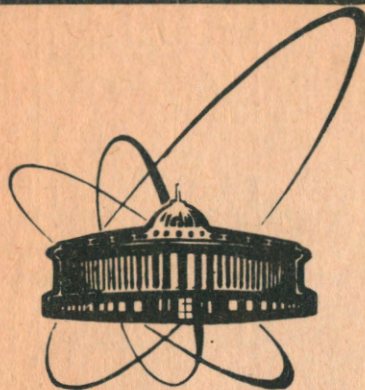


89-459



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

Б 912

P13-89-459

Н.Т.Буриев\*, В.И.Каплин, А.Д.Коваленко

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ВЫПРЯМИТЕЛЕМ  
ЗАРЯДНОГО УСТРОЙСТВА  
НАКОПИТЕЛЯ ЭНЕРГИИ УСТАНОВКИ "СЛОН"

---

\* Таджикский государственный университет  
им. В.И.Ленина, Душанбе

1989

Буриев Н.Т., Каплин В.И., Коваленко А.Д.

P13-89-459

Блок управления выпрямителем зарядного устройства  
накопителя энергии установки СЛОН

Описан блок, предназначенный для управления по заданной программе сильноточным выпрямителем зарядного устройства емкостного накопителя энергии установки СЛОН. Блок вырабатывает управляющее напряжение пилообразной формы в диапазоне от нуля до 10 В с цифровой установкой требуемого уровня с шагом 2,5 мВ. Блок может быть использован в различных устройствах управления.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1989

Перевод авторов

Buriev N.T., Kaplin V.I., Kovalenko A.D.

P13-89-459

A Control Unit of the Charge Device  
at the Setup SLON

A high current rectifier control unit of the charge arrangement for a capacity bank of 1.5 MJ at the setup SLON is described. The unit generates a sawtooth voltage over a range of 0 to +10 V with a step of about 2.5 mV under a given programme and makes it possible to control the capacitor bank charge both in a single and a cyclic mode.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1989

В установке СЛОН<sup>11</sup>, предназначенной для облучения ядерных фотоэмульсий пучками релятивистских частиц и ядер в сильном импульсном магнитном поле, для заряда емкостного накопителя энергии используется зарядное устройство (ЗУ), включающее в себя силовой трансформатор трехфазного тока мощностью  $P \approx 800$  кВА, два выпрямителя — силноточный низкочастотный ( $i_{зар} \leq 5$  А) и высокочастотный маломощный ( $i_{зар} \leq 50$  мА), схемы управления, стабилизации, автоматики, блокировок и индикации<sup>12</sup>.

Низкочастотный выпрямитель (НВ) осуществляет быстрый ( $t \approx 30$  с) заряд накопителя емкостью  $C_0 \approx 0,12$  Ф до напряжения  $U_0$ , близкого к требуемому (в диапазоне от 0 до 5000 В), а дозарядка до заданного значения  $U_{ст}$  и стабилизация этого уровня до момента разряда с высокой точностью производится с помощью высокочастотного выпрямителя (ВВ). Для управления ВВ разработан блок формирования уровней стабилизации (ФУС), описанный в<sup>13</sup>.

Управление НВ на начальном этапе эксплуатации установки осуществлялось напряжением в диапазоне от 0 до 10 В, которое задавалось с помощью пакетного переключателя и делителя напряжения, что было не совсем удобным и имело ряд существенных недостатков (нет возможности плавного выбора  $U_0$ , значительный дрейф установленного уровня ( $\sim 15$  мВ), работа только в ручном режиме, отсутствие визуального контроля устанавливаемого уровня и т.д. В связи с этим возникла необходимость разработки и создания специального блока, способного управлять работой НВ по заданной программе и удовлетворяющего следующим требованиям:

- получения на выходе управляющего аналогового сигнала пилообразной формы в диапазоне от 0 до + 10 В;
- обеспечения возможности с точностью не хуже  $\pm 0,05$  В фиксировать уровень значения  $U_0$  во всем диапазоне выходного напряжения с дискретностью не более  $\pm 0,05$  В;
- возможности выбора и задания значения  $U_0$  в цифровом виде;
- управления работой выпрямителя как в разовом, так и в периодическом режимах работы установки.

Блок-схема разработанного и испытанного в работе блока-программатора зарядного устройства (ПЗУ) представлена на рис.1.

ПЗУ включает в себя тактовый генератор (КГ), делитель частоты (ДЧ), два счетчика ( $C_1$  и  $C_2$ ), цифроаналоговый преобразователь (ЦАП),

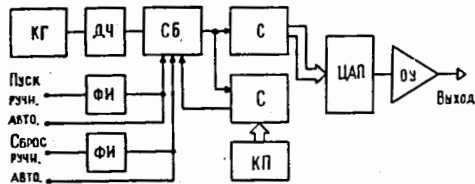


Рис.1. Функциональная блок-схема программатора зарядного устройства.

операционный усилитель (ОУ), формирователи импульсов (ФИ), блок кодовых переключателей (КП) и схему блокировок (СБ).

В качестве тактового генератора используется кварцевый генератор прямоугольных импульсов с собственной частотой кварца  $f = 1$  МГц, построенный на логических элементах интегральной микросхем 155-й серии.

Выбор наклона переднего фронта пилообразного выходного напряжения зависит от частоты тактируемых импульсов. Возможность выбора наклона осуществляется использованием делителя частоты, построенного на основе двоично-десятичного счетчика (К 155 ИЕ2). Для установки необходимого коэффициента деления частоты (от 1 до 1/10), что соответствует частоте от 1 МГц до 100 кГц, необходимо на соответствующие выводы информационных входов ДЧ подать сигналы, согласно цифровому коду 1-2-4-8, соответствующие уровню логической "1" ТТЛ. Далее последовательность импульсов с частотой 100 кГц (коэффициент деления частоты равен 1/10) подается на два двенадцатиразрядных двоично-десятичных счетчика, построенных на основе трех последовательно включенных четырехразрядных счетчиков К 155 ИЕ6. Один из счетчиков —  $C_1$ , служит для задания значения  $U_0$  на выходе блока и работает в режиме обратного счета, т.е. вычитания числа тактовых импульсов из числа, установленного с помощью КП на лицевой панели блока. Когда разность между ними становится равной нулю, на выходе  $C_1$  вырабатывается импульс "сброс", которым запирается СБ и прекращается тактирование.

Второй счетчик —  $C_2$ , работает в режиме прямого счета, т.е. на его информационных выходах постоянно содержится информация в виде двенадцатиразрядного цифрового кода об общем количестве тактовых импульсов. Это число постоянно и равномерно растет с частотой 100 кГц до команды "сброс", после чего эта информация сохраняется до следующей команды "пуск". Это соответствует тому, что выходное пилообразное напряжение достигло своего установленного значения  $U_0$  и его дальнейший рост прекращается, а с командой "пуск" напряжение падает до нуля, и начинается новый цикл.

Информация с выходов  $C_2$  в виде двенадцатиразрядного цифрового кода поступает на цифровые входы ЦАП (К 594 ПА1), преобразующего двоично-десятичный код в аналоговый сигнал. В ЦАП формируются токи, пропорциональные весам разрядов кода, и затем сумми-

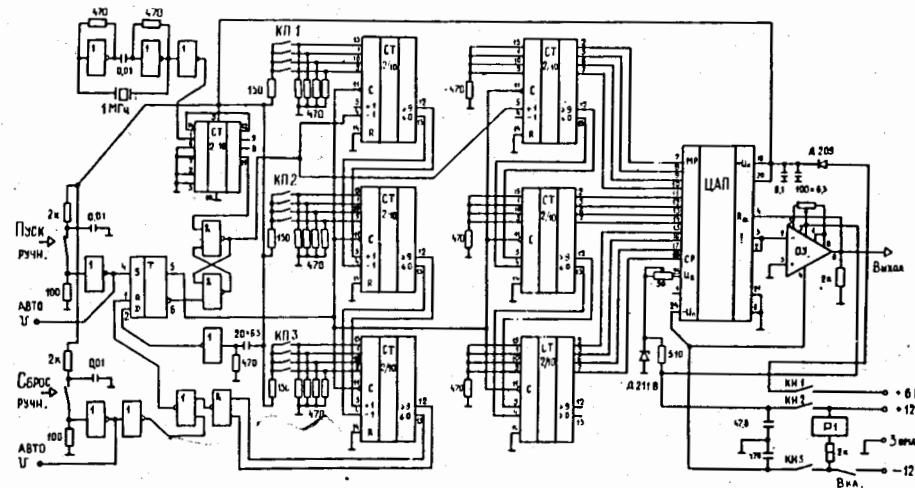


Рис.2. Принципиальная схема блока программного управления выпрямителем зарядного устройства, емкостного накопителя энергии установки СЛОН.

руются те из токов, которые соответствуют ненулевым (единичным) разрядам выходного кода, то есть вырабатывается напряжение, функционально связанное с входным кодом. Причем эта функциональная связь — линейная<sup>1/4</sup>.

Выходной ток ЦАП преобразуется в напряжение  $U_{\text{вых}}$  с помощью ОУ (К 544 УД2). Резистор обратной связи этого усилителя входит в состав интегральной микросхемы ЦАП. При использовании опорного напряжения ЦАП  $U_R = 10$  В номинальный выходной ток преобразователя равен 2 мА. Сопротивление обратной связи составляет  $\sim 5$  кОм, поэтому при изменении управляющего кода от нуля до максимального значения ( $2^{12}-1$ ) выходное напряжение на ОУ изменяется от нуля до значения, примерно равного 10 В. Минимальный квант выходного напряжения при этом составляет  $\sim 2,5$  мВ.

Неточность установки выходного напряжения  $U_0$  равна значению младшего значащего разряда цифрового кода или  $\pm 1$  кванту выходного напряжения и обусловлена несовпадением по фазе тактового импульса КГ с фазой импульса "сброс", т.е.  $\Delta U = \pm 2,5$  мВ.

Схема блокировки обеспечивает возможность производить "пуск" и "сброс" как в ручном режиме (с лицевой панели блока), так и автоматическом — от управляющих импульсов уровня ТТЛ отрицательной полярности. Это позволяет легко обеспечить его работу с системой синхронизации установки в целом и системой стабилизации напряжения емкостного накопителя энергии. В целях ручного управления сигналами

"пуск" и "сброс" используются формирователи импульсов, также построенные на логических элементах интегральных микросхем 155-й серии.

Для снятия ограничений на порядок включения питания блока, что присуще подобным схемам, в цепях питания ( $\pm 15$  В и  $+ 6$  В) использовано трехконтактное реле  $P_1$ . Принципиальная схема блока представлена на рис.2.

Конструктивно программатор зарядного устройства выполнен с использованием механики стандарта КАМАК в модуле шириной 4 М. Описанный блок может найти широкое применение в любых устройствах, где требуется управление аналоговым пилообразным сигналом в диапазоне от нуля до  $+ 10$  В с дискретностью выбора  $U_0$  с шагом  $\Delta U = 2,5$  мВ и точностью установки  $\pm 2,5$  мВ.

В заключение авторы считают приятным долгом поблагодарить Ш.З.Сайфулина за участие в обсуждениях и полезные советы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Буриев Н.Т. и др. – Сообщение ОИЯИ Р13-86-492, Дубна, 1986.
2. Буриев Н.Т. и др. – Сообщение ОИЯИ Р13-89-458, Дубна, 1989.
3. Буриев Н.Т. и др. – Сообщение ОИЯИ Р13-89-209, Дубна, 1989.
4. Якубовский С.В. и др. – Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы. М.: Радио и связь, 1984, с.432.

Рукопись поступила в издательский отдел  
21 июня 1989 года.