

СЗУСН  
И-498

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



20/2-74

13 - 7772

1963/2-73

В.И.Илющенко, Ю.К.Карягин, В.Л.Степанюк

ГЕНЕРАТОРЫ

ЗАПИРАЮЩИХ ИМПУЛЬСОВ ГЗИ-1 И ГЗИ-2  
ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЛУЧЕВОГО ИСТОЧНИКА  
МНОГОЗАРЯДНЫХ ИОНОВ

**1974**

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

13 - 7772

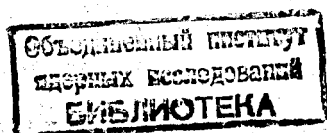
В.И.Илющенко, Ю.К.Карягин, В.Л.Степанюк

ГЕНЕРАТОРЫ

ЗАПИРАЮЩИХ ИМПУЛЬСОВ ГЗИ-1 И ГЗИ-2

ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЛУЧЕВОГО ИСТОЧНИКА

МНОГОЗАРЯДНЫХ ИОНОВ



## Введение

В электронолучевом источнике ИЭЛ /1/ для обеспечения длительного времени ионизации /1-20 мсек/ используется электростатическая ловушка, образованная по радиусу полем пространственного заряда электронного пучка и ограниченная на конечных участках дрейфовой трубки потенциальными барьерами, которые создает генератор запирающих импульсов /ГЗИ/. Кроме этого, ГЗИ осуществляет электронное формирование инъекции рабочего вещества /2/.

Электроны, ускоренные в промежутке катод-анод и сформированные в пучок полем длинного соленоида, проходят через секционированную дрейфовую трубку ИЭЛ на электронный коллектор. Инжектор атомов рабочего вещества располагается в одной из секций дрейфовой трубки вблизи электронной пушки или электронного коллектора. Нагрузкой ГЗИ является резисторный делитель с общим сопротивлением 20 кОм. Параллельно каждому плечу делителя подключены соответствующие секции дрейфовой трубки ИЭЛ. Выход ГЗИ связан с делителем кабелем длиной 10-15 м.

При отсутствии импульсов ГЗИ на делителе ионы, образованные в дрейфовой трубке, уходят к электронной пушке и электронному коллектору под действием постоянных электрических полей. Отрицательные импульсы ГЗИ понижают потенциал средних секций дрейфовой трубки, и ионы рабочего вещества удерживаются внутри этих секций в замкнутой электростатической ловушке.

Если инжектор рабочего вещества находится вблизи электронной пушки, то при наличии первого импульса ГЗИ на секции слева от инжектора ионы рабочего вещества

поступают в средние секции дрейфовой трубки, где происходит их накопление и удержание на время полной ионизации. Второй импульс ГЗИ подается на секцию справа от инжектора, ионы рабочего вещества уходят на анод электронной пушки, и инжекция прекращается.

При использовании источника типа ИЭЛ на форинжекторе линейного ускорителя в ГЗИ через электронный канал связи подается импульс срыва, время прихода которого соответствует концу ионизации в ИЭЛ и началу инжекции ионов в линейный ускоритель. Длительность заднего фронта последнего импульса ГЗИ определяет время инжекции ионов в ускоритель.

Генератор разработан в двух вариантах: ГЗИ-1 и ГЗИ-2. Генераторы ГЗИ-1 и ГЗИ-2 формируют прямоугольные импульсы отрицательной полярности амплитудой до 3 кВ и стабильностью амплитуды  $\pm 1\%$ . Генераторы имеют два независимых канала. По первому каналу выдаются отрицательные импульсы с максимальной амплитудой 3 кВ и током 30 мА /ГЗИ-1/ и 150 мА /ГЗИ-2/ при максимальной длительности импульса 100 мсек у ГЗИ-1 и 20 мсек у ГЗИ-2. Предусмотрена регулировка заднего фронта импульса первого канала в пределах от 50 до 500 мсек у ГЗИ-1 и от 30 до 300 мсек у ГЗИ-2. Запуск первого канала генераторов производится от внешнего генератора отрицательными импульсами с амплитудой 5 В и длительностью 1 мсек. Срыв импульса /формирование заднего фронта/ первого канала генераторов производится принудительно импульсами, параметры которых аналогичны параметрам импульсов запуска.

Параметры импульсов второго канала ГЗИ-1 и ГЗИ-2 аналогичны параметрам первого, за исключением того, что отсутствует принудительный срыв /формирование заднего фронта/ импульсами внешнего генератора. Кроме того, предусмотрена плавная регулировка длительности импульсов от 1 до 10 мсек.

Амплитуда выходных импульсов по обоим каналам ГЗИ-1, ГЗИ-2 регулируется от нуля до максимального значения при условиях спада вершины импульса не более 1,5% для первого канала и 4% для второго канала. Максимальная частота следования импульсов обоих каналов

0,3 Гц, номинальная - 0,1 Гц. Предусмотрен запуск обоих каналов от внутреннего генератора с частотой повторения 0,3 Гц.

### Схемы генераторов ГЗИ-1 и ГЗИ-2

Блок-схема генератора ГЗИ-2 приведена на рис. 1. Блок-схема генератора ГЗИ-1 аналогична первой, за исключением каскадов 2,3, которые в ГЗИ-1 отсутствуют.

Запускающий импульс отрицательной полярности от внешнего генератора или мультивибратора внутреннего запуска /6/ поступает на входы усилителей /1,7/ обоих каналов. С выхода усилителя /1/ первого канала положительный импульс поступает на сетку усилителя-фазоинвертора /2/, далее запускает триггер /4/. Импульс срыва, также усиленный каскадами /1,2/, производит обратное опрокидывание триггера /4/. В результате на выходе триггера /4/ формируется отрицательный импульс

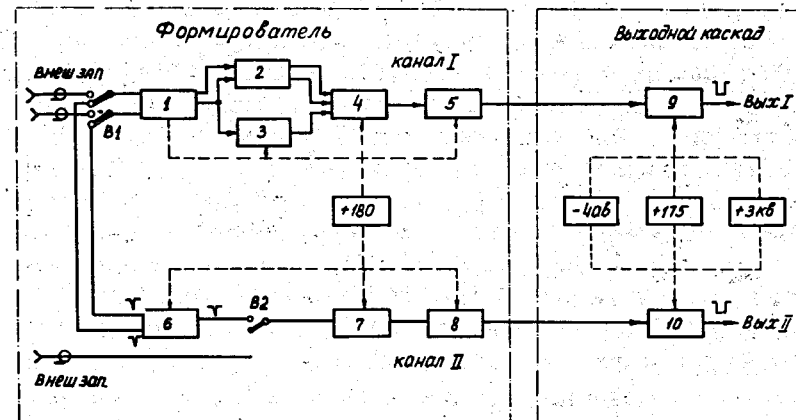


Рис. 1. Блок-схема ГЗИ-2: 1 - усилитель, 2 - усилитель-фазоинвертор, 3 - ждущий мультивибратор, 4 - триггер, 5 - усилитель-ограничитель, 6 - мультивибратор внутреннего запуска, 7 - усилитель, 8 - ждущий мультивибратор, 9 и 10 - оконечные каскады.

с длительностью, соответствующей длительности импульса первого канала. После прохождения через усилитель -ограничитель /5/ и оконечный усилитель /9/ на выходе первого канала создается отрицательный импульс с рабочими параметрами.

Для защиты электроннолучевого источника в случае пропадания импульса срыва /в этом случае ввиду отсутствия обратного опрокидывания триггера /4/ на выходе первого канала формируется очень длинный импульс/ импульс с усилителя /1/ запускает ждущий мультивибратор /3/, формирующий импульс, задержанный относительно запускающего на 30 мсек. Этот импульс осуществляет повторное опрокидывание триггера /4/ в аварийном случае.

Положительный импульс с анода усилителя /7/ запускает ждущий мультивибратор /8/, определяющий длительность импульса второго канала. С выхода этого мультивибратора положительный импульс поступает на оконечный усилитель.

Оконечные каскады /9,10/ генератора ГЗИ-1 /см. рис. 2/, ГЗИ-2 /см.рис.3/ представляют собой модуляторы с частичным разрядом емкости, построенные на лампах ГИ-30. Отличаются они лишь способом стабилизации амплитуды выходного импульса. В оконечных каскадах ГЗИ-1 /рис. 2/ стабилизируется непосредственно выходной импульс, в ГЗИ-2 - анодное напряжение лампы ГИ-30. В обоих случаях используется цепочка из 17 стабилитронов Д1 ÷ Д17 типа КС-680А, соединенных последовательно. Регулировка амплитуды импульса осуществляется с помощью переключателя П1. Питание анодов ламп формирователя, а также экранированных и управляющих сеток оконечных каскадов производится от стабилизированных выпрямителей +180 В, +175 В, -40 В. В результате обеспечивается стабильность амплитуды выходного импульса 0,6% для ГЗИ-1 и 1-2% для ГЗИ-2.

Конструктивно генераторы ГЗИ-1, ГЗИ-2 разделены на две части: высоковольтную и низковольтную. Формирователь ГЗИ-2 выполнен в виде отдельного съемного блока. Все органы управления ГЗИ-1, ГЗИ-2 расположены на лицевой панели генераторов. Габариты приборов

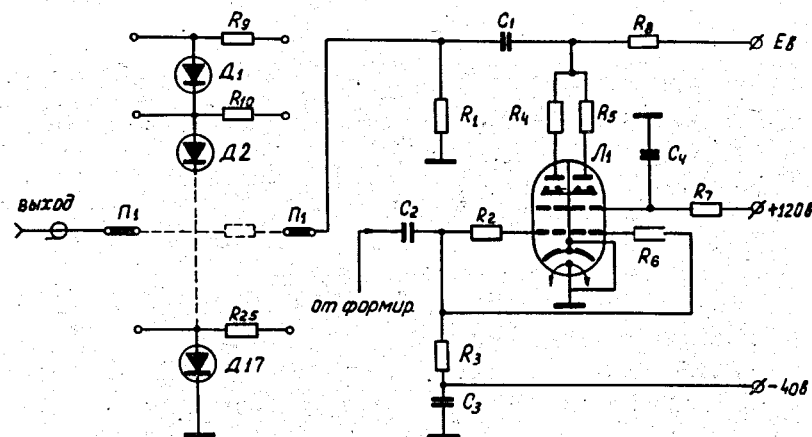


Рис. 2. Схема оконечного каскада ГЗИ-1.

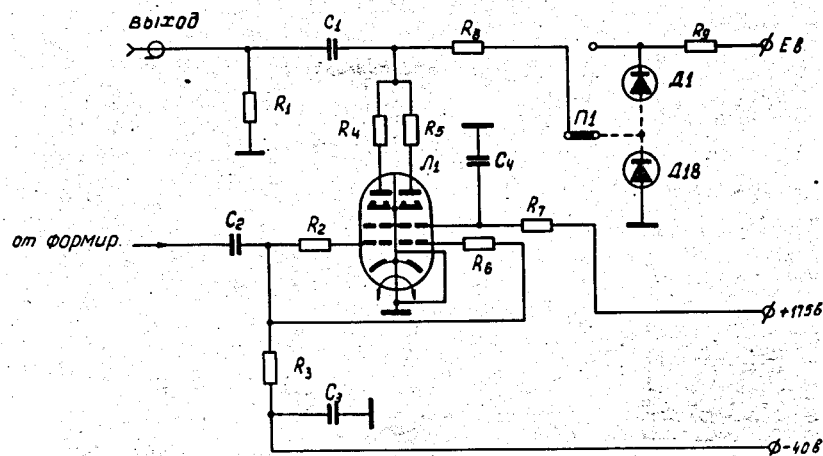


Рис. 3. Схема оконечного каскада ГЗИ-2.

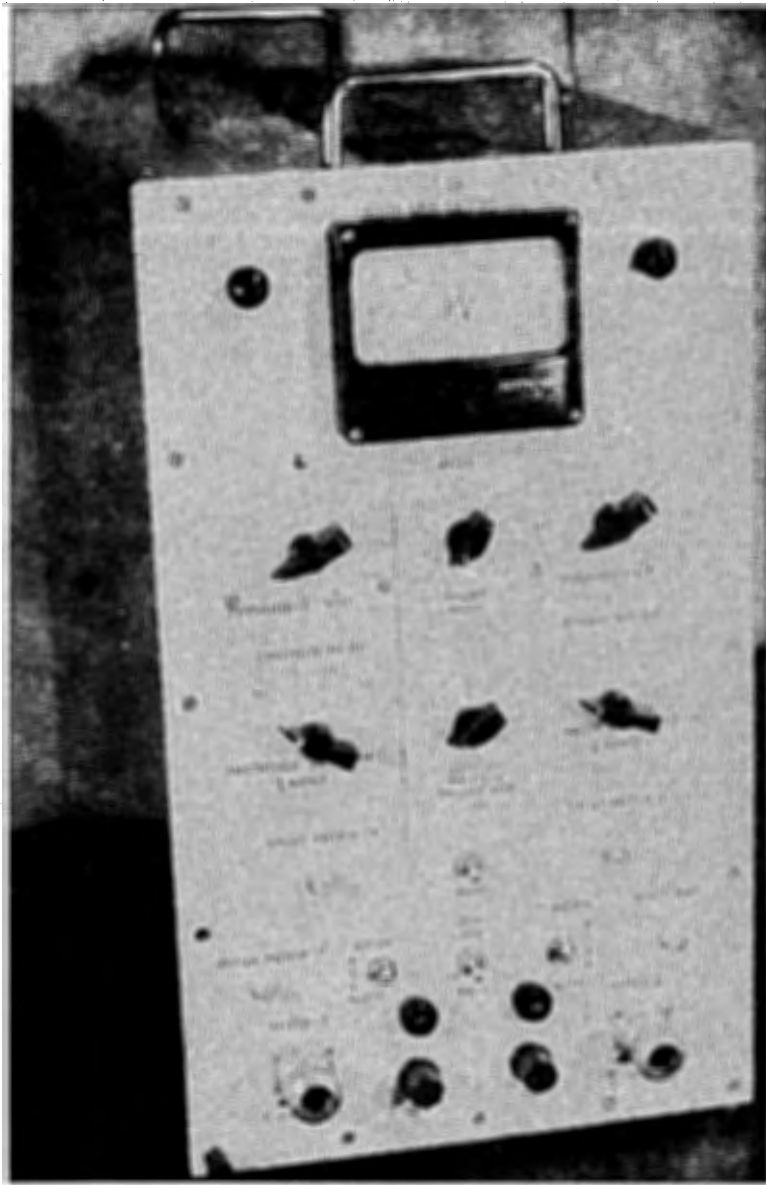


Рис. 4. Общий вид генератора ГЗИ-1.



Рис. 5. Общий вид генератора ГЗИ-2.

500x500x300 мм, вес 40 кг. Питание осуществляется от сети 220 В, 50 Гц, потребляемая мощность 200 ВА. Общий вид генератора ГЗИ-1 представлен на рис. 4 и ГЗИ-2 - на рис. 5.

### *Экспериментальные результаты*

В процессе наладки и опытной эксплуатации были получены следующие результаты: амплитуда выходного импульса 3 кВ, ток в импульсе 30 мА /ГЗИ-1/ и 150 мА /ГЗИ-2/. Спад вершины импульсов по первому каналу 1,5%, по второму - 4%. В процессе эксплуатации ГЗИ-1 наблюдались пробои в цепи стабилизации выходного импульса, поэтому в ГЗИ-2 была использована схема стабилизации с повышенной надежностью. Кроме этого, при регулировке длительности заднего фронта по первому каналу ГЗИ-1 наблюдались изменения общей длительности импульса, поэтому в ГЗИ-2 была принята другая схема формирования заднего фронта.

В заключение авторы считают своим приятным долгом поблагодарить Е.Д.Донца за ценные советы и замечания, а также В.А.Кононова, В.В.Шустрова и М.А.Голову за качественный монтаж генераторов ГЗИ-1 и ГЗИ-2.

### *Литература*

1. Е.Д.Донец, В.И.Илющенко, В.А.Альперт. ОИЯИ, Р7-4124, Дубна, 1968.
2. Е.Д.Донец, В.И.Илющенко, В.А.Альперт. Авторское свидетельство №375708. Бюллетень ОИПОТЗ №16, стр. 130, 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел  
14 февраля 1974 года.