

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

98-158

P9-98-158

А.В.Калмыков, С.А.Корнев, Н.А.Малахов, Н.В.Пиляр,
С.А.Попов*

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА
УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ
ИМПУЛЬСНОГО СИЛЬНОТОЧНОГО ИСТОЧНИКА
ЭЛЕКТРОНОВ И ИОНОВ

*Институт физико-технических проблем, Дубна

1998

Введение

Экспериментальная установка импульсного сильноточного источника электронов и ионов (ИСИЭИ) "ЭЛИОНА" // разработана в ЛСВЭ ОИЯИ. (Энергия электронного пучка - 300 кэВ, ток электронного пучка $I_e=1000$ А, ток ионного пучка $I_i=40$ А, длительность импульса $t_{и}=300$ нс). Это устройство применяется для исследования сильноточных импульсных электронных и ионных пучков и для проведения экспериментов по созданию и модификации материалов.

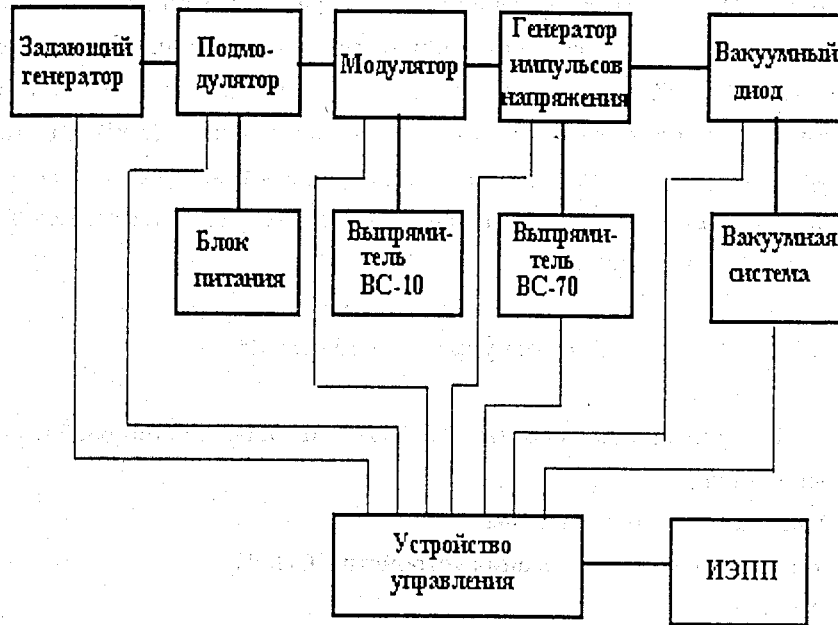


Рис.1

Блок-схема сильноточного импульсного источника электронов и ионов.

ИСИЭИ (рис1) состоит из вакуумного диода, в котором создаются электронные и ионные пучки, вакуумной системы, содержащей вакуумный агрегат ВА-0,5 с заливной азотной ловушкой и

форвакуумного насоса 2НРД-5ДМ, высоковольтного источника питания ВС-70, высоковольтного генератора импульсов напряжения (ГИН), собранного по схеме Аркадьева -Маркса, устройства управления, системы измерения электрических параметров плёнки (ИЭПП).

Работа установки (рис 1) начинается подачей высокого напряжения на ГИН. Как только емкостные накопители ГИНа зарядятся до необходимого напряжения, из устройства управления поступает сигнал "Пуск" на вход задающего генератора импульсов разрядки. Импульсы от задающего генератора с частотой 1 Гц приходят на подмодулятор, где формируются положительные импульсы амплитудой 600 В, запускающие модулятор. В модуляторе формируются отрицательные импульсы напряжения 10-25 кВ. От этих импульсов срабатывает управляемый разрядник тригatronного типа в первой ступени ГИН. В остальных ступенях ГИН задействованы двухэлектродные разрядники.

Система управления ИСИЭИ

В целом процесс работы ИСИЭИ "ЭЛИОНА" можно разбить на четыре этапа:

1. Откачка вакуумной системы.
2. Контроль функционирования устройств ИСИЭИ.
3. Облучение.
4. Отключение вакуумной системы. Снятие питания с ИСИЭИ.

Одновременно с работой установки проводится экспресс - анализ облученных образцов.

Исходя из этого была разработана двухуровневая система автоматического управления ИСИЭИ. (рис.2). На нижнем уровне осуществляется автономное управление и контроль параметров установки (блок УПРП). На верхнем - обработка данных, полученных во время эксперимента, а также измерение электрических параметров

облученных образцов и вывод результатов обработки в виде графиков и диаграмм на печать. Через адаптер АУПРП блок управления УПРП связан с ЭВМ типа IBM/AT, которая осуществляет общее управление всей системой. Для визуального контроля параметрами пучка используется осциллограф С9-4. Блок адаптера АУПРП и блок измерения электрических параметров плёнки (ИЭПП) разработаны в конструктиве КАМАК.

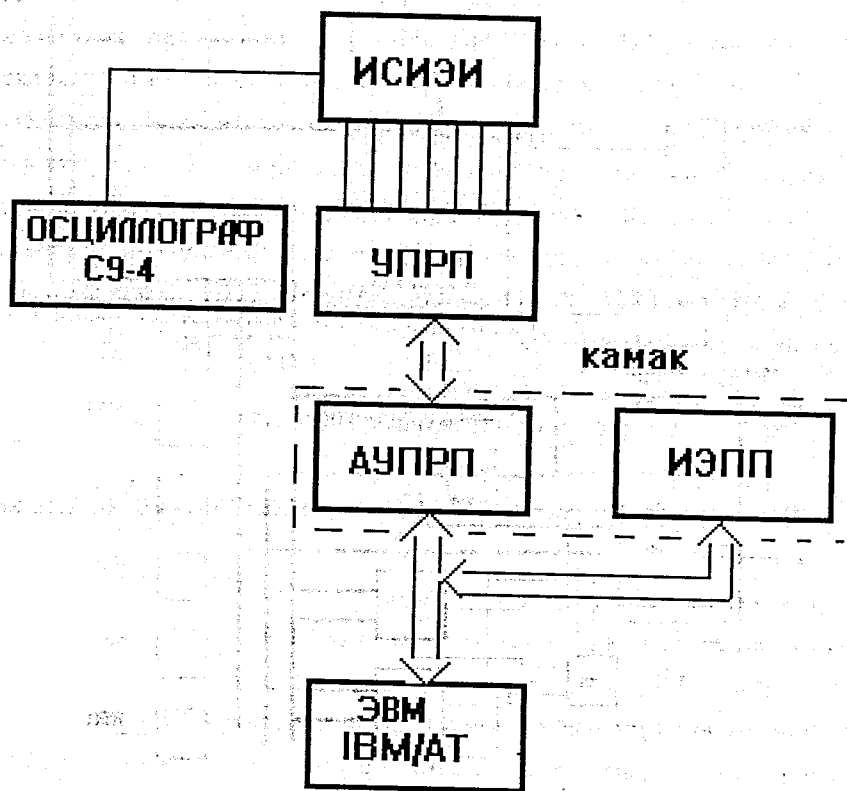


рис.2

Блок-схема управления ИСИЭИ.

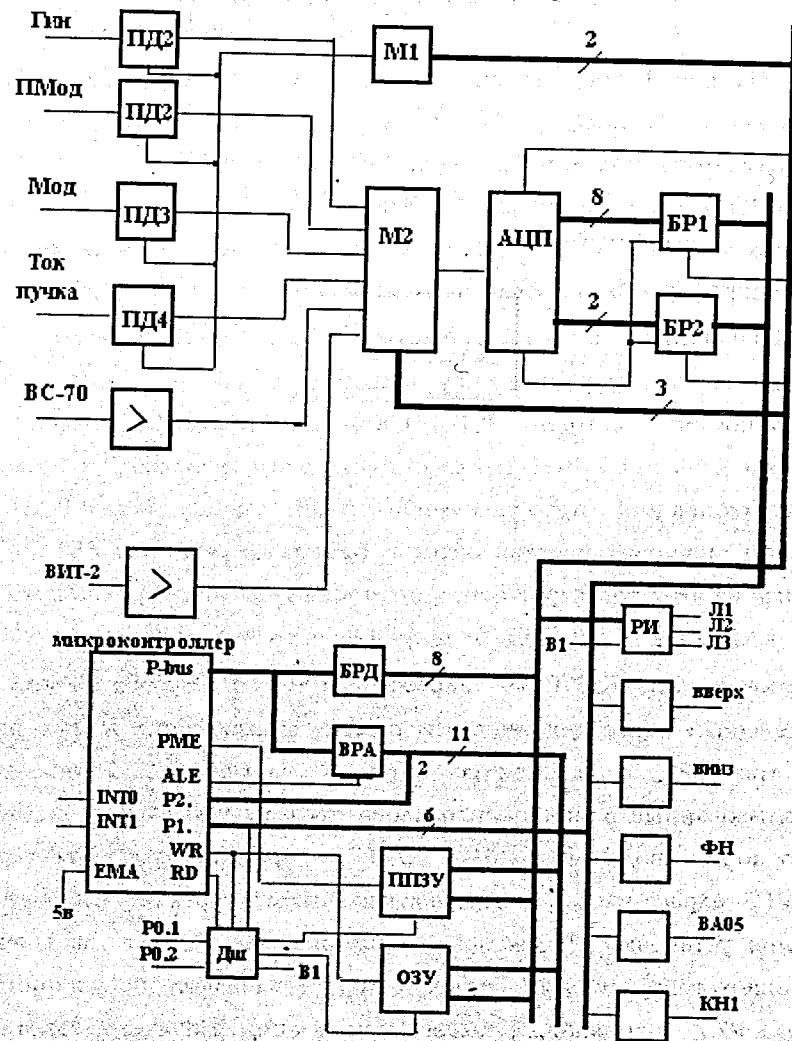


Рис.3.

Функциональная схема блока УПРП.

Блок управления установкой (УПРП)

На рис 3 представлена функциональная схема блока УПРП. Импульсные сигналы длительностью $t_{\text{и}}=300$ нс, поступающие от подмодюлятора, модулятора, генератора импульсного напряжения, с пояса Роговского, заводятся на соответствующие пиковые детекторы, и через мультиплексор М2 эти сигналы поступают на вход аналого-цифрового преобразователя АЦП последовательного приближения типа К1108ПВ1./2/. (Время преобразования $t_{\text{нпм}} \approx 1$ мкс; число разрядов - 10). Точность измерения импульсных сигналов, с учётом всех погрешностей, достигает 0,5%. Сюда же заводятся сигналы от вакуумной системы (ВИТ-2) и от источника высокого напряжения ВС-70. По окончании преобразования АЦП выдаёт сигнал RAD, по котрому цифровой код заносится в буферные регистры РБ1 и РБ2. Данные из этих регистров передаются в память микроконтроллера типа КМ1816ВЕ51 /3/. Для расширения памяти к микроконтроллеру подключена ОЗУ К537РУ10 (2кбайт: 8) и ППЗУ К573РФ5 (2кбайт: 8). 11разрядный адрес для внешней памяти формируется в буферном регистре БРА и регистре ввода / вывода Р2. Программно сформированные в микроконтроллере сигналы управления задаются через порты ввода/вывода Р1 и Р2: Р1.0- сброс пиковых детекторов; Р1.1-Р1.3- адреса входов аналогового мультиплексора; Р1.4- включение питания установки; Р1.5-включение питания ВС-70; Р1.6- включение задающего генератора; Р1.7- запуск АЦП. По сигналу, полученному с выхода Р2.7, возникает звуковая сигнализация. На входы внешнего прерывания INT0, INT1 микроконтроллера приходят сигналы через блок адаптера АУПРП от ЭВМ высшего уровня, управляющие режимом автономной работы установки ИСИЭИ. Эти сигналы инициируют вызов соответствующих подпрограмм, обслуживающих прерывания. Подпрограмма <TSP> контролирует параметры пучка

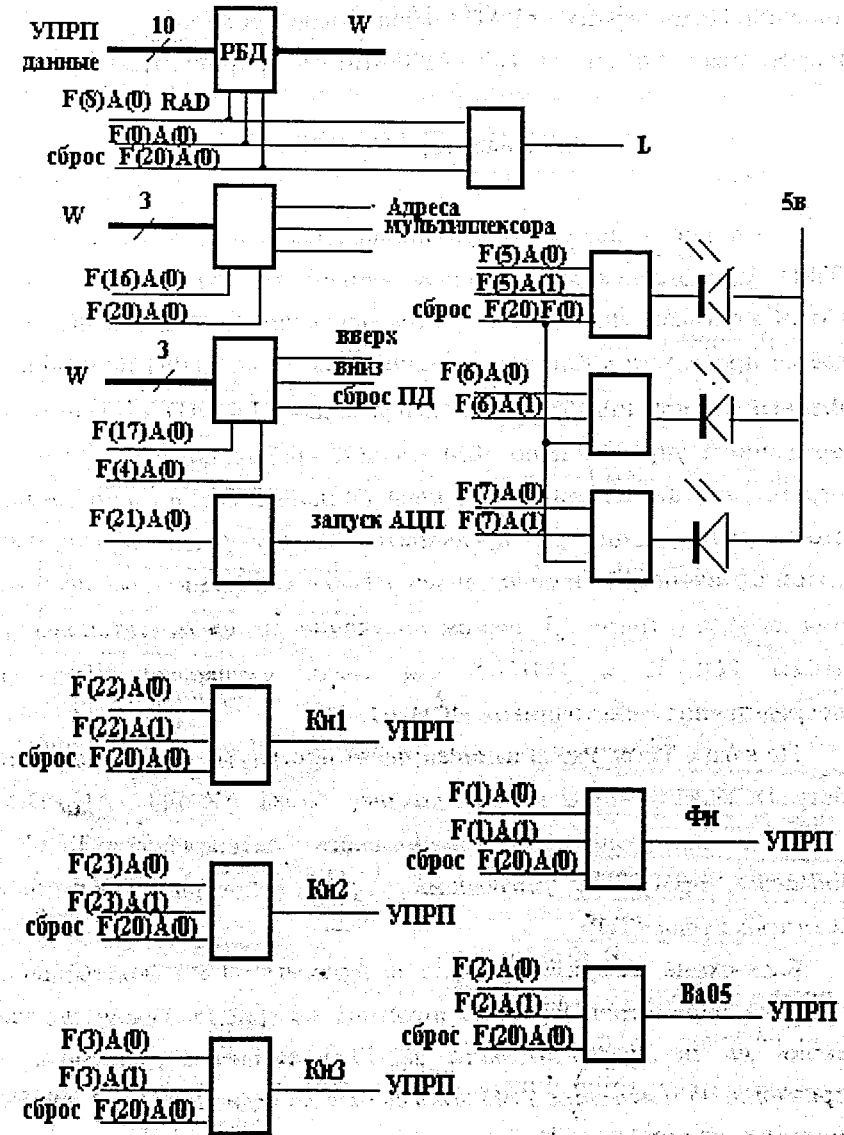


Рис 4

Функциональная блок-схема адаптера АУПРП.

установки. Подпрограмма <RAD> осуществляет режимоблучения. Обе эти программы написаны на языке ASSEMBLER микроконтроллера.

Блок адаптера (АУПРП)

На рис 4 показана функциональная схема блока адаптера АУПРП. Здесь происходит непосредственное преобразование команд КАМАК в сигналы управления. Длительность управляющих импульсов задаётся программно. Как только данные из блока УПРП переданы в буферный регистр РБД, выдаётся сигнал запроса $L=RAD \vee F(18)A(0)$ на прерывание в управляющую ЭВМ высшего уровня, которая запускает программу обработки данных. На передней панели блока расположены светодиоды индикации: Д1- предварительная откачка форвакуумным насосом окончена; Д2- окончательная откачка диффузионным насосом окончена ($5 \cdot 10^{-5}$ Торр); Д3- режим облучения. Здесь же установлены разъёмы РП15-32 и РП15-15 для связи с блоком УПРП и непосредственно с источником ИСИЭИ.

На языке Turbo Pascal написан пакет программ, обслуживающий работу ИСИЭИ. В него вошли: драйвер блока АУПРП <AUprDr>, <AUprIni>; программы пользовательского интерфейса <RamP>, <DinRamP>; программа управления <UprP>; программа контроля параметров пучка <TsP>.

Блок-схема алгоритма работы программы <TsP> (контрольное измерение параметров ИСИЭИ) показана на (рис.5). После подачи питания на источник высокого ВС-70 включается двигатель, и напряжение на генераторе ГИН повышается до заданного. Как только достигнуто значение $U_{зад}$, включается генератор задающего напряжения. В вакуумном диоде будут формироваться импульсные электронные или ионные пучки, в зависимости от заданного режима (электронный / ионный пучок). Измеряется амплитуда импульсов

подмодулятора, модулятора и тока пучка. По окончании измерения включается двигатель и снижается высоковольтное напряжение до $U=0$. Отключается генератор задающих импульсов, отключается высоковольтный источник питания ВС-70 и источник питания модулятора.

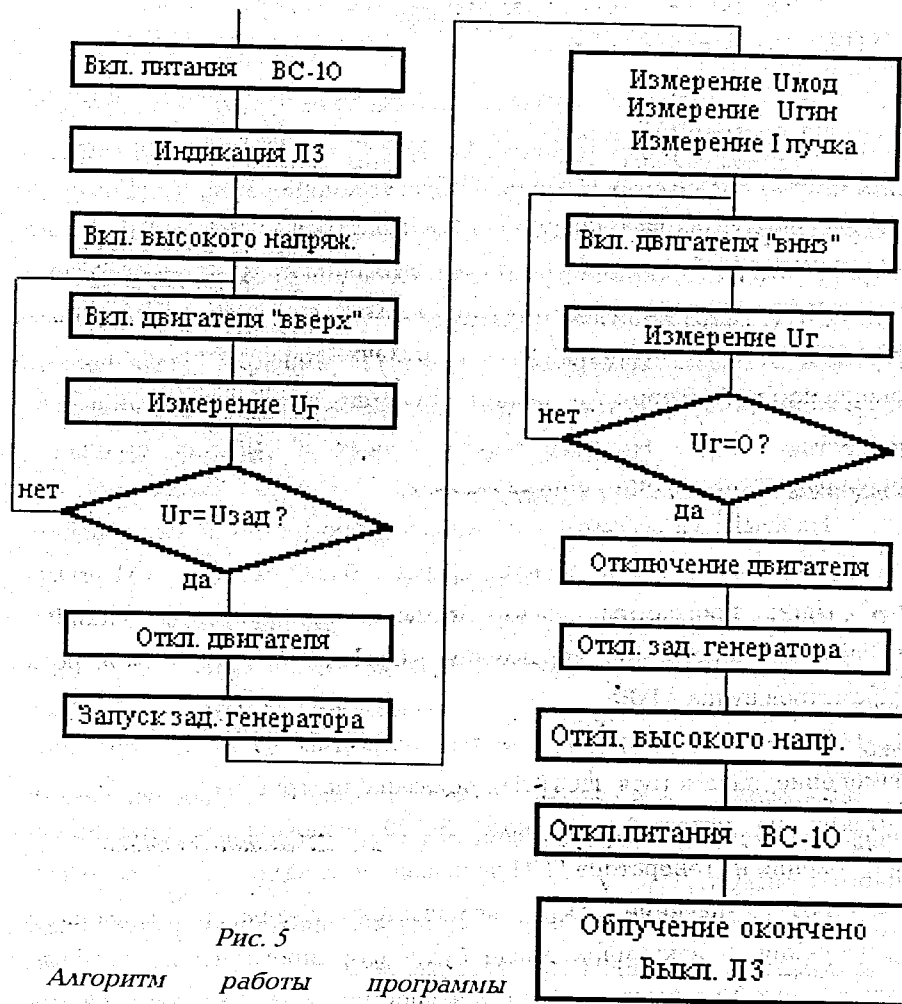


Рис. 5
Алгоритм работы программы
контроля параметров установки <TsP>

В режиме облучения время на обработку образца задается программой <TIME>. Эта программа позволяет задавать время в диапазоне от 1 с до 2 ч. После облучения управление переходит в режим "Снятия питания. Отключение вакуумной системы." Все измерения и результаты, полученные в процессе облучения, выводятся на печать.

Заключение

Реализована двухуровневая система управления сильноточным источником электронов и ионов. На нижнем уровне осуществляется автономное управление и контроль функционирования установки от микроконтроллера КМ1816BE51, на верхнем - общее управление всем устройством и обработка результатов облучения производится от ЭВМ IBM PC-AT. Разработаны электронный блок управления УПРП и блок адаптера АУПРП. Измерение амплитуды импульса ускоряющего напряжения, импульса тока пучка электронов и ионов проводится с точностью 0,5%. Написан пакет тестовых и рабочих программ, поддерживающий работу устройства.

Литература

1. С.А.Корнев. Сообщение ОИЯИ, № 9-81-703, Дубна, 1981.
2. Б.Г.Федорков, В.Н.Телец. Микросхемы ЦАП и АЦП: функционирование, параметры, применение. М., Энергоатомиздат, 1980.
3. В.В.Сташин, А.В.Урусов, О.Ф.Мологонцева. Проектирование цифровых устройств на однокристалльных микроконтроллерах. М., энергоатомиздат, 1990.
4. Однокристалльные микроЭВМ. Техническое описание и руководство по применению. МП "БИНОМ", Москва, 1992.

Рукопись поступила в издательский отдел
5 июня 1998 года.