

8386

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



8386

Экз. ЧИТ. зала

13 - 8386

С.Г.Басиладзе, В.А.Крамаренко, А.И.Малахов,
А.Н.Парфенов

160 - КАНАЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР

НАНОСЕКУНДНЫХ РЕПЕРНЫХ СВЕТОВСПЫШЕК

1974

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

13 - 8386

С.Г.Басиладзе, В.А.Крамаренко, А.И.Малахов,
А.Н.Парфенов

160 - КАНАЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР

НАНОСЕКУНДНЫХ РЕПЕРНЫХ СВЕТОВСПЫШЕК

Направлено в ПТЭ

**Научно-техническая
библиотека
ОИЯИ**

Современные физические установки характеризуются наличием большого числа временных и амплитудных каналов. В силу этого в них стало практически обязательным использование систем реперных сигналов для контроля и калибровки. В физике высоких энергий для получения временной и амплитудной информации используются в основном сцинтилляционные и черенковские детекторы. Система реперных сигналов для них должна обеспечивать, при сравнительно высокой $0,5 \div 1\%$ стабильности световспышек в амплитудных каналах, высокую точность их временной привязки: не хуже 1 нсек для временных и не хуже 10 нсек для амплитудных каналов. На длительность реперных световспышек также наложены ограничения, она должна быть не больше длительности выходных импульсов используемых ФЭУ.

К настоящему времени известны генераторы реперных временных световспышек на 5-25 каналов /1-4/. Ограничение на увеличение числа каналов накладывалось либо недостаточной стабильностью временной задержки по каналу внешней синхронизации*, либо недостаточной мощностью общего коммутирующего элемента.

Имевшиеся системы реперных амплитудных световспышек /5-11/ обладали чрезмерно большой длительностью выходного сигнала. Световспышки на основе α -источников /13-15/ неудобны из-за малой нерегулируемой амплитуды и сравнительно большой длительности сигнала /~600 нсек/. Указанных недостатков лишены источники реперных световспышек на полупроводниковых

* Что не позволяет включать несколько генераторов параллельно; кроме того, дополнительные неудобства создает неодинаковость задержек по каналам синхронизации.

светодиодах ^{/10-12/}, однако температурный дрейф их сравнительно велик и составляет $1 \div 2\% / ^\circ\text{C}$. Использовать индивидуальную термокомпенсацию светодиодов, как это предложено в ^{/10,11/}, в многоканальных системах практически невозможно из-за чрезмерной трудоемкости.

В настоящей работе описывается генератор реперных световспышек, разработанный для установки по исследованию электромагнитных распадов резонансов ^{/16/}. Генератор обеспечивает одновременные световспышки по 64 временным и 96 амплитудным каналам. Проблема повышения числа временных каналов решена увеличением мощности коммутирующего элемента и лучшим согласованием в цепи коммутирующий тиристор - обостряющая линия - разветвитель; проблема снижения температурного дрейфа световспышек в амплитудных каналах решена путем стабилизации температуры каждого светодиода.

Блок-схема описываемого генератора приведена на рис. 1. Он состоит из собственно генератора Г, дающего

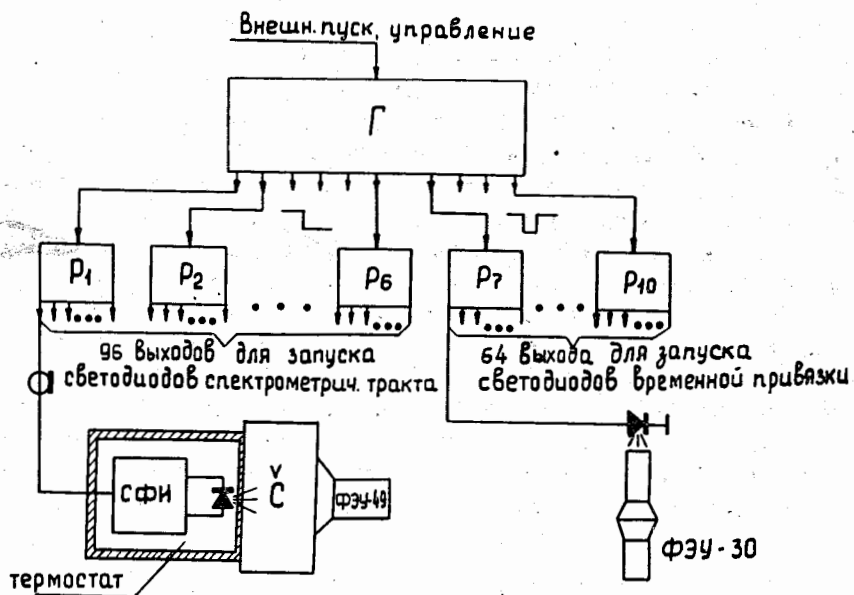


Рис. 1. Блок-схема 160-канального генератора реперных световспышек.

сигналы по четырем временным и шести спектрометрическим выходам; десяти пассивных разветвителей Р; схем формирования импульсов-СФИ в спектрометрических каналах. Используются светодиоды АЛ102А ^{/17,18/}. Во временных каналах диоды запускаются в обратном направлении короткими импульсами напряжения амплитудой $\sim 60 \text{ В}$. В спектрометрических каналах в целях повышения стабильности "площадки" световспышки, снижения мощности задающего блока, смягчения требований к стабильности запускающих импульсов и в интересах удобного и независимого регулирования амплитуды световспышек осуществляется запуск светодиодов в прямом направлении импульсами заряда.

На рис. 2 представлена принципиальная схема генератора. Задающий мультивибратор с эмиттерной связью, собранный на транзисторах ГТ308, может работать в автоколебательном режиме и в режиме генерации пачек /переключатель в положении "авт."/, а также в режиме внешнего запуска и разового пуска от кнопки К1 на передней панели /переключатель в положении "внеш."/ . Импульс во временные каналы вырабатывается тиристором типа ВТХ95/800 R* с последующим обострением на нелинейной линии задержки с сосредоточенными параметрами ^{/19,1/}, состоящей из 150 звеньев **. Тиристор вырабатывает перепад напряжения $\sim 500 \text{ В}$ с фронтом $\sim 200 \text{ нсек}$. На выходе линии при нагрузке $\sim 12 \text{ Ом}$ появляется перепад напряжения $\sim 350 \text{ В}$ с фронтом $\sim 4 \text{ нсек}$. Укорочение импульса до 7 нсек производится дифференцирующим конденсатором емкостью 500 нФ. Максимальная рабочая частота генератора определяется временем восстановления тиристора и составляет $\sim 150 \text{ Гц}$. Со 140 звена линии снимается предимпульс для синхронизации осциллографа и запуска спектрометрических каналов. В каждом из шести формирователей перепадов напряжения для спектрометрических каналов содержится

* Возможно использование тиристора КУ201Л.

** Параметры линии приведены на рис. 2.

триггер на транзисторах с взаимно дополняющими типами проводимости /ГТ313 и ГТ330/ и ключ на транзисторе КТ904Б, работающем в области лавинного пробоя. Триггер работает в режиме мультивибратора как эквивалент быстрого низковольтного тиристора. С выходов ключей

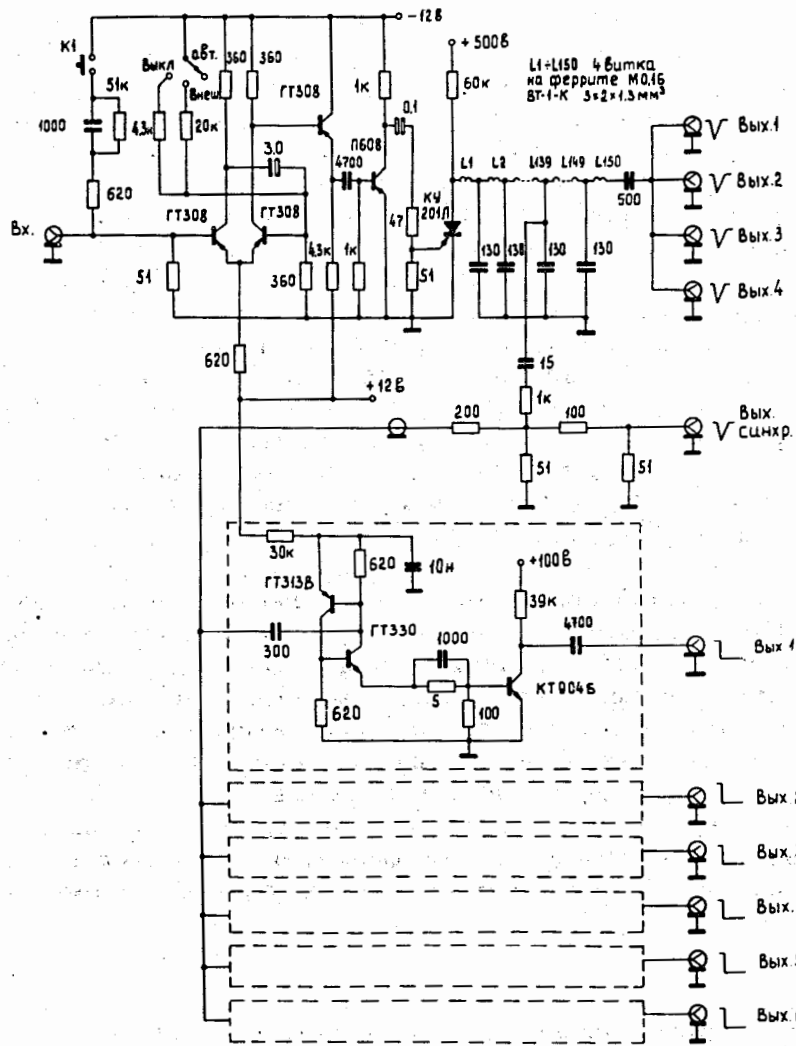


Рис. 2. Принципиальная схема генератора /Г/.

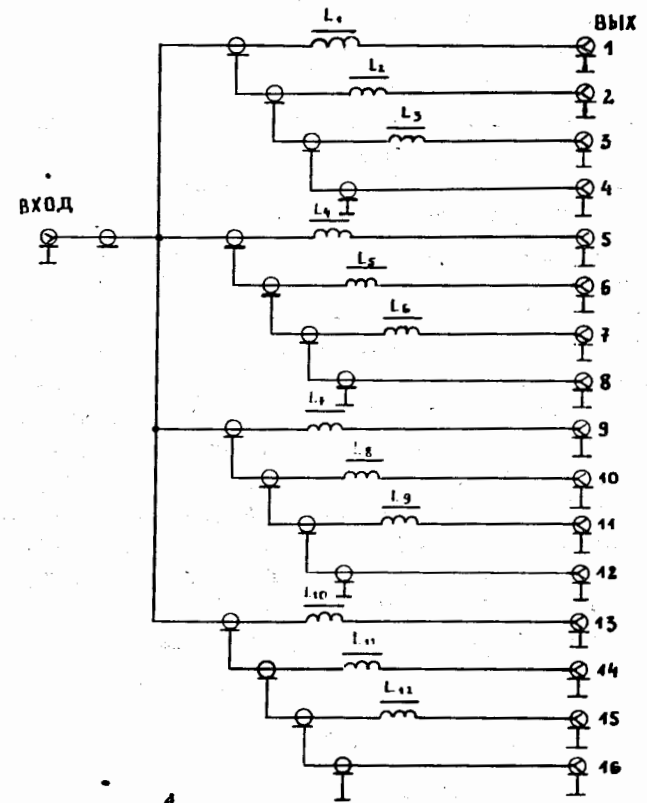


Рис. 3. Принципиальная схема разветвителя импульсов /P/.

снимаются перепады напряжения амплитудой ~ 100 В с фронтами ~ 3 нсек. Точность их временной привязки относительно импульсов временных каналов не хуже $3 \div 5$ нсек.

На рис. 3 показано устройство пассивного разветвителя импульсов. Он представляет собой параллельное соединение 4 групп последовательно соединенных кабелей и производит разветвление импульсов в 16 каналов без потерь мощности. Для увеличения индуктивного сопротивления оплеток /19/ 3 кабеля в каждой группе намотаны на ферритовые кольца К16 х 10 х 9 3000МН, по 14 витков на каждом. Это обеспечивает постоянную

спада плоской вершины импульса не менее 1 мксек. Фронты импульсов генератора Г при прохождении через разветвитель увеличиваются не более чем на 0,5 нсек.

Схема формирования коротких импульсов заряда для запуска светодиодов в спектрометрических каналах приведена на рис. 4. В нормальном состоянии в диод с накоплением заряда ДНЗ /Д312/ подается ток от источника с регулируемым смещением. При подаче на вход запирающего перепада напряжения в светодиод проходит импульс /с зарядом, пропорциональным току, протекающему через ДНЗ/, запуская его в прямом направлении. Таким образом, изменением сопротивления R3 и напряжения смещения можно в широких пределах регулировать амплитуду световспышки. Амплитуда световспышки соответствует черенковскому излучению от электронов с энергией от 0,2 до 15 ГэВ. После запираания ДНЗ наблюдается затяжка светового импульса, вызванная большой /сотни пикофард/ емкостью светодиода. Для устранения этого используется индуктивность L /2,5 мкГн/, колебательные выбросы снимаются диодом Д1.

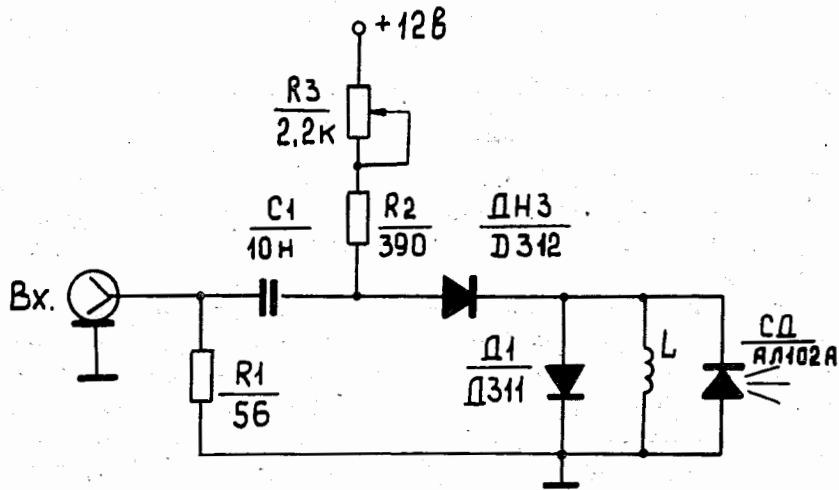


Рис. 4. Схема формирования импульсов /СФИ/.

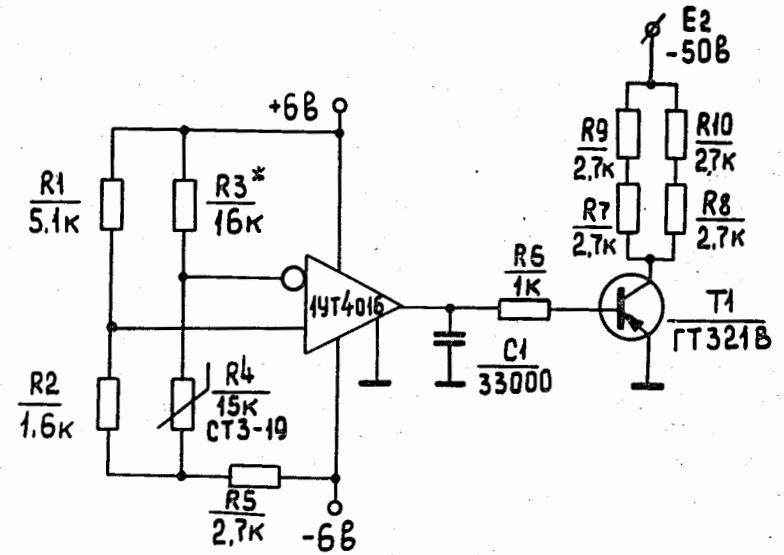


Рис. 5. Схема управления термостатом.

Каждый формирователь импульсов /за исключением R2 и R3 / находится в специальном термостате, представляющем собой пенопластовую коробочку размером 90 x 75 x 25 мм³ со стеклянным окном для светодиодов. В термостате поддерживается температура порядка +40 °С схемой, приведенной на рис. 5. Датчиком температуры является терморезистор R4 /СТ3-19/, включенный в мост R1 ÷ R4. Функции нуля-органа выполняет операционный усилитель 1УТ401Б. Транзистор Т1 используется как ключ, управляющий нагревательными резисторами R7 ÷ R10 /по 0,5 Вт каждый/. Для удобства контроля работы транзистор Т1 вынесен за пределы термостата. Конструкция термостата позволяет поддерживать внутри его объема температуру с точностью до ± 0,3 °С.

Стабильность вспышки в спектрометрических каналах измерялась непрерывно в течение 160 час с периодом в 1 час. Величины светового сигнала относительно вспышек от α-источника за это время изменились не

более чем на $0,7 \div 0,9\%$. Эта величина фактически определяется погрешностью использованной методики измерений, так, например, температурный дрейф площади светового импульса α -источника с кристаллом NaJ(Tl) составляет $\sim 0,2 \div 1\%/^{\circ}\text{C}$, а время высвечивания существенно зависит от температуры /20,21/.

В целом схема генератора световспышек сравнительно проста и надежна в работе, что подтверждается двухгодичным опытом его эксплуатации.

В заключение авторы выражают благодарность М.Н.Хачатуряну, В.И.Иванову, К.Гурачу за помощь в работе, Е.Кнапику, В.И.Прохорову, С.Н.Пляшкевичу, В.А.Смирнову и Б.М.Старченко за участие в измерениях долговременной стабильности генератора.

Литература

1. Н.К.Вишневский, В.И.Рыкалин, З.Цисек. ПТЭ, 5, 105, 1968.
2. В.А.Арефьев и др. ОИЯИ, 13-5447, Дубна, 1970.
3. Б.Ю.Балдин, З.Цисек. ПТЭ, №5, 122 /1973/.
4. В.Ф.Борейко и др. ОИЯИ, 13-6396, Дубна, 1972.
5. В.В.Матвеев, А.Д.Соколов. ПТЭ, №1, 75 /1961/.
6. Д.К.Каипов, Н.Кожаспаев, А.Ф.Павлов. ПТЭ, №5, 151 /1962/.
7. С.К.Сотников, Б.В.Ефимов, А.П.Цитович. ПТЭ, №1, 100 /1965/.
8. J.L.Black, E.Valentine. NIM, 31, 325 (1964).
9. O.A.Kern, R.F.Tusting. Proc. Conf. Instr. Tech. in Nucl. Pulse Analysis. Wash. DC, 224 (1964).
10. В.В.Наумов, М.Н.Омельяненко, В.И.Рыкалин, В.Ф.Тимова. ОИЯИ, Р-2262, Дубна, 1965.
11. М.Н.Омельяненко, В.К.Тюпиков, В.В.Фильченков. ОИЯИ, Р13-3523, Дубна, 1967.
12. В.И.Рыкалин, Т.Г.Кмита, И.В.Рыжиков, И.А.Новоселова. ОИЯИ, 2466, Дубна, 1965.
13. Р.Г.Аствацатуров и др. ОИЯИ, Р13-6184, Дубна, 1971.
14. В.А.Крамаренко, М.Н.Хачатурян. ОИЯИ, 13-6088, Дубна, 1971.
15. Нго Куок Быу и др. ОИЯИ, 13-7673, Дубна, 1974.
16. Р.Г.Аствацатуров и др. ОИЯИ, Р1-7309, Дубна, 1973.

17. Н.Н.Горюнов и др. Справочник по полупроводниковым диодам, транзисторам и интегральным схемам. Энергия, Москва, 1972.
18. Ю.К.Акимов, М.Н.Дражев, И.Ф.Колпаков, В.И.Рыкалин. Быстродействующая электроника для регистрации ядерных частиц. Атомиздат, Москва, 1970.
19. Л.А.Моругин, Г.В.Глебович. Наносекундная импульсная техника. Сов. радио, Москва, 1964.
20. Л.Н.Крылов. Труды СНИИП, вып. 1, стр. 54, Атомиздат, 1964.
21. В.И.Старцев, З.Б.Батуричева, Ю.А.Цирлин. Оптика и спектроскопия, том VIII, вып. 4, стр. 541, 1960.

Рукопись поступила в издательский отдел
15 ноября 1974 года.