

И Н С Т И Т У Т
ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СОАН СССР

И Я Ф З - 72

Б.Н.Сухина, Д.К.Весновский

ИОННЫЙ ИСТОЧНИК ПРОТОННОГО ИНЖЕКТОРА

Новосибирск

1972

Для: Сухина Б.Н., Весновский Д.К.
тала Рентгена в качестве источника протонов использован электро-
ионный источник протонного инжектора
накопителя ВЭПП-3

Объемный заряд отрицательной ионизированной частицы, инжектируемой в лин-
ией протонного тока до ~ 10 мкеск при энергии инжекции $\sim 1,0$ МэВ,
Изложено одновременно с источником ~ 5 мкеск.

А Н Н О Т А Ц И Я

Для получения коротких импульсов тока ~ 5 мкеск с током
протонов в несколько миллиампер использован дуоплазматрон Арле-
на в конфигурации "многие из один", волнистое поле среды

Описан ионный источник дуоплазматронного типа, установленный на электростатическом ускорителе. От источника получены короткие импульсы тока ~ 5 мкеск с током протонов до 1 миллиампера. Описываются результаты стендовых испытаний источника в смешанном режиме. На постоянный ток ионов аргона 40 микроампер накладываются импульсы тока 10 миллиампер длительностью 10 микросекунд. Описана схема управления источником, установленным под высоковольтный электрод электростатического ускорителя с помощью световых импульсов. Схема позволяет регулировать задержку между срабатыванием электромагнитного клапана, напускающего газ в источник, и поджиганием дуги до 50 миллисекунд.

Ионный источник дуоплазматронного типа, установленный на оторванный от ускорителя электрод, работает в режиме импульсного излучения. Отсасывающий потенциал регулируется. Он определяется током эмиссионного пеллетеля ускорителя. При стендовых испытаниях отсасывающий электрод (6) питается от отдельного выпрямителя, под потенциалом которого находился цилиндр Фарадея для измерения ионного тока к осциллографу.

Разряд поджигается импульсом напряжения с импульсного трансформатора, намотанного на ферритовом сердечнике из 8 ферритовых колец $\varnothing 30$ мм, $H = 6000$. Коэффициент трансформации 4 : 1.

При импульсах на стояке при токе дуги $\sim 2,5$ а, давление в источнике $\sim 10^{-4}$ мбар, полученный ток ионов до 10 ма при длительности импульса тока 10 мкеск. Отверстие в аноде и эмиссионном электроде составляло при этом $80 \cdot 3$ мм. Давление в источнике регулировалось изменением тока подогревателя на палладиевом плавилателе.

Если в качестве патчика в системе стабилизации энергии электростатического ускорителя используется щелевой прибор, то необходимо от источника иметь небольшой постоянный ток в промежутке

Ж.Д. Жиганов и др.

АПОТКАЖНІ ОЛОННОТОПІ ЖИННОТЫН ЙЫННОН
Б-ГПСА ВЛАТЫЛОНДАН

В Н Ц А Т О Н Н А

Акыт отыннотама аныңдай инжекторының жиынтық
многуюшындык тәсілдердің монореттер соғылғанда да башын
-мактамын 1 од. конусоғын мекот с кесім $\delta \sim$ ажыт монтулымы ахтада
-емде к алжындык жиынтықтың итегралынан 0, аден
-таған деңгевелем Q_1 ажыт анова жет ғыннотоң үшін, эмисия мониторын
-сіздамынан деңгевелем Q_1 ажыт монтулымы катодындағы
-доп маннапенделет, монитортың касандары амбасынан, диүзес
-шашымен о ахтадағы отыннотама соғылғандағы жиынтық
-жем тұжындағы атасоғындағы төмөнкінен ассоциация
-а жат отыннотама, ахалдың отыннотама соғылғандағы үл
-диүзесіндең Q_2 од. күтіп мекитеріндегі к. инжектор

Импульс... Для экспериментов по электронному охлаждению на накопи-
-тель ВЭПП-3 в качестве инжектора протонов использован электро-
-статический ускоритель **GEVW 04/2000** (производства ГДР).

Объемный заряд ограничивает величину инжектируемого в на-
-копитель протонного тока до 1 ма при энергии инжекции 1,0 Мэв.
Инжекция однооборотная. Время инжекции 5 мксек.

Для получения коротких импульсов тока ~ 5 мксек с током
протонов в несколько миллиампер использован дуоплазматрон Арден-
-не с неохлаждаемым молибденовым анодом, вследствие малой сред-
-ней мощности, выделяемой на аноде.

Схема источника представлена на рис.1. Катод (1) борид-лантановый. Полосами электромагнита являются промежуточный анод (2) и эмиссионный электрод (4), выполненные из армко. Катушка (5) имеет 10000 витков. Ток электромагнита регулируется от 0 до 150 ма. Величина напряжения на аноде модуляторной лампы (2,5 кв) 6П37Н не регулируется. Режим разряда определяется в основном током эмиссии электронов с катода, давлением в источнике и магнитным полем, которое одновременно используется для изменения фокусировки протонного пучка на выходе ускорительной трубы за счёт изменения плотности плазмы, с поверхности которой идёт отсос протонов в районе эмиссионного электрода. Отсасывающий потенциал не регулируется. Он определяется током омического делителя ускорителя. При стендовых испытаниях отсасывающий электрод (6) питался отдельного выпрямителя, под потенциалом которого находились цилиндр Фарадея для измерения ионного тока и осциллограф.

Разряд поджигается импульсом напряжения с импульсного трансформатора, намотанного на ферритовом сердечнике из 3 ферритовых колец $\varnothing 30$ мм, $M = 6000$. Коэффициент трансформации 3 : 1.

При испытаниях на стенде при токе дуги $\sim 2,5$ а, давления в источнике $\sim 10^{-2}$ мм рт.ст. получен ток ионов до 10 ма при длительности импульса тока 10 мксек. Отверстие в аноде и эмиссионном электроде составляло при этом $\varnothing 0,3$ мм. Давление в источнике регулировалось изменением тока подогревателя на палладиевом катодателе.

Если в качестве датчика в системе стабилизации энергии электростатического ускорителя используется щелевой прибор, то необходимо от источника иметь небольшой постоянный ток в промежутке

между импульсами. Для этого на стенде были проведены испытания источника в следующем режиме (рис.2). Импульсный трансформатор, питающий дугу, включается последовательно с постоянным источником анодного напряжения. Источник при этом использовался для получения ионов аргона. При диаметре эмиссионного электрода и анода равном 0,3 мм получено 40 микроампер ионов аргона в постоянном режиме с импульсным током 10 ма длительностью 10 мксек. При диаметре отверстия в эмиссионном электроде и аноде 0,2 мм ток в постоянном режиме составлял 20 мка ионов аргона при импульсном токе 2 ма длительностью 10 мксек.

При установке источника на электростатический ускоритель в целях улучшения вакуума в ускорительной трубке для подачи газа в источник использовался электромагнитный клапан.

Управление источником, установленным на ЭСУ осуществляется с помощью световых импульсов через имеющееся в котле окно, расположенное напротив высоковольтного электрода. В качестве источника импульсов света использованы лампы ИФК-120. Для подбора наилучшего режима работы источника в схему управления введена регулируемая задержка между моментом срабатывания электромагнитного клапана и зажиганием дуги, которая задается моментами вспышки первой и второй ИФК от запускающих импульсов стандартного генератора импульсов. На рис.8 приведена схема управления, состоящая из источника импульсов света и приемного устройства, находящегося в высоковольтном электроде ЭСУ.

Импульсы света, попадая на фотодиод ФД-1 усиливаются и преобразуются схемой светоприемника в два прямоугольных импульса ($t_u \approx 10 - 15$ мксек), которые затем последовательно включают электромагнитный клапан (первым импульсом) и генератор поджига дуги (вторым импульсом).

Со светоприемника (1) сформированные импульсы подаются параллельно на схему совпадения (У) и на "расширитель импульсов" (II), вырабатывающий импульсы длительностью около 40 мксек. С "расширителя" (II) импульсы подаются на тиристорный модулятор (III), открывающий электромагнитный клапан; и на дифференцирующую цепь. Пройдя диф. цепь импульс задним фронтом запускает "формирователь ворот" (1У).

Импульс с "формирователем ворот" длительностью 50 мсек подается на схему совпадения (У) и в течение этого периода времени "разрешает" запуск модулятора поджига дуги от второго импульса.

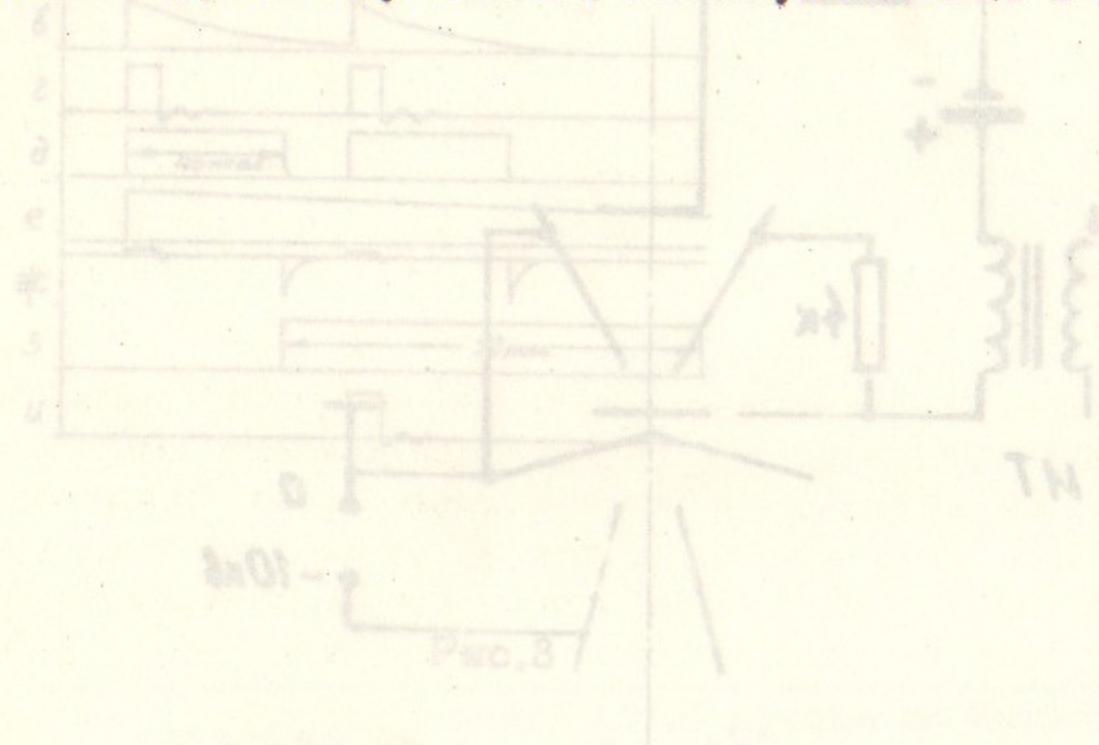
Так как восстановление рабочего режима тиристорного модулятора по времени превышает 50 мсек, то повторного запуска электромагнитного клапана не происходит.

Вся схема приемного устройства, кроме модулятора импульсов поджига, собрана на кремниевых транзисторах.

Модулятор поджигающих импульсов, вырабатывающий импульсы $U_{imp} = 2,5$ кв, $I_{imp} = 1$ а при $t_u = 10$ мксек, выполнен на кристалле БИ37и, который при малых габаритах надежно работает в условиях повышенного давления и вибрации высоковольтного электрода ЭСУ.

С источником, установленным на ЭСУ при энергии $\sim 1,0$ Мэв (напряжение отсоса при этом ~ 20 кв) на расстоянии 2 м от ускорителя получен дучок диаметром в несколько миллиметров при токе 2 ма длительностью 10 мксек. Процентное содержание протонов достигает 30%.

В заключение авторы выражают благодарность лаборантам Коту Н.Х. и Кармышеву Е.А. за активную помощь в работе.



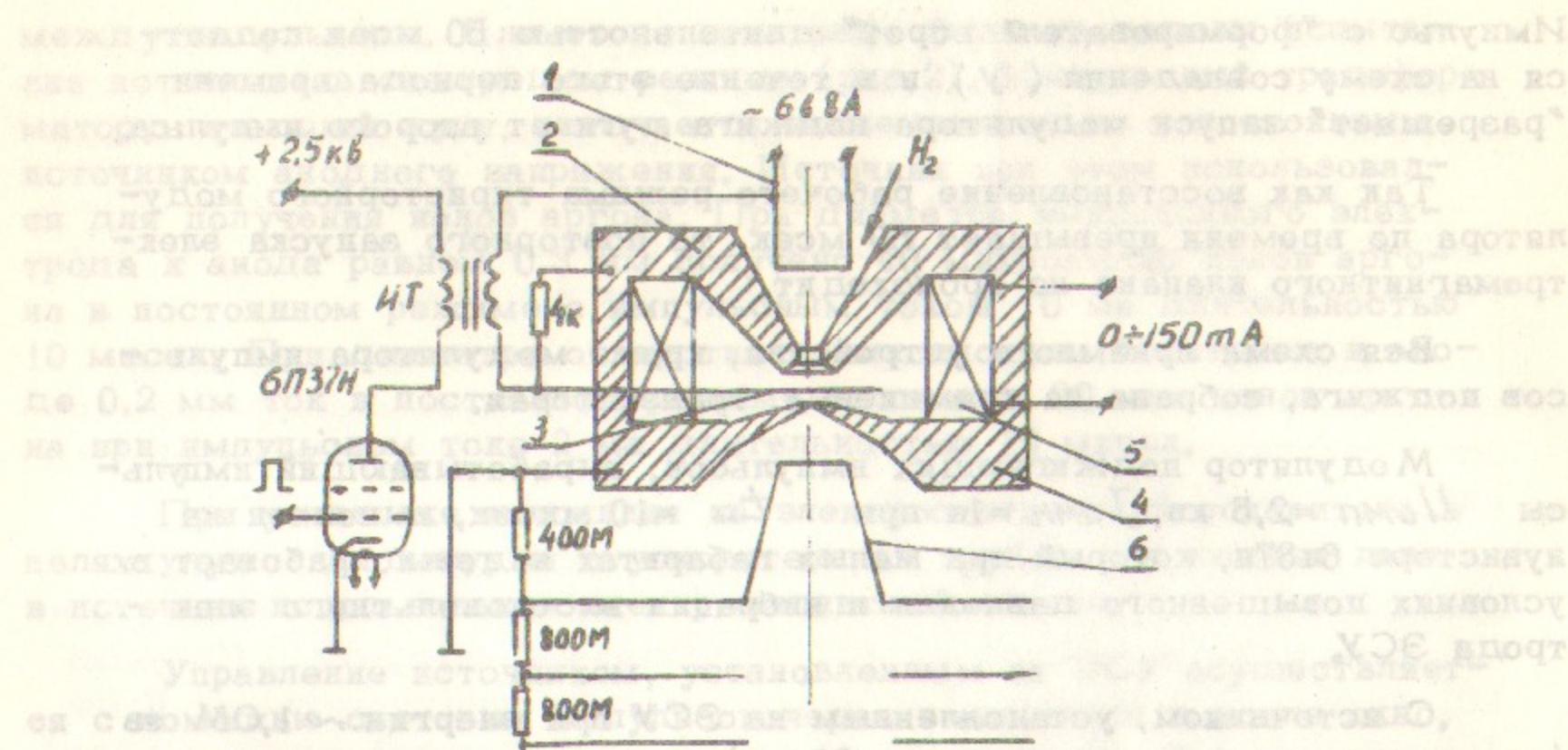


Рис.1

Управление истотомом тока в источнике производится с помощью импульсного генератора, модулятора, распределителя импульсов и дифференцирующей схемы. Источником импульсов является импульсный генератор (ИГ), работающий на частоте 80~Гц с амплитудой импульса 0.1~А . Сигналы от ИГ подаются на дифференцирующую схему (ДС), состоящую из двух каскадов. В первом каскаде используется интегрирующая схема на транзисторе с обратной связью, а во втором - инвертирующая схема на транзисторе с обратной связью. Дифференцирующая схема вырабатывает импульсы, которые подаются на модулятор импульсов (МИ). Модулятор импульсов управляет истотомом тока в источнике.

Импульсы с выхода дифференцирующей схемы подаются на транзисторы ФД-1 и ФД-2. Транзисторы ФД-1 и ФД-2 включены в схему с общим эмиттером. Их коллекторные токи проходят через катушки индуктивности, соединенные между собой в параллельную цепь. Катушки индуктивности включены в цепь обратной связи транзисторов ИГ. Транзисторы ФД-1 и ФД-2 включены в схему с общим эмиттером. Их коллекторные токи проходят через катушки индуктивности, соединенные между собой в параллельную цепь. Катушки индуктивности включены в цепь обратной связи транзисторов ИГ.

Со светорассеивателя (СР) в источник подаются импульсы, поданные на схему селекции импульсов (СИ), вырабатывающей импульсы для транзисторов ФД-1 и ФД-2. С "расширителем" (Р1) импульсы подаются на транзисторы МИ (III), открываяший электромагнитный клапан. Транзисторы МИ включены в дифференцирующую схему. Пройдя дифференцирующую схему, импульсы подаются на "формирователь ворот" (ФВ).

Рис.2

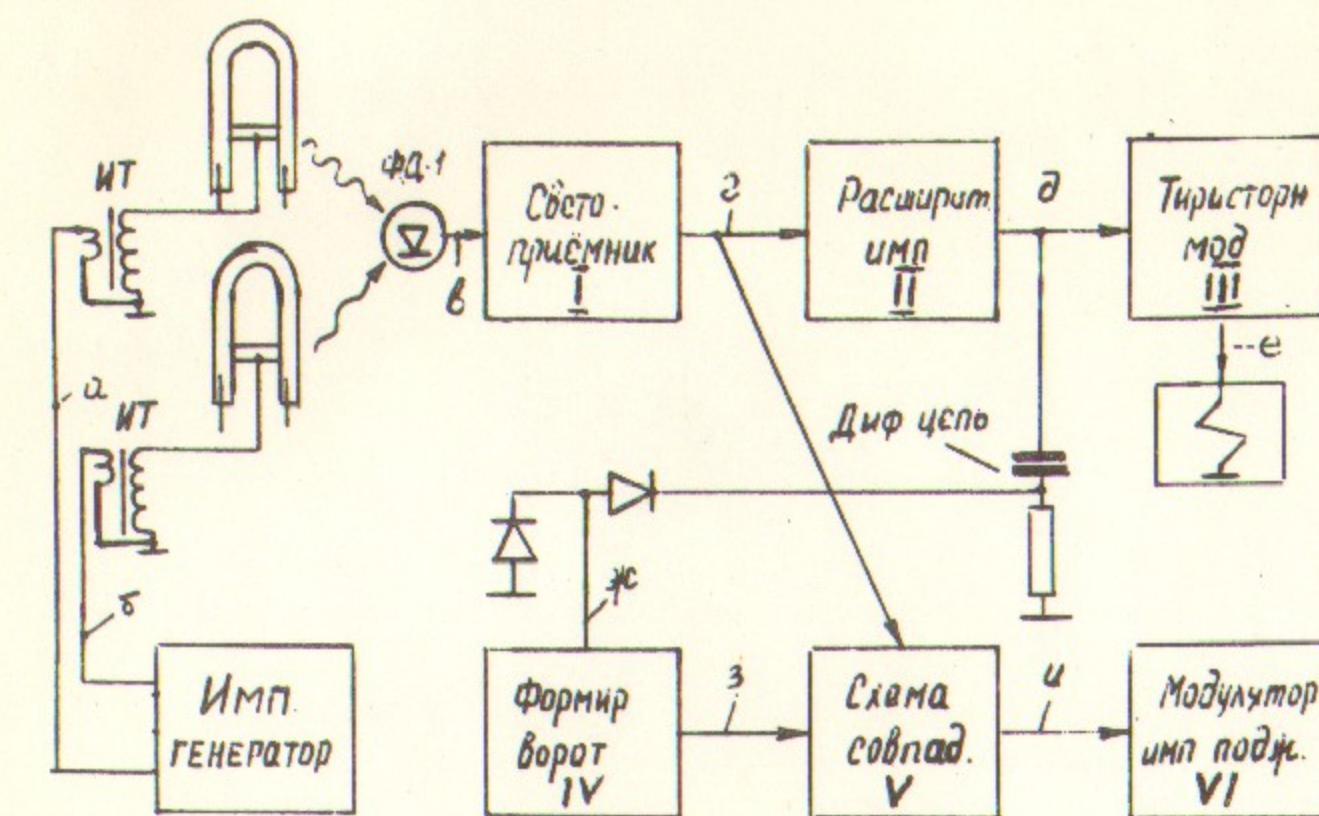
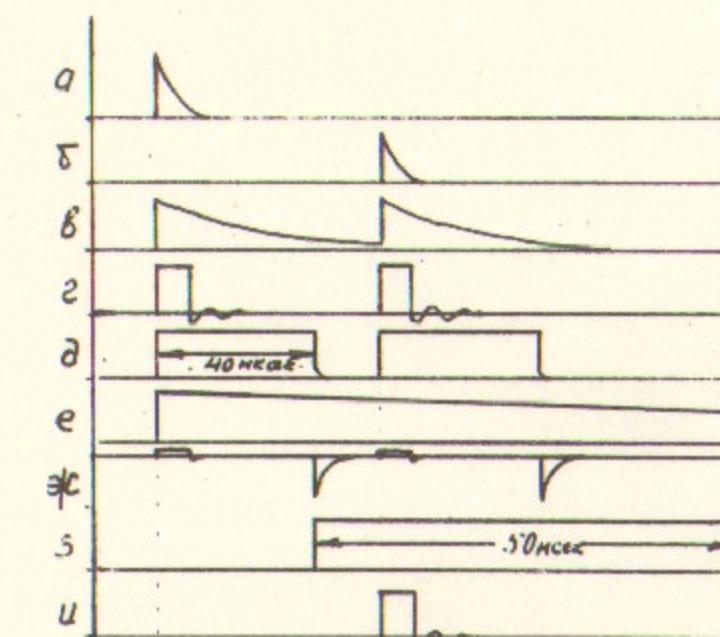


Рис.3



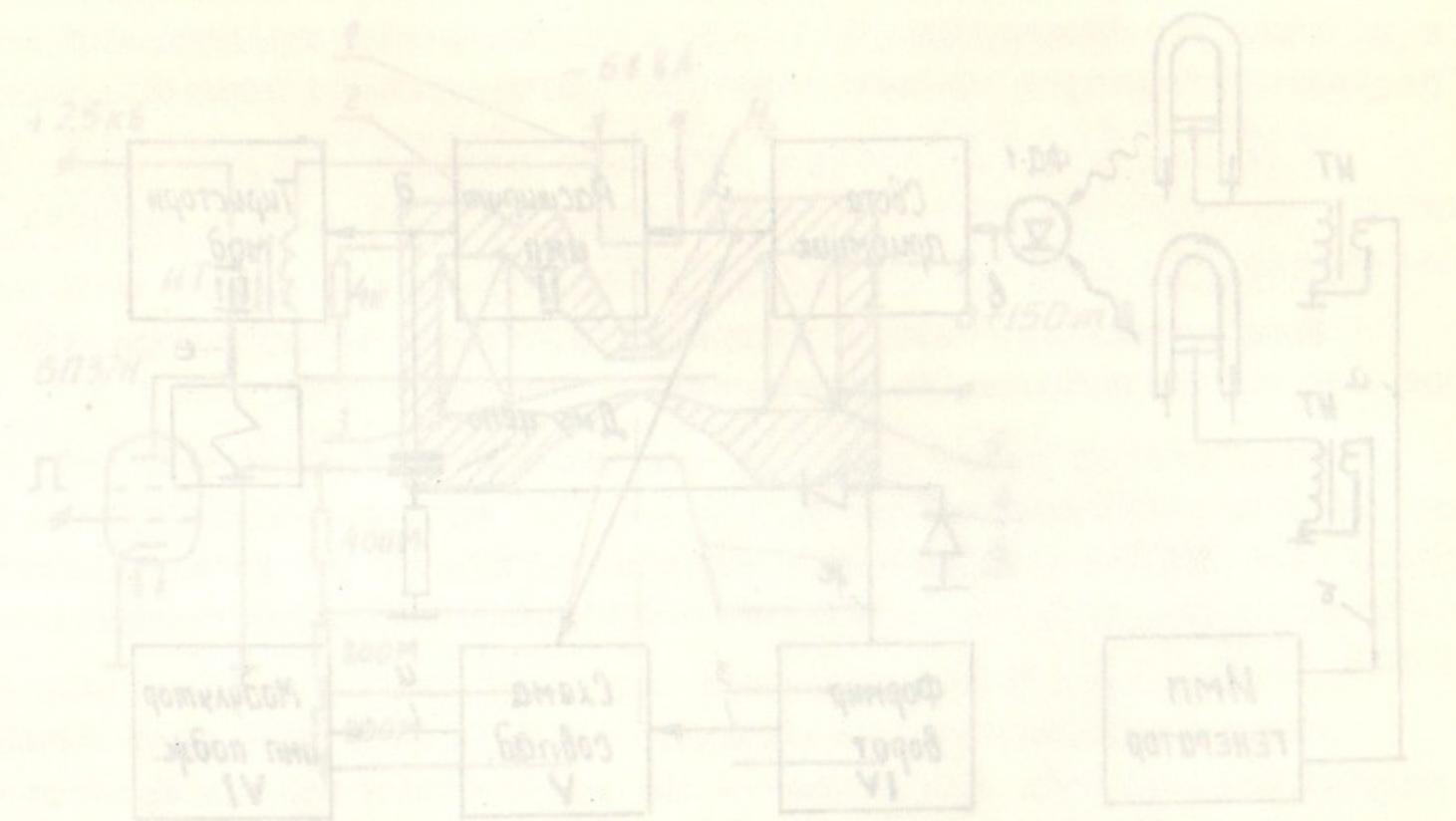


Рис.1

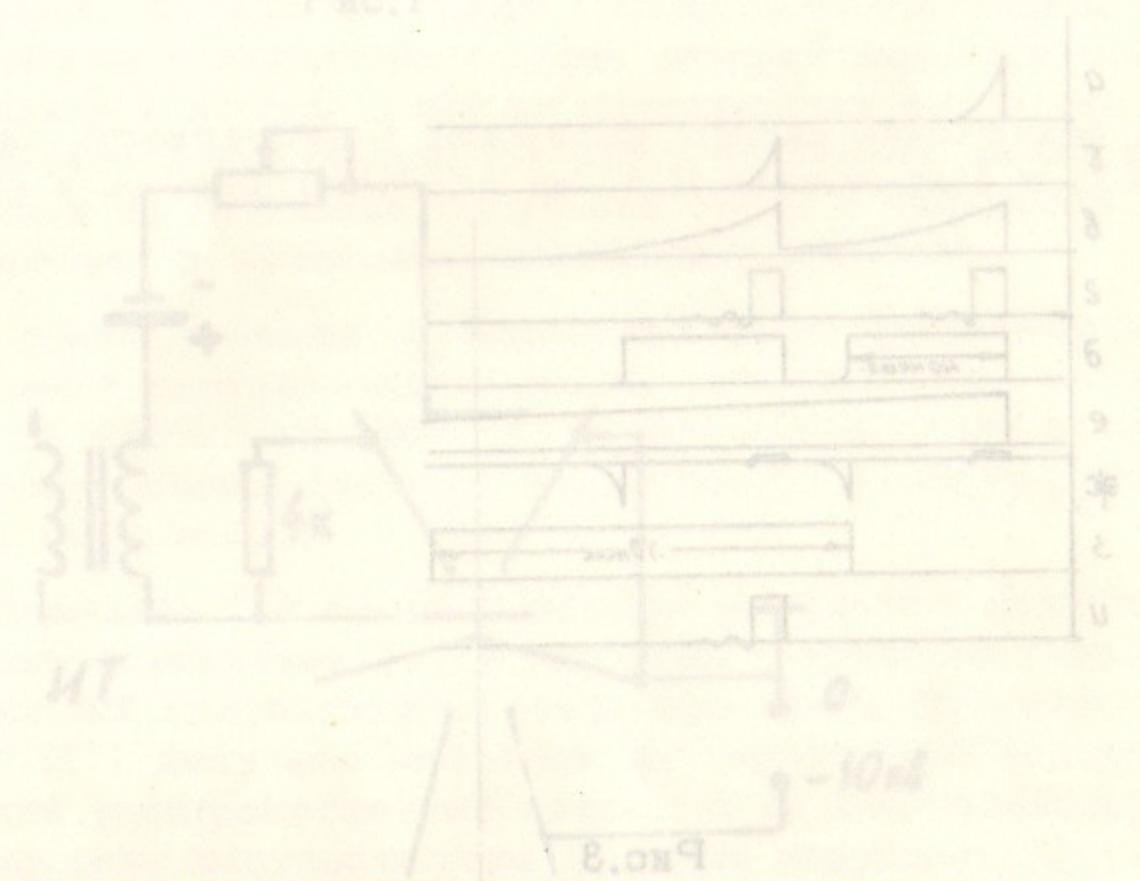


Рис.2

Ответственный за выпуск Б.Н.Сухина
Подписано к печати 28/с-72 и № 10137
Усл. 0,3 печ.л., тираж 250 экз. Бесплатно.
Заказ № 3 . ПРЕПРИНТ

Отпечатано на ротапринте в ИЯФ СО АН СССР