	7.004	06.0001	101
047	01	1.001	06.0001	101
048	01	1.700	06.0001	101
049 N25	01	7.074	07.0001	101
050	01	7.074	07.0001	101
051	01	7.074	07.0001	101
052 N27	01	1.00	07.0001	101
053	01	1.00	07.0001	101
054	01	2.00	07.0001	101
055	01	4.410	07.0001	101
056	01	2.00	06.0001	101
057	01	2.000	07.0001	100
058	01	1.203	06.0001	101
059	01	1.017	07.0001	101
060	01	2.007	06.0001	101
061	01	1.071	06.0001	110
062	01	2.100	06.0001	101
063	01	2.100	06.0001	101
064	01	2.100	06.0001	101

Рис. 24. Статистическая таблица, характеризующая работу системы в/в питания с искровыми камерами. На выделенных датчиках проводилась подстройка блоков БВИ. ИК Р 27 имела плохую выдачу с одной из координат.

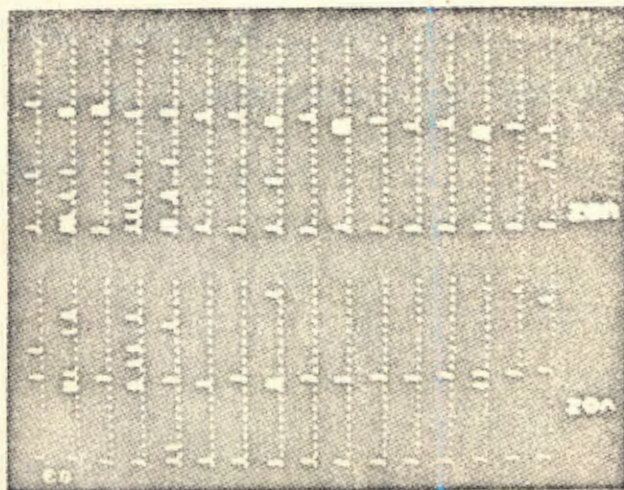


Рис. 25. Проекция события по 16 искровым камерам. /снимок с дисплея/.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Т.С.Григалашвили и др. Препринт ОИЯИ, РЗ-5324, Дубна, 1970 г.
2. А.Ф.Елишев, П.И. Филиппов и др. Препринт ОИЯИ, РІЗ-830І, Дубна, 1974 г.
3. G. Lennart Andersson . A Wire spark chamber pulsing system with four thyratrons. СЭRN 68-26. 1968.
4. Ю.В.Заневский, А.И. Иванов и др. Препринт ОИЯИ, РІЗ-8668, Дубна, 1975 г.
5. В.Д.Володин, П.С.Кузнецов и др. Препринт ОИЯИ, РІЗ-6734, Дубна, 1972 г.
6. В.П.Дьяконов. Лавинные транзисторы и их применение в импульсных устройствах. Москва"Советское радио", 1973 г.
7. В.А.Горохов, М.Б.Щедрин. Тиристоры в импульсных схемах. 1972 г.
8. В.А.Кузьмин, К.Я.Сепараторов. Четырёхслойные полупроводниковые приборы."Энергия", 1967 г.
9. Ю.В.Заневский, В.Д.Пешехонов и др. Препринт ОИЯИ, РІЗ-7265, 1973 г.