

3

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

**И Я Ф 3 - 72**

**Б.Н.Сухина, Д.К.Весновский**

**ИОННЫЙ ИСТОЧНИК ПРОТОННОГО ИНЖЕКТОРА**

**Новосибирск**

**1972**

Сухина Б.Н., Весновский Д.К.

## ИОННЫЙ ИСТОЧНИК ПРОТОННОГО ИНЖЕКТОРА НАКОПИТЕЛЯ ВЭПП-3

### А Н Н О Т А Ц И Я

Описан ионный источник дуоплазмотронного типа, установленный на электростатическом ускорителе. От источника получены короткие импульсы тока  $\sim 5$  мксек 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, выпускающего газ в источник, и поджиганием дуги до 50 миллисекунд.

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

При испытаниях на стенде при токе дуги  $\sim 2,5$ а, давление в источнике  $\sim 10^{-4}$  мм рт.ст. получен ток катодов до 10 ма при длительности импульса тока 10 мксек. Отверстие в аноде и эмиссионном электроде составляло при этом 50.3мм. 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

Схема В.М., Ваксман Д.К.  
НАКОПИТЕЛЬ ПРОТОННОГО ИНЖЕКТОРА  
ВЭПП-3

Для экспериментов по электронному охлаждению на накопителе ВЭПП-3 в качестве инжектора протонов использован электростатический ускоритель GEVW 04/2000 (производства ГДР).

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

Для получения коротких импульсов тока  $\sim 5$  мксек с током протонов в несколько миллиампер использован дуоплазматрон Арденне с неохлаждаемым молибденовым анодом, вследствие малой средней мощности, выделяемой на аноде.

Схема источника представлена на рис.1. Катод (1) борид-лантановый. Полюсами 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 (2,5кв) 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 трубки за счёт изменения плотности плазмы, с поверхности которой идёт отсос протонов в районе эмиссионного электрода. Отсасывающий потенциал регулируется. Он определяется током омического делителя ускорителя. При стендовых испытаниях отсасывающий электрод (6) питался от 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,  $\mu = 6000$ . 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 натекателе.

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 наиболее выгодного 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.3 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 ( $t_{\text{д}} \approx 10 - 15$  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" (IV).

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

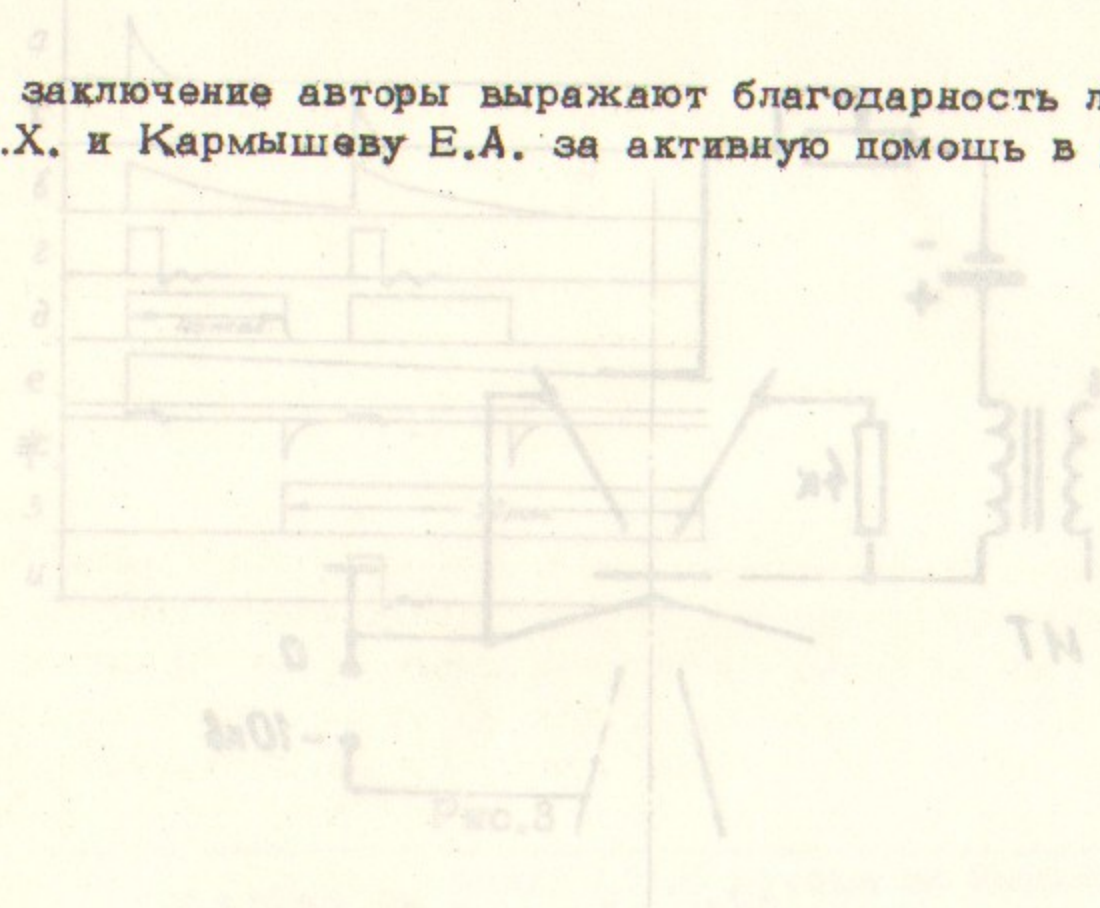
Так как восстановление рабочего режима тиристорного модулятора по времени превышает 50 мсек, то повторного запуска электромагнитного клапана не происходит.

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

Модулятор поджигающих импульсов, вырабатывающий импульсы  $U_{\text{имп}} = 2,5$  кв,  $I_{\text{имп}} = 1$  а при  $t_{\text{д}} = 10$  мксек, выполнен на нувисторе 6н37н, который при малых габаритах надежно работает в условиях повышенного давления и вибрации высоковольтного электрода ЭСУ.

С источником, установленным на ЭСУ при энергии  $\sim 1,0$  М эв (напряжение отсоса при этом  $\sim 20$  кв) на расстоянии 2 м от ускорителя получен пучок 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.



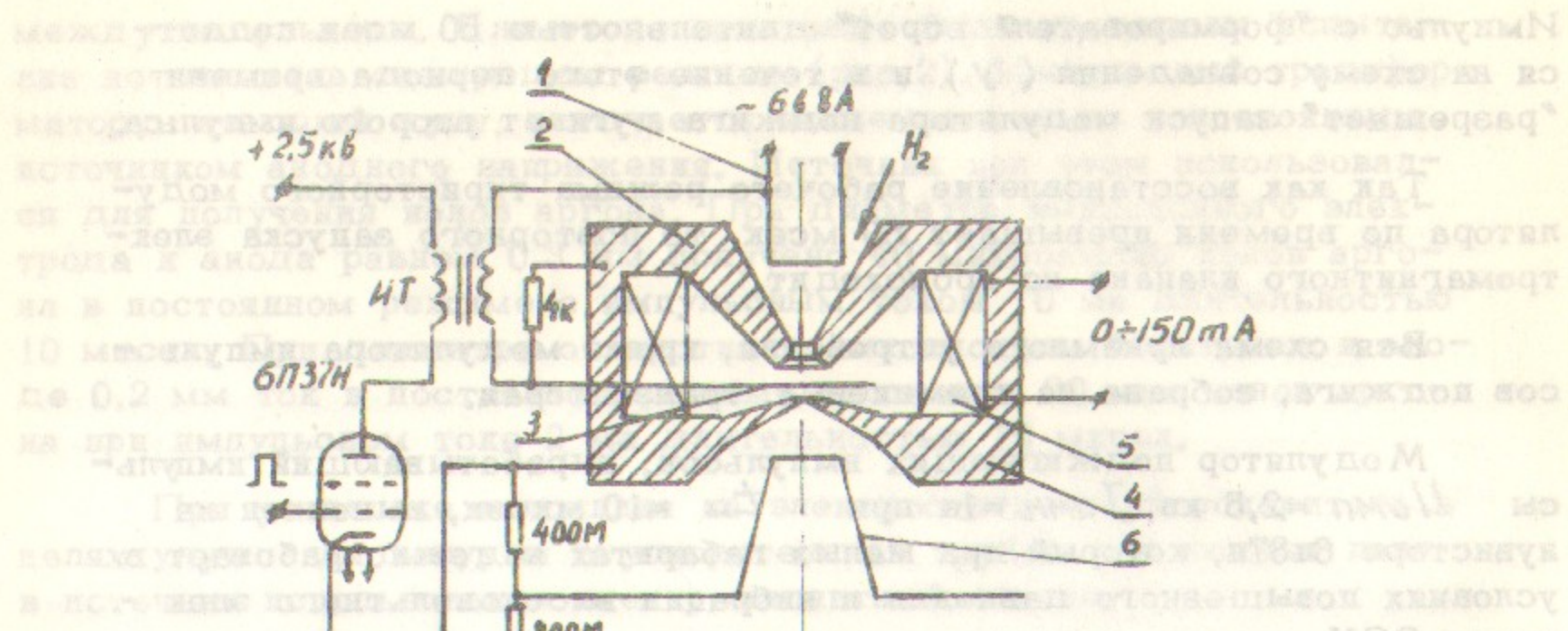


Рис.1

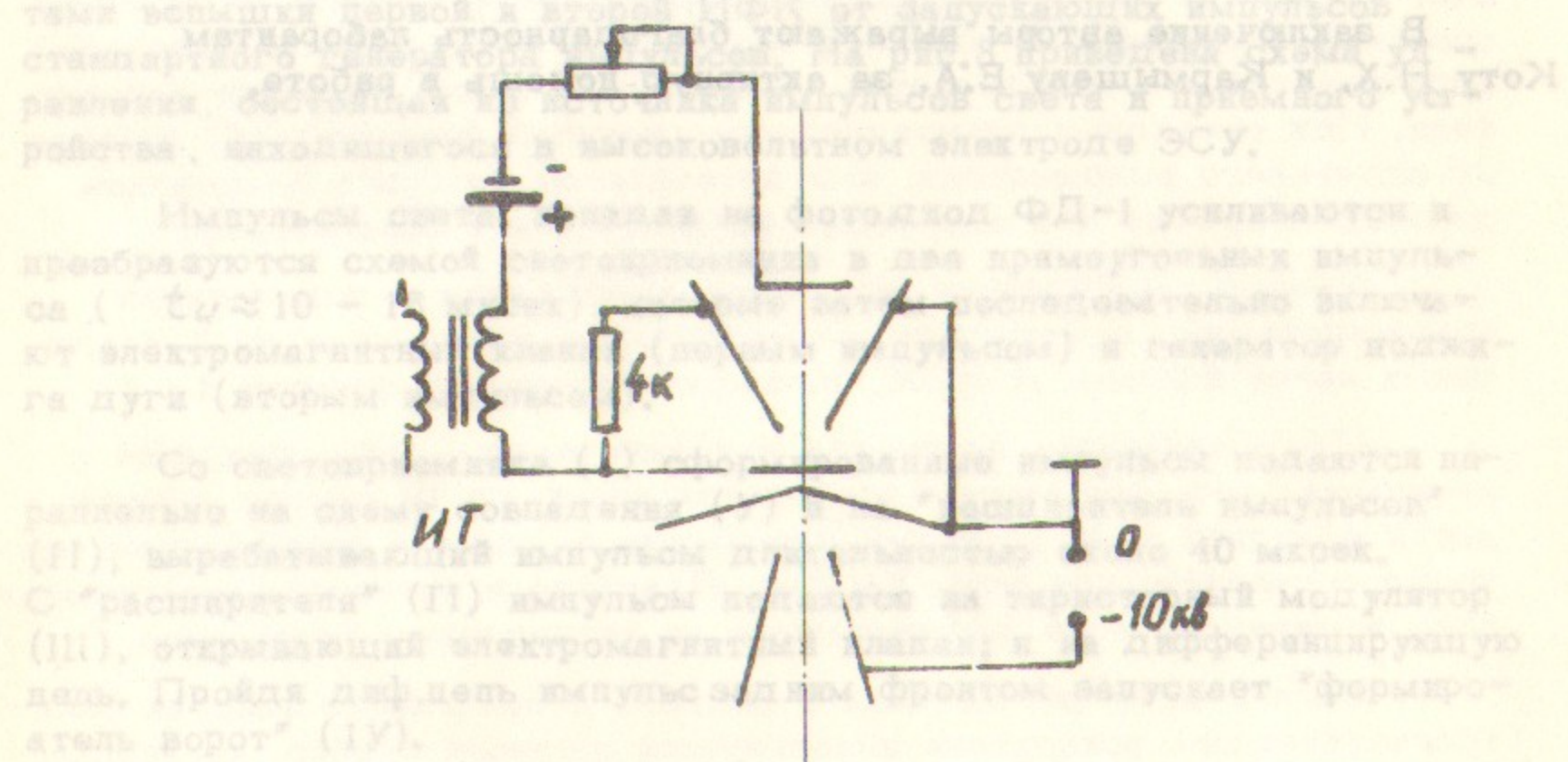


Рис.2

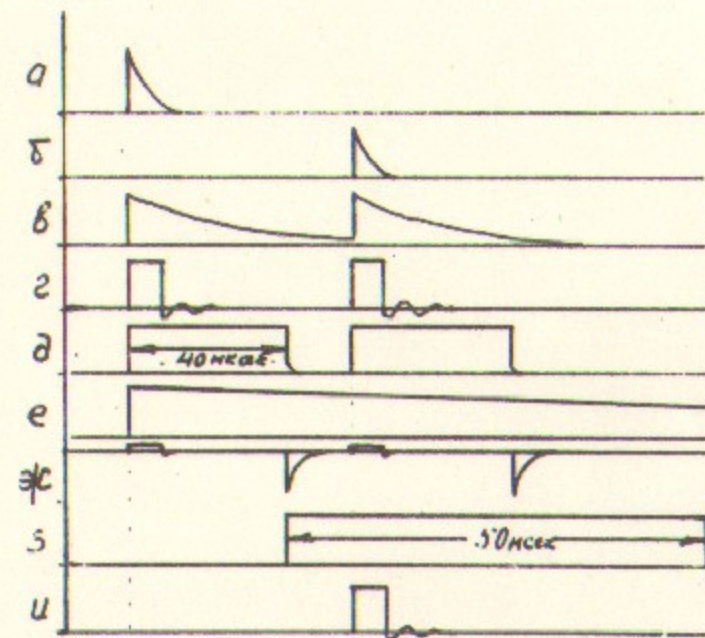
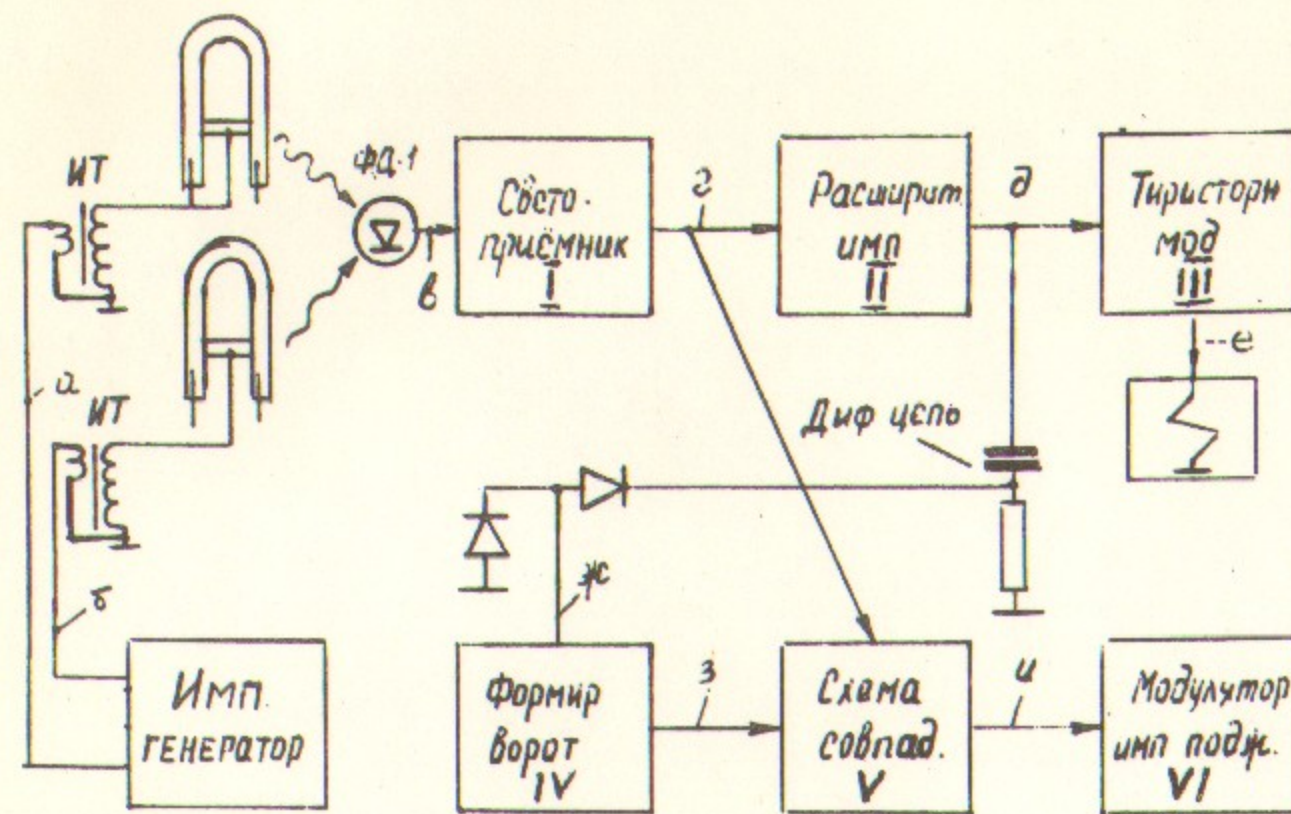


Рис.3

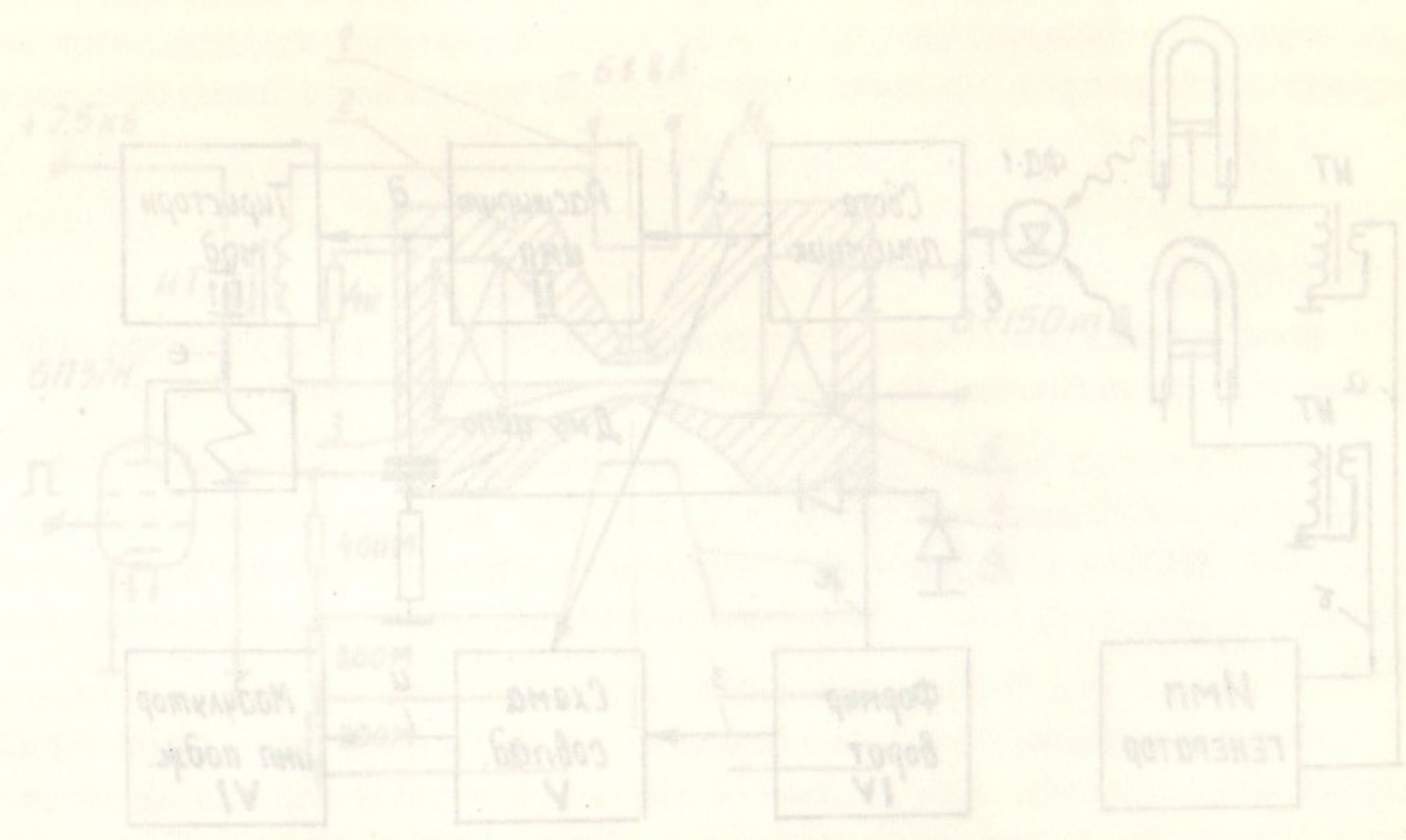


Рис. 1

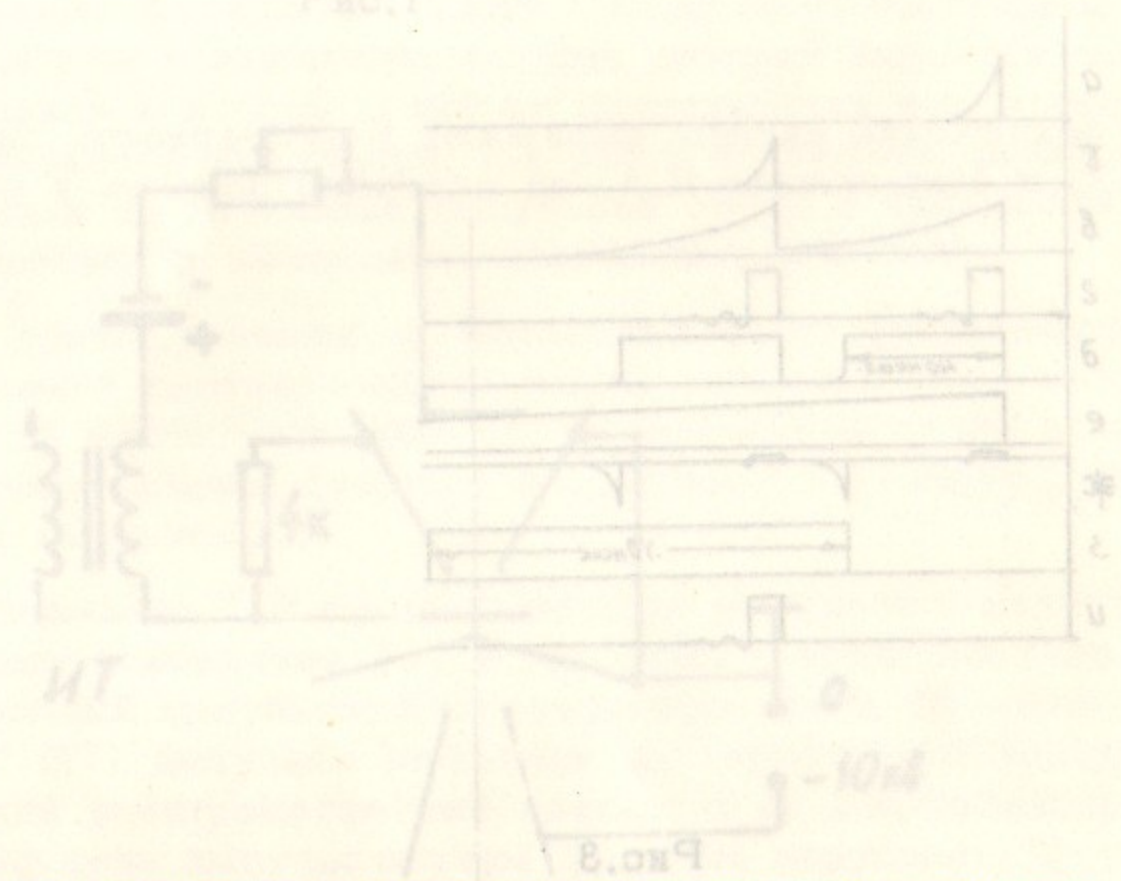


Рис. 2

Ответственный за выпуск Б.Н.Сухина  
 Подписано к печати 28/12-72 и мн 10137  
 Усл. 0,3 печ.л., тираж 250 экз. Бесплатно.  
 Заказ № 3 . ПРЕПРИНТ

Отпечатано на ротапринтере в ИЯФ СО АН СССР