

БЗ-11-7545

1973г.

В-52

Вуртсов Н. М. и др.

Н.М.Вирясов, Ю.Д.Зернин, Э.Новак, В.П.Руковичкин, М.Д.Шафранов.

БЗ-11-7545

СИСТЕМА

ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭВМ В КОМПЛЕКСЕ УСТАНОВКИ "ЛЮДМИЛА"
И ПУЧКА ЧАСТИЦ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ.

(Проект)

г.Дубна, 1973 год.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1. Назначение системы.
2. Структура системы.
3. Функциональное описание системы.
 - 3.1. Блок-схема.
 - 3.2. Временная диаграмма работы системы.
 - 3.3. Система управляющих сигналов.
 - 3.4. Система дельта-Р.
 - 3.5. Система коррекции.
 - 3.6. Вход аналоговых сигналов.
 - 3.7. Вход дискретных сигналов.
 - 3.8. Система индикации пучка заряженных частиц.
4. Структура математического обеспечения.
5. Расчетные величины.
6. Некоторые соображения по реализации проекта.

ЛИТЕРАТУРА

РИСУНКИ

ТАБЛИЦЫ

А Н Н О Т А Ц И Я

Требования к параметрам жидководородной пузырьковой камеры (ЖВПК) и пучку заряженных частиц, входящего в камеру, а также эффективность использования работы ускорителя ставят ряд задач:

1. Стабильность параметров цикла расширения.
2. "Привязка" кривой расширения к пучку заряженных частиц (хронирование).
3. Настройка и стабилизация режимов работы элементов канала сепарированного пучка частиц высоких энергий.

На сервисную систему, которая могла бы решить эти задачи, возлагается:

- сбор информации и обеспечение контроля надёжности,
- функции управления и коррекции работы пузырьковой камеры, элементов канала и ВЧ-сепаратора.

Данный проект является одним из вариантов создания такой системы для установки "ЛЮДМИЛА" на базе ЭВМ типа ТРА/с -1001.

В В Е Д Е Н И Е

Среди современных направлений развития науки и техники автоматизация имеет особое значение. Тенденция развития систем автоматического управления (САУ) имеется также и в области техники физического эксперимента, организация и работа которых поставлена на индустриальную основу. Комплекс ЖШК и является одним из таких дорогостоящих объектов физического эксперимента, сложность которого заключается в поддержании стабильных рабочих условий.

Требования стабильности ставят ряд задач определения статистических характеристик на основании результатов наблюдения за изменением входных и выходных величин в процессе нормальной эксплуатации. При этом оценка результатов контроля надёжности ~~проводится~~ проводится количественно с регистрацией величин измеряемых параметров или их отклонений от номинала, а поиск решения задачи управления осуществ^{ляется} экспериментально, разработав регрессионную модель для переменной управления. Применение машинной обработки в этом случае стимулирует попытку расширить наше понимание о корреляционных зависимостях отдельных параметров пузырьковой камеры. Если рассматривать требования к снимку, как например,

- качество треков, зависящее от плотности пузырьков и оптики,

- устойчивость этого качества, влияющая на статистику интересующих событий в пузырьковой камере,

то в предположении, что оптика обеспечивает прецизионность, первое требование выполняется при оптимальном температурном режиме и степени расширения объема камеры. Второе требование определяется нестабильностью во времени параметров цикла

расширения, которая имеет характер медленного дрейфа. Имеющийся опыт использования средств автоматической коррекции /2/ работы пузырьковой камеры в ЦЕРНЕ показал, что эффективность её работы повышается, главным образом, за счет увеличения процента снимков хорошего качества /1/.

Важен также вопрос обработки результатов физического эксперимента, в котором используется система тагирования ("мечения") /3/. Получаемая при этом информация должна быть "привязана" к событию в пузырьковой камере и зарегистрирована для длительного хранения на магнитной ленте. Уменьшение затрат времени (энергетических расходов) при настройке ВЧ-сепарированного пучка высоких энергий требует использования пропорциональных камер, а автоматический контроль качества сепарации связи их с ЭВМ.

Следует отметить, что применение ЭВМ в технике обработки информации и управления в свою очередь ставит жесткие требования к стабильности и точности воспроизведения различных начальных физических величин с течением времени. В настоящее время в ОИЯИ и странах СЭВ ведется интенсивное развитие интерфейсных систем для физических экспериментов, отличающихся своей универсальностью, что, конечно, стимулирует техническую реализацию проекта с организационной стороны.

1. НАЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМЫ.

Система предназначена для контроля параметров и оперативного управления 2-х метровой жидководородной камерой "Людмила" в комплексе с системами транспортировки, индикации пучка заряженных частиц и системой тагирования при наличии электронного эксперимента.

2. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ.

Разрабатываемая система должна выполнять:

А. Информационные функции:

- ввод начальных условий эксперимента;
- регистрация и накопление информации;
- цифровой контроль и регистрация по вызову;
- построение гистограмм;
- редактирование и сортировка;
- оперативная обработка информации;
- расчет коррекции управляющих воздействий;
- вычисление усредненных значений;
- периодическая регистрация обработанной информации по основным отклонившимся параметрам;
- цифровая печать;
- сигнализация отклонений параметров от нормы;
- визуальная индикация.

Б. Функции управления:

- управление исполнительными органами;
- коррекция заданий и настроек местных регуляторов;
- обслуживание запросов устройств по приоритету.

В. Специальные функции:

- регистрация параметров предаварийной ситуации;
- регистрация мгновенных значений параметров;
- решение несложных научно-технических задач;
- отладка программ.

Эти функции возлагаются на малую ЭВМ ТРА/і -1001 и электронику экспериментального комплекса системы. Конфигурация компьютера:

- оперативная память (16К);
- центральный процессор;
- телетайп;
- блок расширенной арифметики;
- считыватель с перфоленты;
- перфорирующее устройство (ленточное);
- запоминающее устройство на магнитном диске (32К);
- таймер;
- запоминающее устройство на магнитной ленте;
- дисплей;
- математическое обеспечение;
- интерфейсы связи с системой КАМАК.

3. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ.

3.1. БЛОК - СХЕМА.

Блок-схема в целом выполняет функции, изложенные ниже и приведена на рис.1. Содержит в себе:

- систему управляющих сигналов;
- систему сигнализации и блокировок;
- вход аналоговых сигналов;
- вход дискретных сигналов;
- систему коррекции и дельта-Р
- систему индикации пучка заряженных частиц;
- систему синхронизации;
- компьютер с внешними устройствами и средствами математического обеспечения.

Периферийными элементами этой блок-схемы являются:

- датчики (или контакторы), установленные на пузырьковой камере для контроля работоспособности её узлов;
- датчики контроля параметров пузырьковой камеры;
- датчики контроля условий взрывобезопасности в помещении;
- управляемые элементы электромагнитных клапанов системы расширения, вспышки света и лентопотяжного механизма;
- различные электронные схемы, находящиеся вблизи пузырьковой камеры и на трассе канала заряженных частиц (сцинтилляционные счетчики и т.д.).

Каждая из этих систем строится иерархически и, главным образом, по модульному принципу, реализацией которого в некоторых случаях является использование системы КАМАК /8,7/.

Оперативное вмешательство в работу системы контроля предлагается осуществлять посредством клавиатуры и светового "карандаша" устройства визуального представления типа

NE-601. Подключение этого устройства к автономному каналу компьютера обеспечивает прямой доступ к основной памяти.

Получение параметров пузырьковой камеры и пучка заряженных частиц управляется программой и производится или посредством входа дискретных сигналов, например, данные, поступающие от сцинтилляционных счетчиков, данные самой пузырьковой камеры, внешних часов (действительное время) или посредством каналов входа аналоговых сигналов такие, как токи магнита, температура водорода, магнитное поле, вакуум в различных точках систем, токи в квадрупольных и отклоняющих магнитах пучка, напряжение питания и фазовые условия ВЧ-сепараторов.

Чтобы достичь на длительное время и в многократных циклах постоянной точности падения давления (ΔP) в камере, хронирование и амплитуда цикла расширения контролируется также ЭВМ посредством системы дельта-Р .

Система сигнализации и блокировок, следящая за основными функциями камеры, выдает сигналы прерывания компьютеру на внешнем уровне в случае выхода из строя какой-либо системы (узла) или нарушения водородной безопасности.

Система DATABOX-а (разработка ЛВТА) обеспечивает возможность нанесения на фотопленку вспомогательной информации, необходимой при автоматической обработке её.

Хронирование работы всех составляющих системы обеспечивает система синхронизации, которая выдает импульсы, показанные на рис. 2-1,3.

3.2. ВРЕМЕННАЯ ДИАГРАММА РАБОТЫ СИСТЕМЫ.

Работа системы поясняется временной диаграммой (рис.2).
Посредством импульса T_0 (рис. 2-3), который привязан к магнитному полю ускорителя (H) , запускается система управляющих сигналов (см. § 3-3).

Система дельта-Р, задачей которой является получение информации о динамическом процессе расширения объема пузырьковой камеры выдает импульс (рис. 2-11), который прерывает работу компьютера. Получив этот импульс компьютер подготавливает программу ввода и анализа информации системы дельта-Р. Выдача информации этой системой начинается с момента первого импульса (рис. 2-12). Импульсы "П" и "В" (рис.2-13), соответствующие моментам прихода пучка и вспышки импульсного подсвета фиксируются и определяется время t_p и t_v относительно динамической характеристики (рис.2-10) цикла расширения "давление-время" (момент минимального давления также определяется компьютером). Время работы компьютера с системой дельта-Р ($t_{см.}$) определяется напряжением смещения, выставленное в этой системе (см. § 3-4).

На рисунке 2-14 показаны восемь зон, которые соответствуют различным режимам работы компьютера:

- I - прерывание текущей программы компьютера и подготовка программы ввода информации системы дельта-Р,
- II - ввод информации от системы дельта-Р и регистрация с помощью счетчика компьютера времени t_p ,
- III - ввод информации от системы дельта-Р, определение момента минимального давления и регистрация t_v ,
- IV - ввод информации системы дельта-Р,

- У - компьютер переходит к программе анализа информации системы дельта-Р, вычисление коррекций;
- УІ - ввод коррекций в соответствующие каналы управления пузырьковой камеры;
- УІІ - ввод информации системы индикации пучка заряженных частиц посредством входа дискретных сигналов или системы пропорциональных камер, если требуется построение гистограмм или для других целей при наладке канала;
- УІІІ - продолжение работы компьютера по текущей программе (опрос входов аналоговых сигналов и др.), которая была прервана в начале цикла расширения пузырьковой камеры.

3.3. СИСТЕМА УПРАВЛЯЮЩИХ СИГНАЛОВ.

Эта система представляет собой самостоятельное устройство с "жесткой" программой, привязанной к системе синхронизации ускорителя ИФВЭ посредством приходящих от неё импульсов В-серии (управляющая) и Т-серии (управляемая) /4/. На рисунке 3 представлена полная блок-схема этой системы для 2-х циклов расширения пузырьковой камеры за цикл работы ускорителя. Система выдает в определенной последовательности импульсы управления для:

- системы расширения и поджатия,
- вспышки импульсного подсвета,
- схемы ДАТАВУХ-а,
- лентопротяжного механизма.

Основные функции - выбор импульсов (выбор задержек τ_o, τ_p, τ_n) T-серии - выполняют блоки выбора типа ИВ-10 /4/. При работе с компьютером в эту систему вводится коррекция амплитуды и хронирования кривой расширения относительно пучка заряженных частиц 2-х циклов расширения посредством четырех счетчиков (тип 431, разработки СЭВТ ЛВЭ), входящих в систему коррекции и дельта-Р, и обеспечивающих предварительную установку посредством компьютера. Сами счетчики выключаются вместо блоков выбора ИВ-10 (БВ-1_р, БВ-П_р, БВ-1_п и БВ-П_п) посредством реле Р₁ и Р₂. Работа системы поясняется временной диаграммой, представленной на рис. 2. Первые два импульса (рис. 2-7,7') выдаются блоками выбора БВ-1_р и БВ-1'_р соответственно. БВ-1'_р запускается выходным импульсом БВ-1_р. Аналогично работают блоки БВ-П_р и БВ-П'_р, которые управляют вторым циклом расширения пузырьковой камеры (см. рис. 2 и 3).

Управление поджатием камеры осуществляется блоками БВ-1_п, БВ-1'_п для первого цикла (рис. 2-9,9') и блоками БВ-П_п, БВ-П'_п для второго цикла.

Задержка вспышки света в объеме камеры относительно момента прихода пучка осуществляется посредством блоков БВ-1_ф и БВ-П_ф (см. импульс IЗВ, рис.2).

Схема управления лентопротяжным механизмом и DАТAVOX-α (рис.3-19) запускается импульсами вспышки $\mathcal{U}_{\phi I}$ и $\mathcal{U}_{\phi II}$ и определяет логическое чередование операций управления при 2-х циклах расширения пузырьковой камеры. В зависимости от наличия обоих или одного из них порядок операций управления меняется (см. таблицу № I).

3.4. СИСТЕМА ДЕЛЬТА-Р.

Получение информации о динамике процесса расширения пузырьковой камеры для идентификации её производится с помощью системы дельта-Р, схема которой представлена на рис.4.

Сигнал от емкостного датчика давления (рис.4-1) через интерфейс, дифференциальный (ДУ) и линейный усилители поступает на аналого-цифровой конвертор (А/Ц). Измеренное при этом значение напряжения $\Delta U_i = U_A - U_{см}$,

где: ΔU_i - мгновенное значение напряжения, пропорциональное величине давления ΔP_i относительно линии с м е щ е н и я,

U_A - напряжение на выходе интерфейса,

$U_{см}$ - напряжение "смещения", равное *const.*,

пропорционально изменению давления в объеме камеры и устанавливается для наиболее интересующего временного участка цикла расширения.

Запрос прерывания (рис.4-2) выдается в момент $U_A = U_n$, где U_n - пороговое напряжение, равное *const.*

Импульсы квантования, поступающие от компьютера (рис.4-3,4) с этого момента запускают А/Ц конвертор. После окончания измерения текущего значения ΔU_i конвертор выдает посредством логики КАМАК запрос в компьютер для считывания данных в память. Напряжения U_n и $U_{см}$ задаются компьютером и периодически контролируются.

Полученная методом квантования кривая "давление-время" позволит сделать анализ динамики процесса расширения при различных первоначально заданных условиях управления пузырьковой камерой.

На рис.2 приведена временная диаграмма работы компьютера в период цикла расширения пузырьковой камеры. Импульс прерывания (рис.2-II) появляется до начала работы А/Ц конвертора. Время I-го интервала необходимо для подключения канала связи к системе дельта-R и ввода соответствующей программы. Интервалы II,III,IV практически ничем не отличаются друг от друга и состоят из многократного выполняющейся программы опроса А-Ц конвертора и занесения единицы в счетчик времени.

3.5. СИСТЕМА КОРРЕКЦИИ.

Коррекция кривой расширения пузырьковой камеры по амплитуде и хронирования относительно пучка заряженных частиц осуществляется с помощью счетчиков типа 43I (разработка СЭВТ ЛВЭ), выполненных в стандарте КАМАК (см.рис.3).

а). Коррекция хронирования ΔP .

Счетчики СЧ-1 и СЧ-2 (рис.3) обеспечивают задержки τ_{pI}, τ_{pII} (рис. 2-6,4) относительно импульса T_0 соответственно, задавая таким образом момент срабатывания клапана расширения относительно входящего пучка заряженных частиц. Входы этих счетчиков для импульсов T-серии (рис.2-6,4) открываются импульсом T_0 .

б). Коррекция амплитуды ΔP .

Счетчики СЧ-3 и СЧ-4 обеспечивают задержки τ_{nI}, τ_{nII} (рис.2-8,5) относительно импульсов (рис.2-7) соответственно, выбирая таким образом момент срабатывания клапана поджатия относительно момента срабатывания клапана расширения. Входы

счетчиков для импульсов Т-серии открываются импульсами (7).

Задержки задаются компьютером и изменяются в тех случаях, когда выдается значение коррекции, вычисленное за несколько циклов расширения для соответствующего счетчика по следующей методике непосредственного цифрового управления (рис.7):

- выборка данных измеряемой величины давления ΔP с помощью датчика и аналого-цифрового преобразователя (АЦП);
- определение фактической амплитуды ΔP ;
- определение моментов, прихода пучка заряженных частиц, вспышки импульсных ламп и момента достижения амплитуды ΔP своего максимального значения;

- определение временной коррекции для значения амплитуды ΔP относительно входящего пучка и введения её в действующее значение задержки τ_{pI} (τ_{pII});

- определение разницы Δp между заданным значением ΔP_3 и фактическим ΔP ;

- преобразование сигнала ошибки Δp при наличии алгоритма управления для получения необходимой задержки τ_{nI} (τ_{nII});

- ввод необходимой задержки τ_{nI} (τ_{nII}) в счетчики.

3.6. ВХОД АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ.

Этот вход является активной системой, которая привязана к работе компьютера и предназначается для измерения всех аналоговых медленно-изменяющихся сигналов, поступающих от различных датчиков (шунты, термпары и т.д.). Блок-схема представлена на рис.5. Посредством клавиша команд, исходящих от компьютера, через контролер крэйта требуемый канал аналогового сканирующе-

го устройства подключается ко входу цифрового вольтметра. После измерения данные передаются в компьютер для сравнения с допустимыми пределами.

3.7. ВХОД ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ.

Этот вход является пассивной системой - текущую информацию выдает по требованию компьютера. Содержит в себе информацию быстродействующей электроники индикации пучка заряженных частиц, текущее время (дата, суточное время) и другую дискретную информацию, которая требуется во время эксперимента. Число входов можно расширять за счет подключения счетчиков.

3.8. СИСТЕМА ИНДИКАЦИИ ПУЧКА ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ.

Блок-схема этой системы показана на рис.6. Управление схем совпадений осуществляется импульсами рис.6-1 системы синхронизации относительно момента T_0 посредством ГУ-100 /5/. Для управления дозировкой канала № 9 импульсы со схемы совпадения рис.6-2 подаются на главный пульт управления ускорителя ИФВЭ. Импульсы рис.6-13п управляют вспышкой импульсных ламп пузырьковой камеры, импульсы рис.6-4 сбрасывают пересчетное устройство в нулевое состояние перед началом ускорения. Схема "задатчика" выбирает номер частицы, от которой необходимо запустить кикер-магнит и импульсные лампы. Информация со схем совпадений поступает на вход дискретных сигналов и по требованию может вводиться в ЭВМ.

Приведенная система использует в качестве детекторов сцинтилляционные счетчики и предназначена для быстрого вывода пучка (~ 100 мксек) из кольца ускорителя. Применение же ВЧ-сепарации на канале № 9 (ИФВЭ), при котором используется сверхбыстрый вывод пучка (длительность банча 16 нсек / /), требует от детекторов пространственного разрешения пучка заряженных частиц в координатах X, Y при каждом сбросе. На рис. 8 приведена блок-схема использования пропорциональных камер для индикации сепарированного пучка заряженных частиц. Камеры ПК-1, ПК-2, ПК-3 используются для настройки электромагнитной оптики канала, а ПК-3' для контроля качества сепарации. Сцинтилляционный счетчик S_{11} используется для запуска импульсного подсчета ЖЕК при наличии пучка на её входе с заданным количеством частиц, которое определяется при помощи А/Ц - конвертора и вводится в ЭЕМ для построения гистограммы. Интегральный дискриминатор (ДИ) выдает импульс, ~~соответствующий~~ соответствующий допустимому значению дозировки пузырьковой камеры по числу частиц. (На рис. 8 : ЛВ - линейные ворота, ЛР - линейный множитель, RF - фокуса диффлекторов ВЧ-сепараторов на трассе канала).

4. СТРУКТУРА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.

Составной частью системы является также и её программное обеспечение, основой которого должна служить система прерываний и команды от телетайпа.

На программное обеспечение возлагаются следующие задачи:

- прием, анализ и накопление компьютером информации, поступающей от входов аналоговых и дискретных сигналов, системы дельта-Р и других (см. рис. I),
- визуальное представление данных,
- сортировка данных для дальнейшей обработки,
- ввод вычисленной коррекции цикла расширения пузырьковой камеры,
- вывод накопленных или обработанных данных на печать или другие внешние запоминающие устройства.

На рис. 9 приведена структура математического обеспечения системы в режиме работы реального масштаба времени. Сигналам, поступающим от различных систем (см. рис. I) заранее ^апридётся степень приоритета прерывания. В функции супервизора входит определение этой степени и принятие мер по обеспечению запроса прерывания.

Выдача данных на печать или дисплей, сканирование определенных входов аналоговых сигналов, построение гистограмм, контроль качества ВЧ-сепарации, сканирование коллиматоров, корректировка нуля А/Ц конвертора, тестовая проверка в определенные моменты текущего времени производится посредством программы тактировки периодических вычислений, которая вызывается одной из рабочих программ посредством супервизора.

Наличие супервизора контроля пучка заряженных частиц позволит определить последовательность запросов к пересчетным устройствам входа дискретных сигналов и входным программам анализа ВЧ-сепарации, построения гистограмм, сканирования коллиматоров.

5. РАСЧЕТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ.

В этой части определены некоторые расчетные величины /6/, учитываемые при составлении требований к периферийному оборудованию и программному обеспечению. Данными к расчету взяты значения параметров режима работы 2-х метровой пузырьковой камеры "ЛЮДМИЛА" в период второго пуска (март 1972 года):

а) максимальный перепад давления

$$\Delta P_{\text{макс.}} = 3,25 \text{ атм.}$$

б) время изменения давления до $\Delta P_{\text{макс.}}$

$$t_p = 15 \cdot 10^{-3} \text{ сек.}$$

Необходимая точность измерения перепада давления

$\delta_p = 0,25\%$ определяет разрешающую способность (Δp) системы дельта-Р при квантовании по уровню кривой цикла расширения

$$\Delta p = \frac{2 \delta_p}{100} \cdot \Delta P_{\text{макс.}} = 0,01625 \text{ атм.}$$

Время, за которое изменяется давление на величину разрешающей способности системы дельта-Р

$$\Delta T = \frac{2 \delta_p \cdot t_p}{100} = 75 \text{ мксек.}$$

тогда частота квантования кривой цикла расширения

$$f_k = \frac{1}{\Delta T} = 13,3 \text{ кгц.}$$

Количество необходимых разрядов (N) аналого-цифрового конвертора

$$N = \log_2 \left(\frac{100}{2 \cdot \delta_p} + 1 \right) = 8 \text{ разрядов.}$$

Частота информации (β) или частота, с которой должна регистрироваться информация операционной системой

$$\beta = \frac{N}{\Delta T} = \frac{100}{2 \delta_p \cdot t_p} \cdot N = 0,1068 \text{ Мбит/сек.}$$

По предварительным подсчетам оказалось, что требуется контролировать около 120 аналоговых каналов, так что принимая в перспективе количество каналов $N_k = 200$, которые необходимо опросить за ~ 5 сек, имеем необходимое время преобразования для цифрового вольтметра (без учета обмена информацией с ЭИМ)

$$\Delta T_{\text{ц.в.}} = \frac{5}{200} = 25 \text{ мсек}$$

при необходимой точности измерения $\xi_{\text{ц.в.}} = 0,01\%$, количество двоичных разрядов цифрового вольтметра должно быть

$$N_{\text{ц.в.}} = \log_2 \left(\frac{100}{2 \delta_{\text{ц.в.}}} + 1 \right) = 12 \text{ разрядов}$$

при этом частота информации

$$\beta_{\text{ц.в.}} = \frac{N_{\text{ц.в.}}}{\Delta T_{\text{ц.в.}}} = 480 \text{ бит/сек.}$$

Сравнение переменных состояний с установленными для них допустимыми пределами требует наличия в оперативном запоминающем устройстве значений нижнего и верхнего пределов для каждого

аналогового канала. При $n_k = 200$ количество 12-разрядных ячеек будет равно 400, а количество информации

$$I = 2n_k \cdot n \text{ ц.в.} = 4800 \text{ бит.}$$

В таблице № 2 приведены данные количества информации по каждой системе.

6. НЕКОТОРЫЕ СООБРАЖЕНИЯ ПО РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА.

За основу постепенной реализации данного проекта приняты следующие этапы:

1. Создание технической базы сбора информации и математического обеспечения ввода её в ЭВМ.
2. Идентификация системы расширения пузырьковой камеры.
3. Разработка алгоритма управления и математического обеспечения его.
4. Создание системы автоматической коррекции режима работы ЖВПК.

Сбор информации и контроль режимов работы различных узлов пузырьковой камеры в отношении использования ЭВМ является пассивным режимом. Его следует рассматривать как начальную стадию к переходу на второй режим работы (автоматическая коррекция) ЭВМ.

В. Жуков —
9.11.73г.

С. С. С. С. С.

С. С. С.

ЛИТЕРАТУРА :

1. M. Schmitt, CERN, Geneva, Switzerland, PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL CONFERENCE ON BUBBLE CHAMBER TECHNOLOGY, June 10-12, 1970, Argonne National Laboratory.
2. A. Guillard-Marigny, M. Schmitt, W. Tejusny, CERN/D. Ph. 11/200, 69-2.
3. Балдин А.М. и др., ОИЯИ, PI-6212, Дубна, 1972.
4. А.И.Вагин, В.Ф.Кузымин и др., ИФВЭ, СЖУ 68-26-К, Серпухов, 1968.
5. Арефьев В.А., Базиладзе С.Г. и др., ОИЯИ, I3-5447, Дубна, 1970.
6. М.Клейн, Г.Морган, М.Аронсон.
Цифровая техника для вычислений и управления.
Изд. иностранной литературы, Москва, 1960.
7. И.Ф.Колпаков, ОИЯИ, IO-5352, Дубна, 1970.
8. М.Понятовский, Э.Хофман, ОИЯИ, IO-6148, Дубна, 1971.

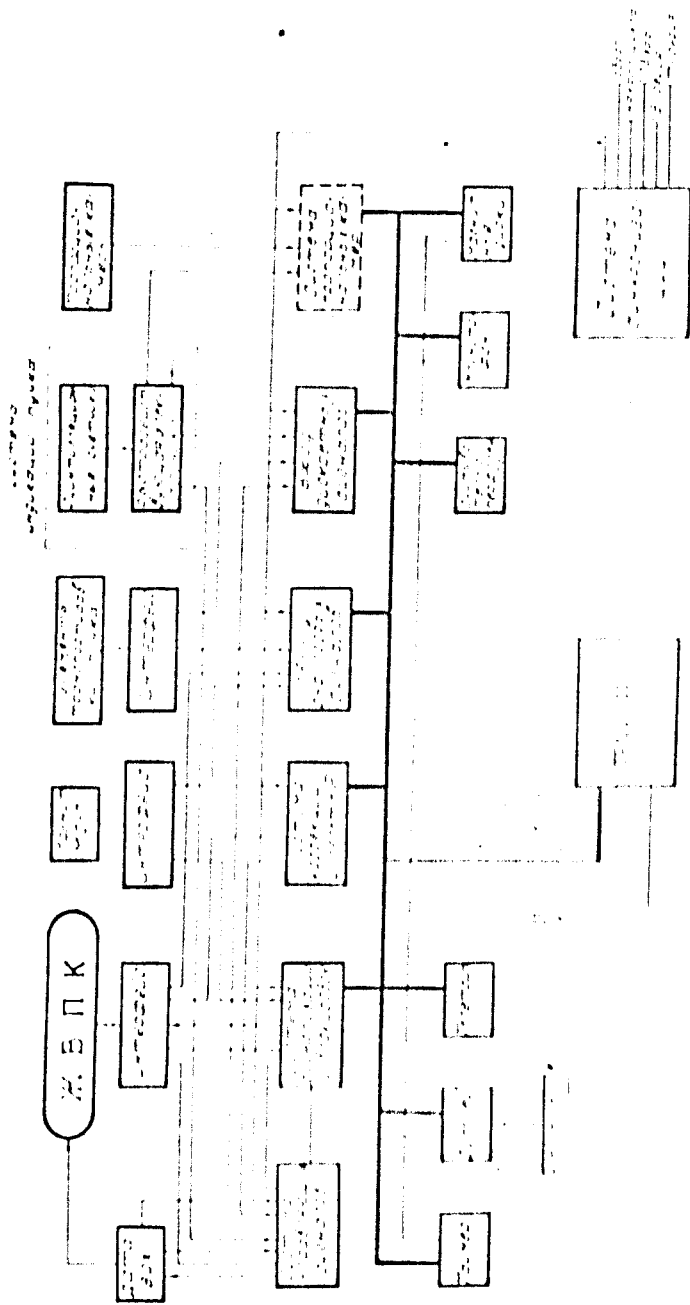


Рис. 1. Структурная схема радиосвязи.

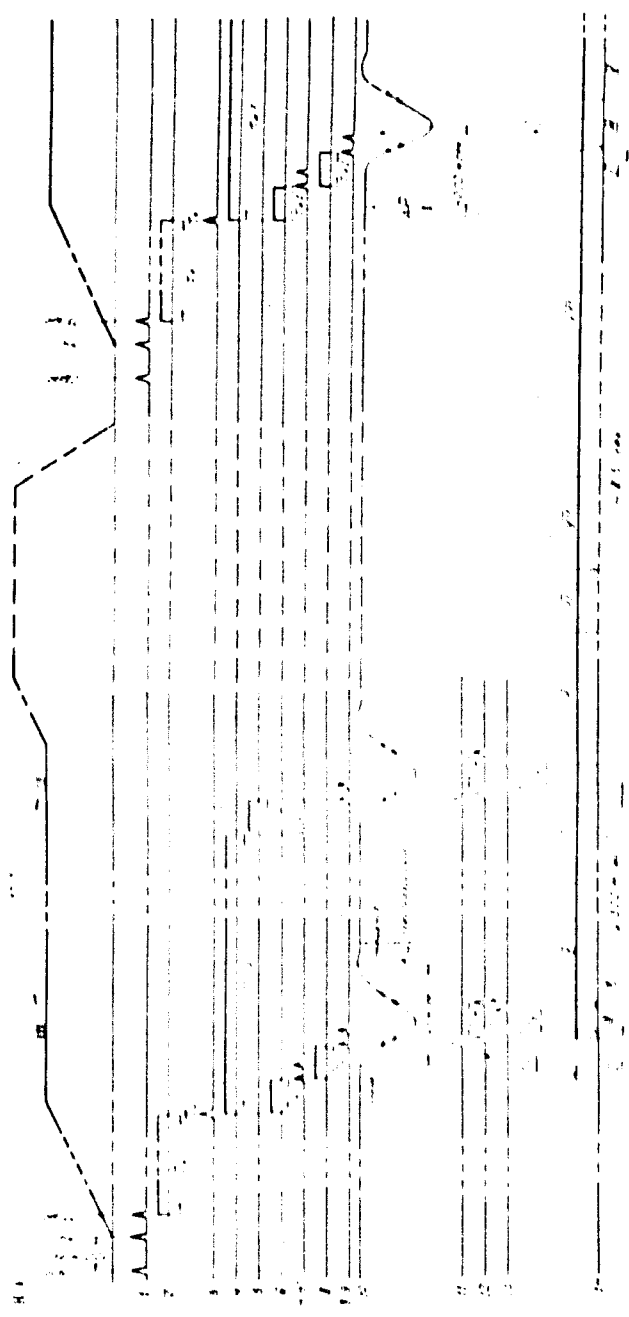
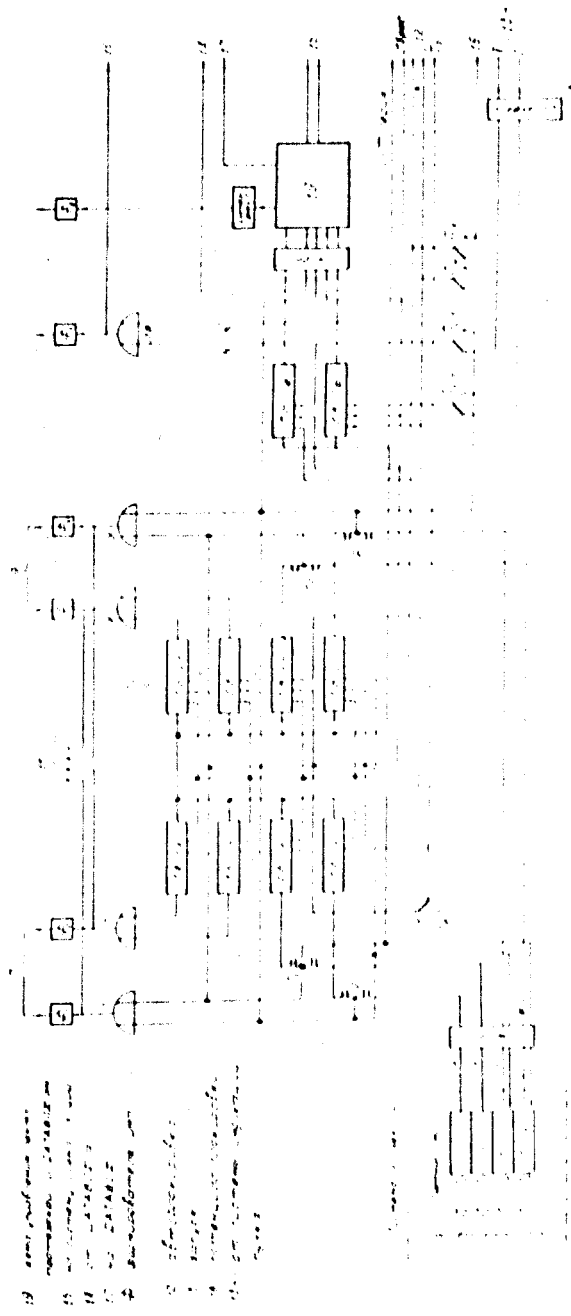


Рис. 2. Схема конструкции работы системы.



- 1) 6X4 - выпрямитель
- 2) 6AR5 - детектор и усилитель
- 3) 6AV6 - усилитель
- 4) 6BE6 - усилитель
- 5) 6BE6 - усилитель
- 6) 6BE6 - усилитель
- 7) 6BE6 - усилитель
- 8) 6BE6 - усилитель
- 9) 6BE6 - усилитель
- 10) 6BE6 - усилитель

Рис. 3. Радио-лампа системы ультракоротких волн.

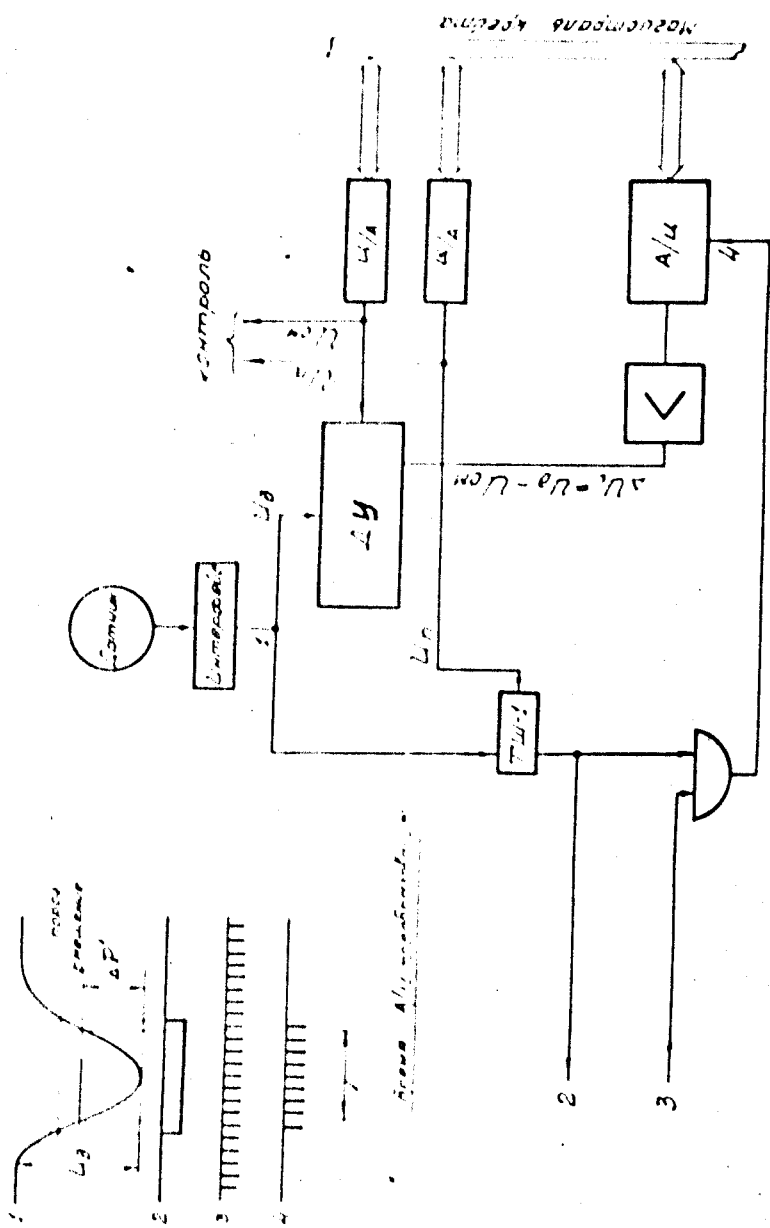


Рис. 4. Блок-схема системы дельта-Р.

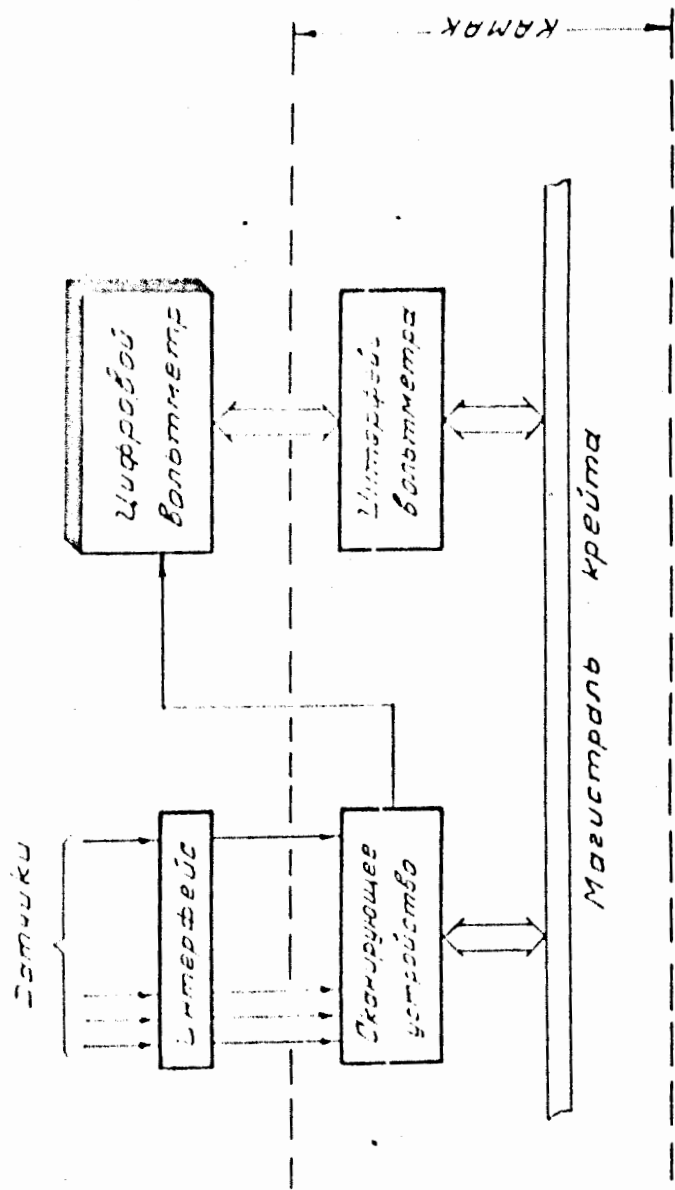


Рис. 5. Блок-схема входа аналоговых сигналов.

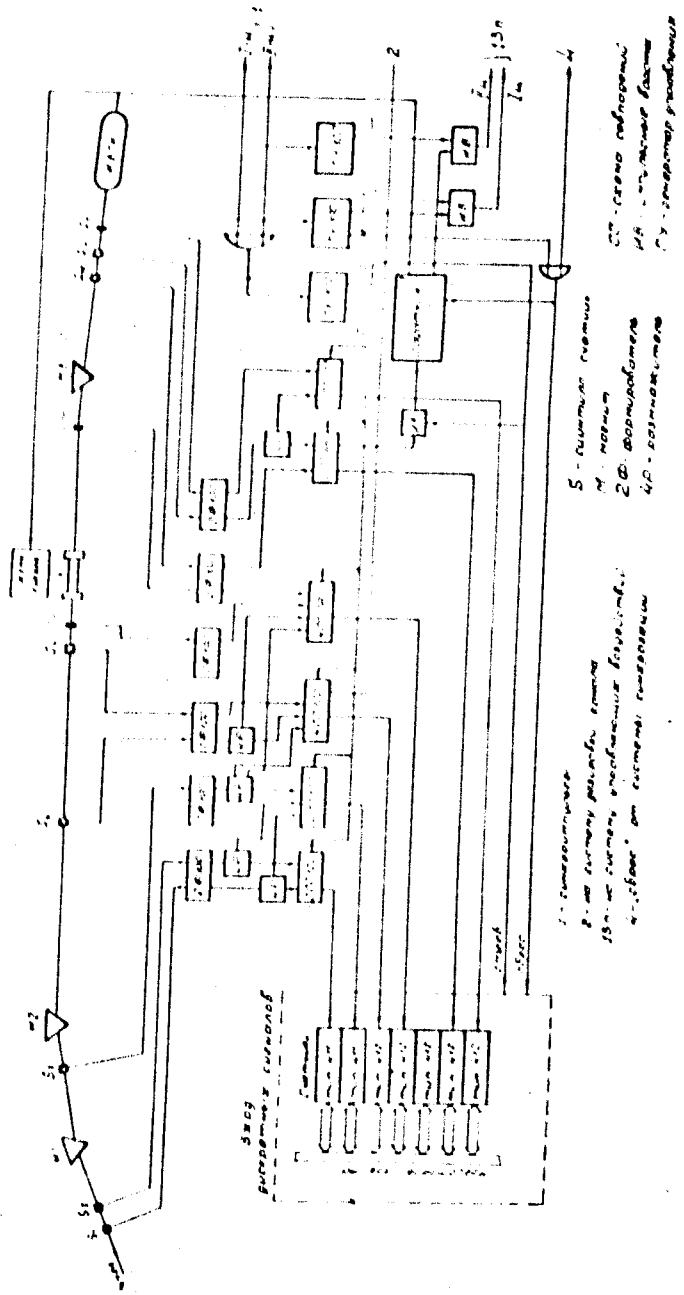


Рис. 6. Блок-схема системы индикации пучка заряженных частиц и входа дискретных сигналов.

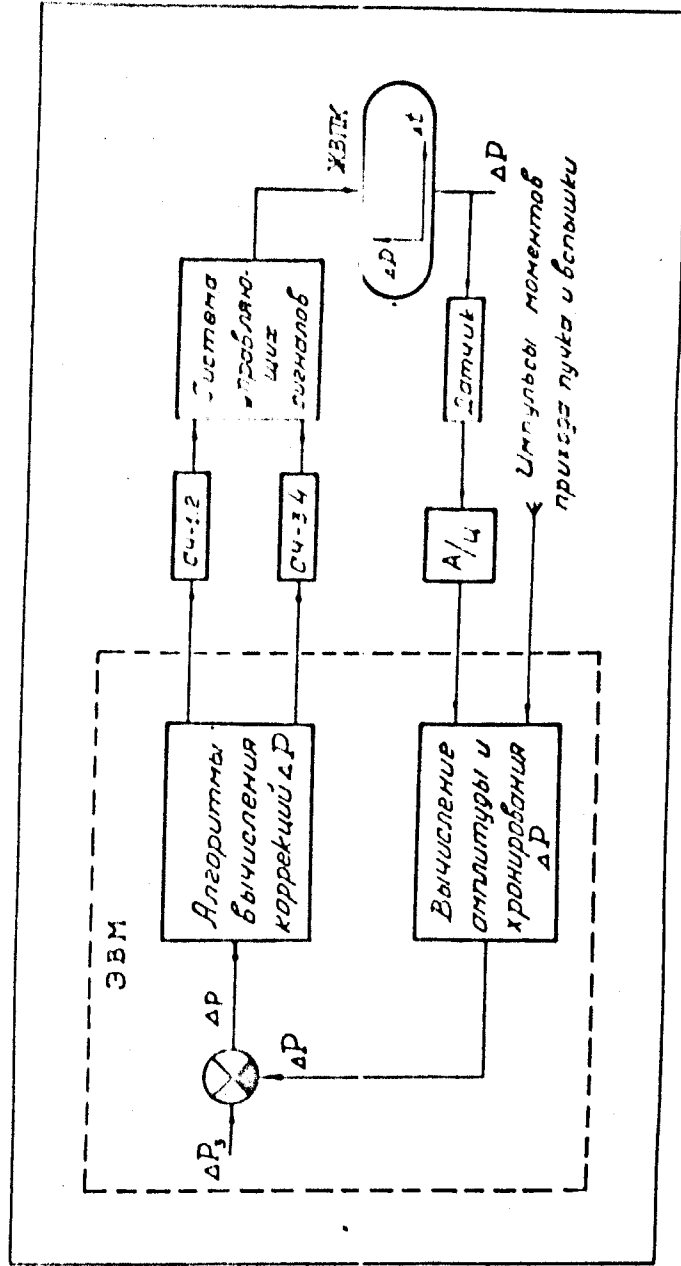


Рис. 7. Блок-схема непосредственного цифрового управления.

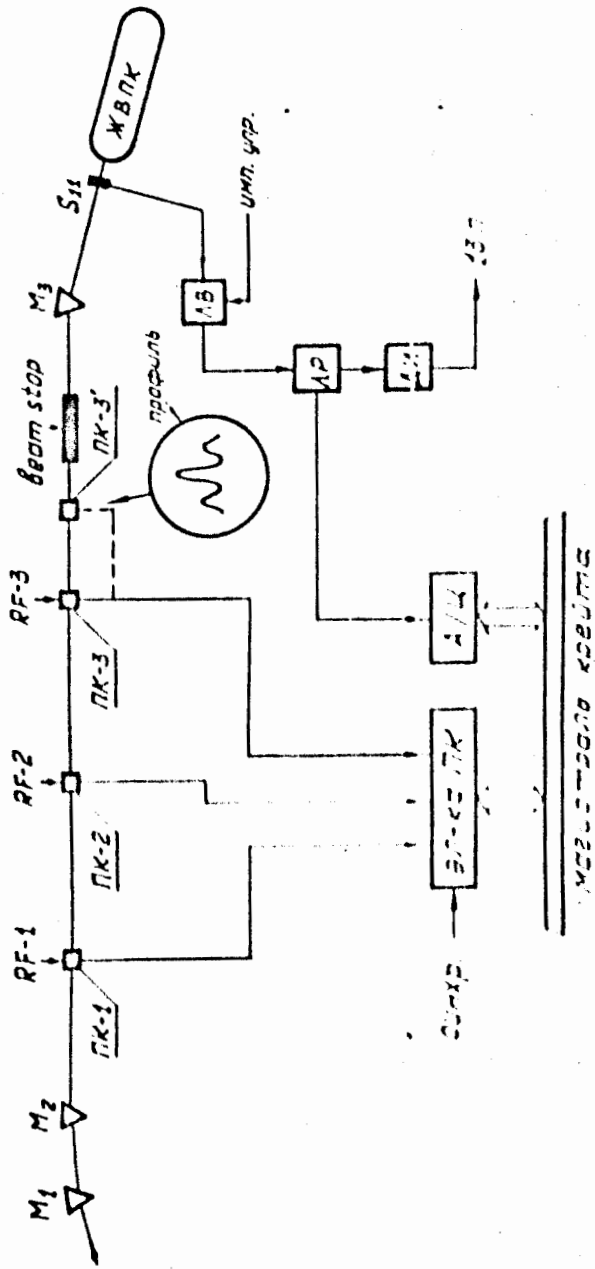


Рис. 8. Система использования пролонгированных пачек
 на минимальном сепарированном пучке сдвинутой

раоты.

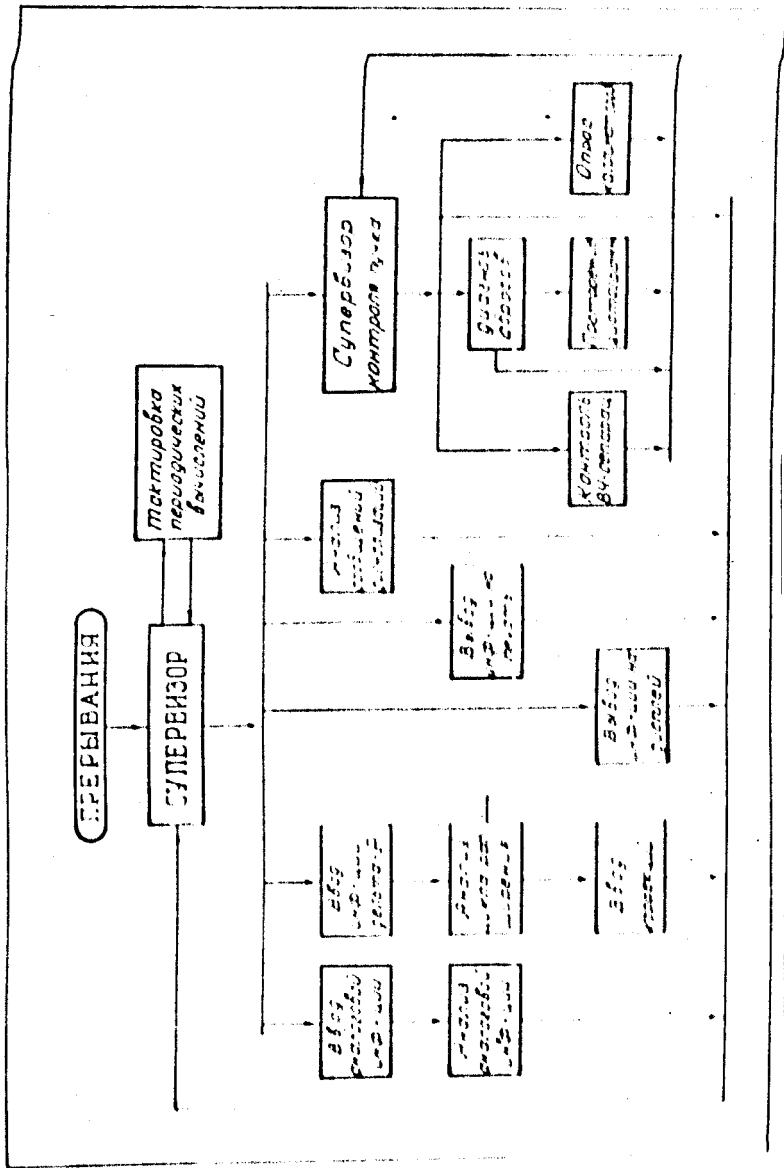


Рис. 9. Структура математического обеспечения.

Таблица №1

порядок	Наименование операции	$\psi_{\phi_1} = 1$	$\psi_{\phi_1} = 1$	$\psi_{\phi_1} = 1$	$\psi_{\phi_1} = 0$	$\psi_{\phi_2} = 1$	$\psi_{\phi_2} = 0$	$\psi_{\phi_2} = 1$	$\psi_{\phi_2} = 0$
		X	X	X	X	X	X	X	X
1	Вспышка I-расширения	X					X		
2	Протяжка фотопленки	X					X		
3	Вспышка II-расширения	X							X
4	Подсвет "табло"	X					X		
5	Протяжка фотопленки	X							X
6	Подсвет "табло"	X							X

0 - отсутствие импульса
1 - наличие импульса

Таблица № 2.

№ п/п	Наименование системы	Наименование компонента	(пк)	(н)	$\beta = \frac{\text{бит}}{\text{сек}}$	$I = 2 \log_2 N = \beta t$		Примечание
						(бит)	(бит)	
I	2	3	4	5	6	7	8	
I.	Вход аналоговых сигналов.	а) Цифровой вольтметр	200	12	480	2400	(I)	Все анализы в начале при считывании и используются одну и ту же ячейки в ОЗУ поочередно.
		б) Хранение в ОЗУ значений нижнего и верхнего пределов контролируемых параметров требует:	400	12	-	4800		Постоянно хранится в ОЗУ
2.	Вход дискретных сигналов.	Счетчики:						
		тип 4I1	2	24	-	48		Скорость спроса определяется
		тип 4I2	5	16	-	80		делается
		Стойка "Печать"	20	23	-	460		скорость программной передачи данных в ст.
3.	Система пропорциональных камер.	Три камеры с координатами X, Y	300	12	-	3600		То же
4.	Система тревожной сигнализации и блокировок.	Кодировщик номера датчика и типа прерывания.	100 (20)	9	-	180		Выделяется буферная зона в ОЗУ на 20 каналов

1	2	3	4	5	6	7	8
5.	Система дельта-Р.	Аналого-цифровой преобразователь	1	8	1,068.10 ⁵	1068	где ЮМЗЭЭ время работы А-Ц преобразователя.
6.	Система коррекций ΔР.	Счетчики типа 431	4	9	-	36	

$$I_{\text{общ.}} = \sum_{i=1}^6 I_i = 10273 \text{ бвт.}$$

С Т О И М О С Т Ь

необходимого оборудования данного проекта.

№ п/п	Наименование оборудования	Стоимость в рублях	Реализовано на март 1973 года	Примечание
1.	ЭВМ с внешними устройствами	160.083	86.545-00	См. контракт с ЦИФИ за № 110/72
2.	Магнитофон ZMB-5I	54.000	-	
3.	Электроника в системе КАМАК (7 крейтов)	105.000	-	Из расчета на I крейт 15.000 рублей
4.	Интерфейсные системы	~25.000	-	

Всего: 349.083 ≈ 350 тысяч рублей.