

Ц8481
Д - 819

1463/2-77

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



18/IV-77

10 - 10326

Р.Дульский

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ
ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ
ИНЖЕКЦИОННОГО КОМПЛЕКСА (Инжектор I)

Часть II

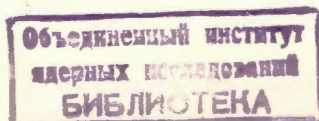
1977

10 - 10326

Р.Дульский

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ
ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ
ИНЖЕКЦИОННОГО КОМПЛЕКСА (Инжектор I)

Часть II



Дульский Р.

10 - 10326

Система автоматизации измерений параметров инжекционного комплекса (инжектор 1). Часть II

В работе описывается проект системы автоматизации измерений параметров инжекционного комплекса синхрофазотрона ЛВЭ. Система измерений, основанная на модулях КАМАК, предназначена для сбора аналоговых и цифровых данных и передачи их на ЭВМ типа ЕС-1010. В системе измеряется около 160 аналоговых сигналов импульсного типа и около 120 - постоянного.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

© 1977 Объединенный институт ядерных исследований Дубна

1. Введение

Для обеспечения правильной и надежной работы инжекционного комплекса /ИК/ необходимы измерения многих его параметров. Автоматизация измерений основных параметров ИК, а также диагностики ускоряемого пучка приведет к повышению эффективности работы комплекса, надежности и оперативности управления им.

2. Измерение импульсных сигналов

В табл. 1,2,3 приведены все подлежащие измерению импульсные сигналы, их основные параметры, типы датчиков и способы обработки.

Специфика измерений этих сигналов и присутствие помех вызывают необходимость разработки специальных каналов измерений. К основным требованиям, предъявляемым к каналам измерений импульсов, относятся:

- возможность работы в динамическом диапазоне 10^4 /0,5 мВ - 5 В/,
- помехоустойчивость по отношению к электромагнитному и электрическому полям и к разным потенциалам земли,
- возможность автоматического /программного/ выбора режима работы,
- стробирование измеряемых импульсов в 8, либо 1 точках,
- возможность автоматической /программной/ калибровки датчиков и тракта измерений.

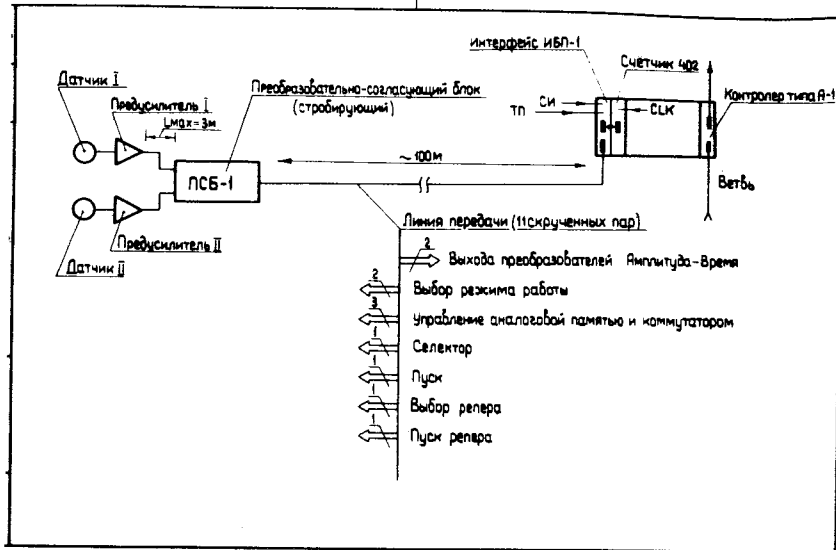


Рис. 1. Блок-схема стробирующего канала измерений импульсов.

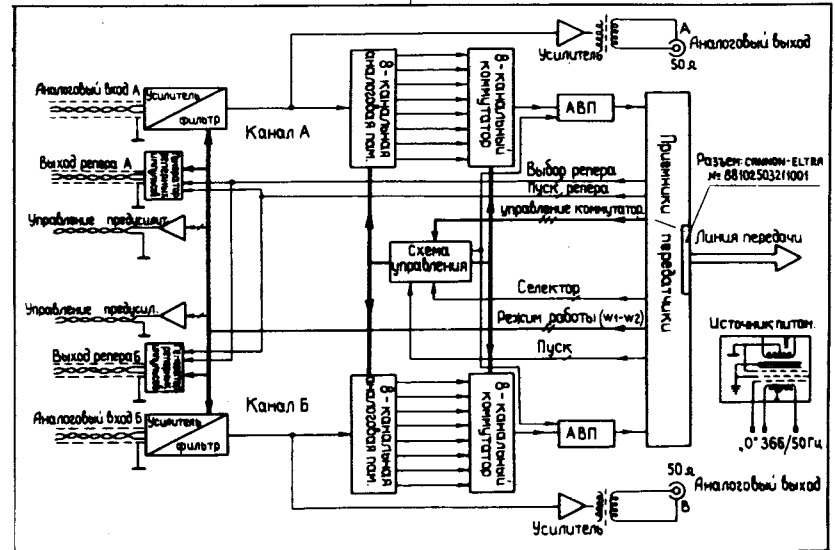


Рис. 2. Блок-схема блока ПСБ-1.

2.1. Стробирующий канал измерений импульсов

На рис. 1 показана блок-схема разработанного в рамках этого проекта канала измерений импульсных сигналов, стробирующего импульсы в 8 точках.

Канал измерений состоит из:

- преобразовательно-согласующего блока типа ПСБ-1,
- линии передачи,
- интерфейса типа ИБП-1 и
- счетчика.

Принцип работы канала заключается в следующем.

Сигнал с предусилителя датчика поступает на вход усилителя - фильтра, коэффициент усиления которого и полоса пропускания управляются цифровым кодом /на рис. 2 показана блок-схема этого блока/. После усилителя измеряемый импульс поступает на вход 8-канальной аналоговой памяти, в которой происходит строби-

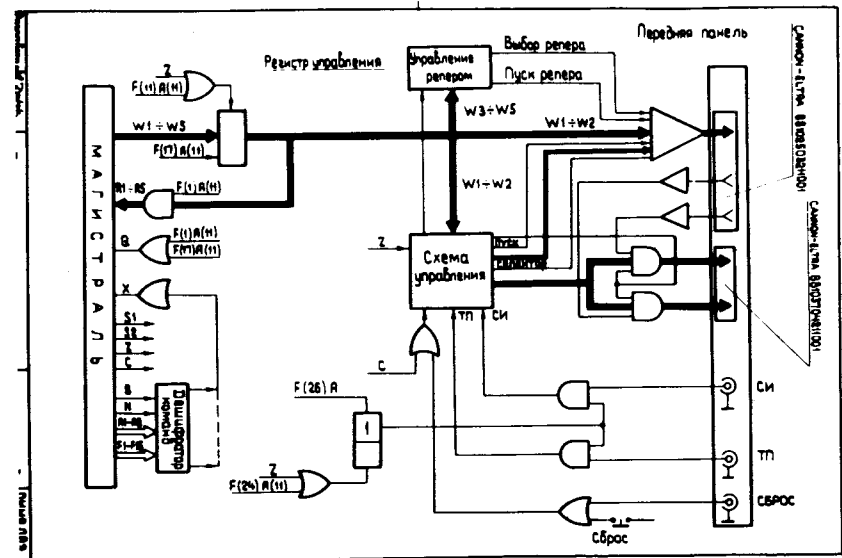


Рис. 3. Блок-схема интерфейса ИБП-1.

рование и запоминание значений отдельных стробов. Выходы аналоговой памяти подключаются отдельно при помощи 8-канального аналогового коммутатора ко входу преобразователя аналог-время, выходные импульсы которого передаются по линии связи в блок интерфейса - ИБП-1 /рис. 3/.

Работой аналоговой памяти и коммутатора управляет специальная схема управления. Для калибровки канала измерений в блоке ПСБ-1 имеется генератор реперных импульсов, управляемый также цифровым путем. Блок ПСБ-1 содержит два одинаковых канала измерений. Для наблюдения измеряемых импульсов при помощи осциллографа в блоке имеются выходные усилители. Блок интерфейса ИБП-1 выполнен в стандарте КАМАК^{1/2/}, имеет одинарную ширину и служит для управления работой ПСБ-1 и организации преобразования измеряемых импульсов в цифровой код. Блок содержит:

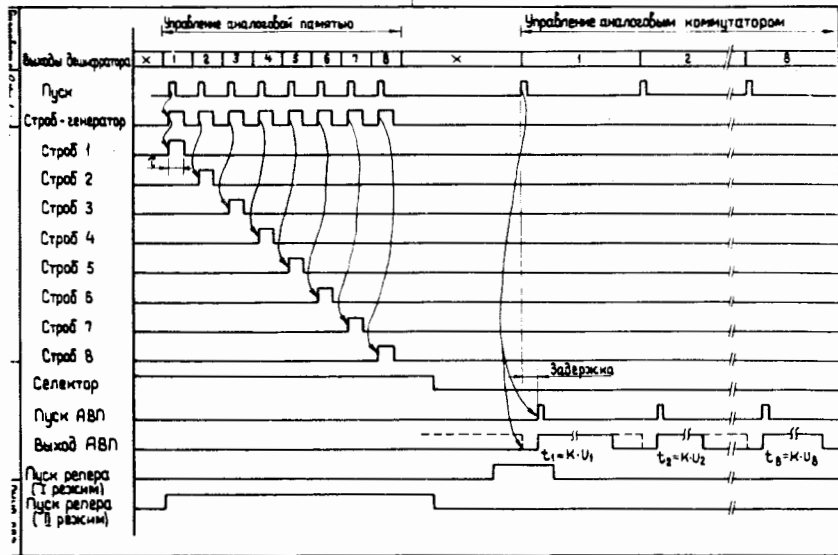


Рис. 4. Временная диаграмма работы блока ПСБ-1.

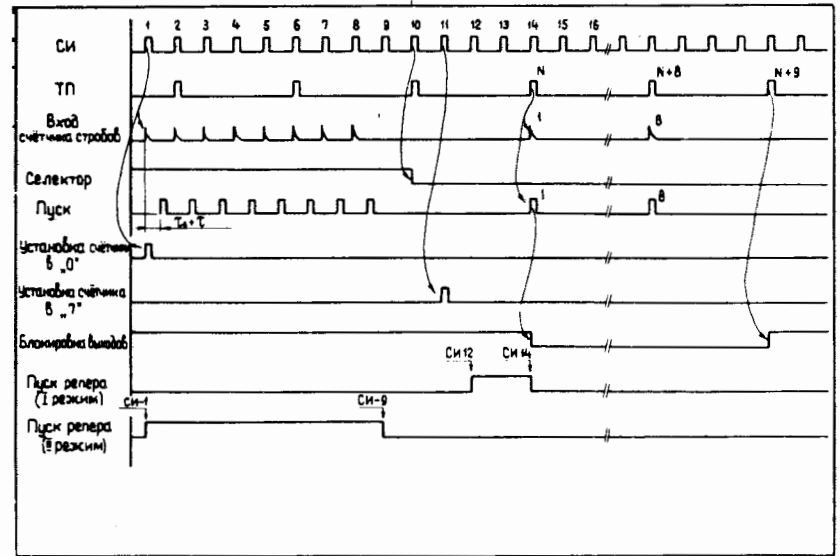


Рис. 5. Временная диаграмма работы блока ИБП-1.

- дешифратор команд КАМАК, входные и выходные ворота магистрали,
- регистр управления /5 разрядов/,
- схему управления,
- схему управления репером,
- передатчики - приемники сигналов управления и
- выходные ворота счетчика.

Преобразование измеряемых импульсов в цифровой код осуществляется путем считывания счетчиком импульсов внешнего генератора тактовых импульсов во время открытия входных ворот счетчика выходным импульсом преобразователя аналог-время /помещенного в ПСБ-1/.

Линия передачи не экранирована и содержит 11 скрученных пар. На рис. 4 и 5 показаны временные диаграммы работы блоков ПСБ-1 и ИБП-1 соответственно.

2.2. Канал измерений импульсов, стробирующий сигналы в 1 точке

На рис. 6 показана блок-схема канала измерений импульсов, стробирующего их в 1 точке. Канал состоит из:

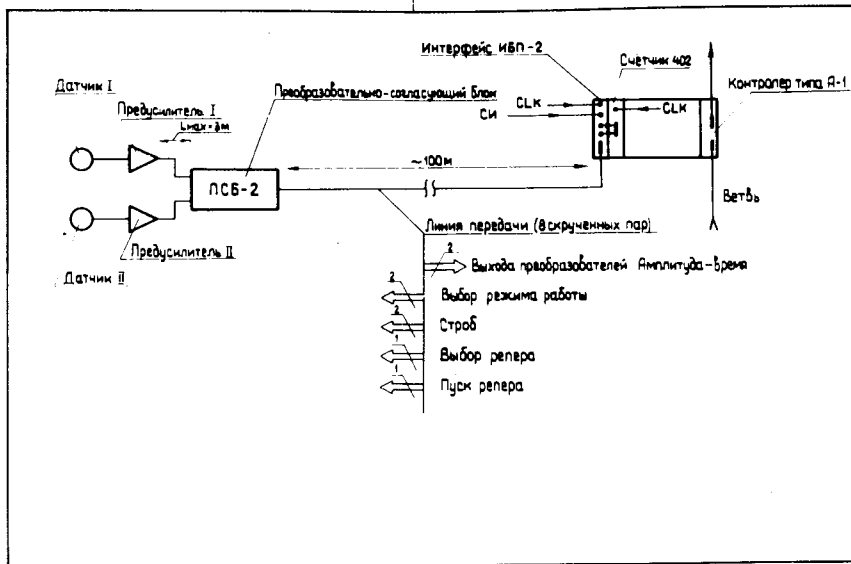


Рис. 6. Блок-схема канала измерений импульсов, стробирующего их в 1 точке.

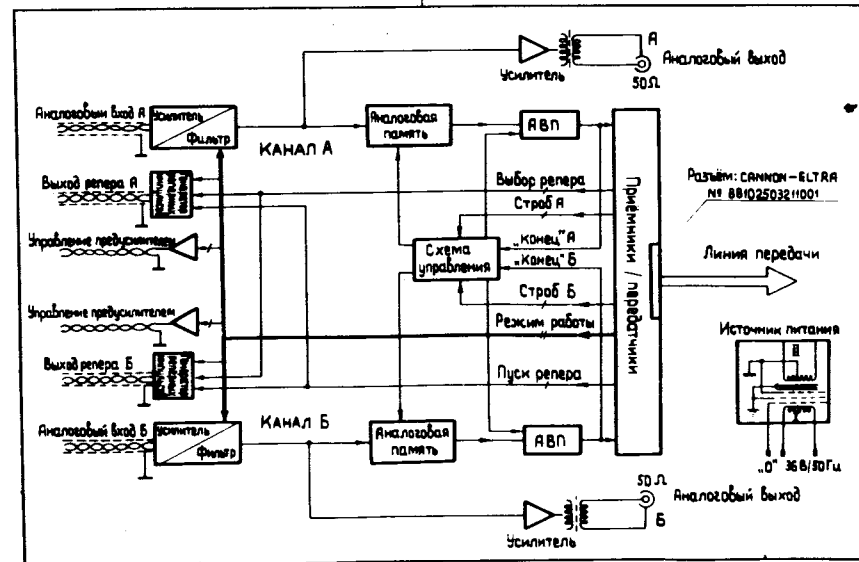


Рис. 7. Блок-схема блока ПСБ-2.

- преобразовательно-согласующего блока типа ПСБ-2,
- линии передачи,
- интерфейса типа ИБП-2 и
- счетчика.

На рис. 7 показана блок-схема блока ПСБ-2. На рис. 8 - блок-схема интерфейса ИБП-2.

Принцип работы канала измерений заключается в следующем: выходной импульс с предусилителя датчика поступает на вход усилителя-фильтра, коэффициент усиления которого и полоса пропускания управляются цифровым кодом. Выходной сигнал усилителя стробируется и запоминается аналоговой памятью и далее преобразуется во временной интервал преобразователем АВП.

ПСБ-2 содержит два одинаковых канала, работой которых управляет схема управления. Для наблюдения на осциллографе измеряемых импульсов в блоке имеется два усилителя мощности, а для калибровки каналов измерений - два генератора реперных импульсов.

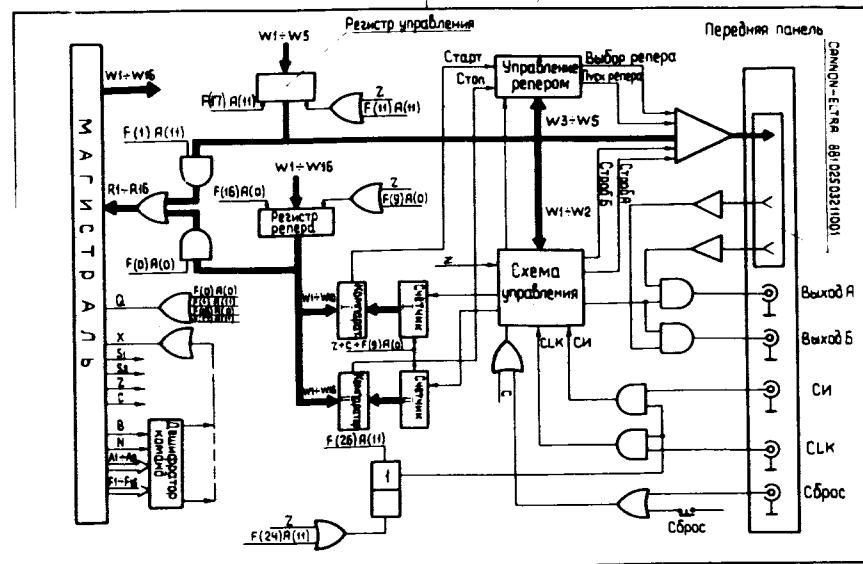


Рис. 8. Блок-схема интерфейса ИБП-2.

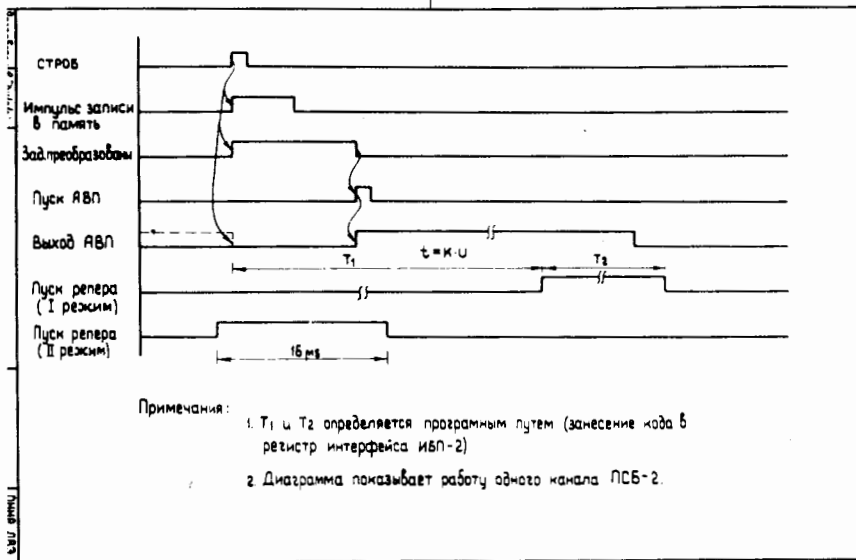


Рис. 9. Временная диаграмма работы блока ПСБ-2.

Работой блока ПСБ-2 управляет интерфейс ИБП-2, который выполнен в виде блока КАМАК одинарной ширины. Блок интерфейса содержит:

- дешифратор команд,
- входные и выходные ворота магистрали,
- регистр управления /5 разрядов/,
- регистр репера /16 разрядов/,
- схему временной привязки и управления репером,
- схему управления,
- приемники-передатчики и
- выходные ворота счетчика.

Преобразование измеряемой информации в цифровой код происходит аналогично тому, как в блоке ИБП-1. На рис. 9 и 10 показаны временные диаграммы работы блоков ПСБ-2 и ИБП-2 соответственно. Линия передачи содержит 8 неэкранированных скрученных пар.

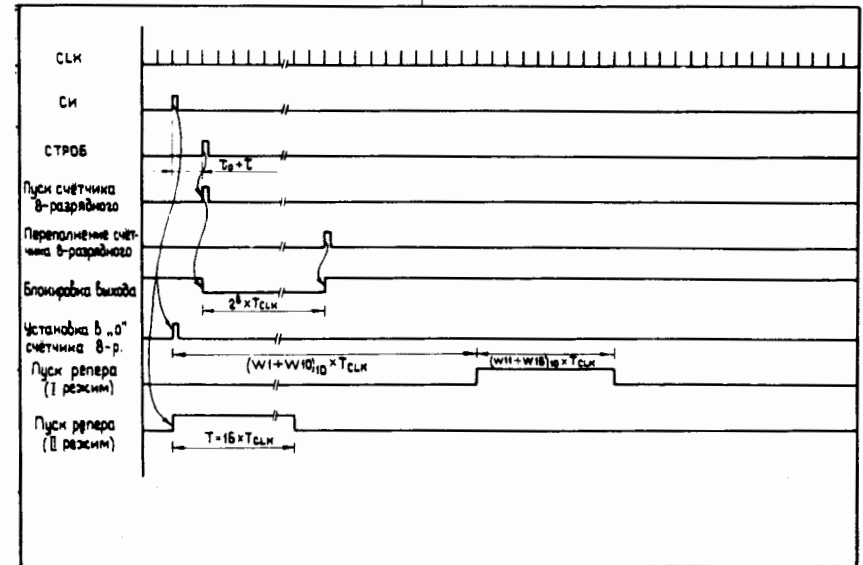


Рис. 10. Временная диаграмма работы блока ИБП-2.

2.3. Требования к счетчику

Взаимодействующий с блоками ИБП-2 счетчик должен содержать 16 счетчиков минимум по 8 разрядов. Входной разъем - многоконтактный, установленный на передней панели блока. Ширина блока - одинарная. Минимальная частота - 10 МГц. Тип входа - ТТЛ, несогласованный. Предполагается применение счетчика типа 402, 16 x 12 разрядов /"Полон"/.

3. Измерение постоянных сигналов

В табл. 4 приведены постоянные сигналы, определяющие состояние основных узлов и отдельных систем ИК. Они измеряются интегрирующим изолированным аналого-цифровым преобразователем, выполненным в виде блока КАМАК. Как уже было сказано, этот преобразователь должен обладать возможностью выбора пределов измерений

4.1. Система сбора и преобразования измеряемых сигналов в цифровой код

Как уже было сказано, каналы измерений импульсов состоят из преобразовательно-согласующих блоков /ПСБ/, интерфейса к ним /ИБП/ и счетчиков.

Блоки ПСБ-1 и ПСБ-2 находятся рядом с соответствующими датчиками сигналов и расположены вдоль тракта инжекции.

Как счетчики, так и блоки ИБП и ИБП-2 помещены в крейтах КАМАК. Блоки ПСБ и ИБП соединены между собой линиями передачи на неэкранированных скрученных парах и дифференциальных приемниках - передатчиках.

В этой системе /для тракта ввода в ОКУ/ применяются:

- 33 блока ИБП-1,
- 13 блоков ИБП-2,
- 35 счетчиков типа 402.

Кроме того, имеется по два резервных блока типа ИБП-1 и ИБП-2.

Вышеперечисленные блоки занимают 4 крейта.

4.2. Система сбора и преобразования постоянных сигналов

Измерение токов поворотных магнитов и вакуума осуществляется путем непосредственного подключения датчиков к входам интегрирующих изолированных аналого-цифровых преобразователей типа САМ.4.06-2.

Все остальные сигналы постоянного типа измеряются с помощью такого же преобразователя и мультиплексоров типа 753. Всего в системе измерений постоянных сигналов ИК /для трактов ввода в ОКУ/ предлагается использовать:

- 8 АЦП типа САМ.4.06-2 и
- 10 мультиплексоров типа 751.

4.3. Система вывода информации

Система служит для организации работы устройств выдачи информации оператору и устройств вызова программ обслуживания.

В состав этой системы входят:

- 1 интерфейс периферийных устройств /тип 500/, который приспособлен к работе с дисплеем VT-340.
- 4 входных ворот типа 321 В^{/6/},
- 8 выходных регистров с открытыми коллекторами типа 360 В^{/6/},
- 1 выходной регистр типа 361 /для управления сигнальными лампочками/ и
- 1 счетчик циклов инжекции /типа САМ.2.02^{/3/} /.

В будущем планируется расширение этой системы на один комплект интерфейса /типа 500/ и буквенно-цифрового дисплея для организации вывода информации на центральный пульт управления /II-ой корпус/.

4.4. Система временной привязки

Система служит для временной организации работы каналов измерений импульсных сигналов /стробирование, преобразование/ синхронно с циклом инжекции.

На *рис. 11* приведена диаграмма работы ИК. Цикл работы измерительной системы привязывается к двум импульсам /4/, поступающим с пульта управления: импульсу запуска источника /ИЗИ/ и импульсу запуска высокочастотного поля /ИЗВЧ/.

Система временной привязки состоит из:

- 9 блоков преобразователей цифра-время типа ЦВП-352 /разработка ОННР ЛВЭ/,
- 16 блоков преобразователей - размножителей импульсов /типа ПРИ/.

Во избежание эффекта сдвига стробирующих импульсов относительно импульса тока ускоряемого пучка, связанного с конечным временем пролета пучка вдоль

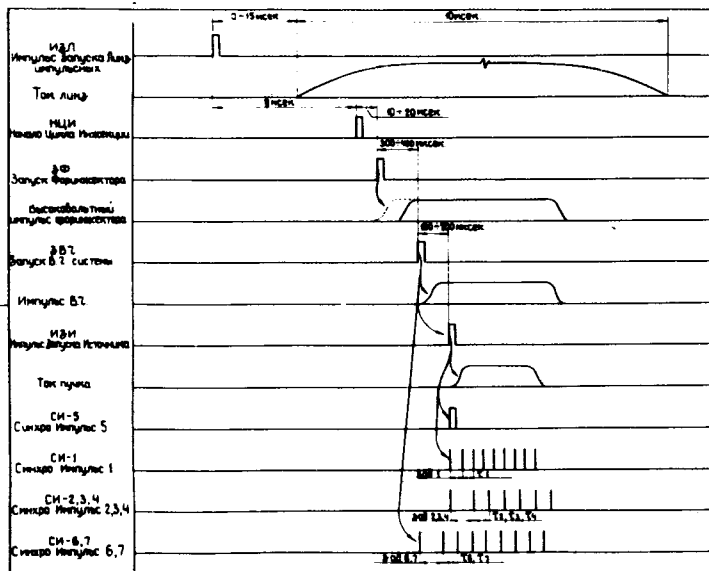


Рис. 11. Временная диаграмма работы ИК.

тракта инъекции, в блоках ИБП-1 и ИБП-2 предусмотрена возможность регулировки дополнительной задержки, окончательное значение которой подбирается во время настройки измерительной аппаратуры.

4.5. Система многокрейтной организации и связи с ЭВМ

Система сбора и выдачи данных содержит всего 10 крейтов КАМАК, заполненных блоками, информацию во внутренние регистры которых надо считывать и записывать программным путем. Тот факт, что весь ИК находится во время работы в зоне с повышенным уровнем радиации, а измерительная система должна находиться в свободно доступном оператору месте, обуславливает принятое решение организации многокрейтной системы,

основанной на параллельной ветви КАМАК/5/. В связи с этим в измерительной системе применяются стандартные контроллеры типа А-1.

Указанное выше количество крейтов вызывает необходимость применения двух ветвей. Организация многоветвевой системы основана на системном крейте, с помощью которого одновременно осуществляется связь с ЭВМ.

Система многокрейтной организации состоит из:

- 8 контроллеров типа А-1,
- 2 блока управления ветвью /типа <SCPBD-1/,
- 2 блока согласования ветви,
- 3 блока LAM GRADER /для организации запросов прерываний/,
- 1 интерфейса ЭВМЕС-1010 (SC-R10 INTERFACE),
- 1 интерфейсной карты ЭВМ ЕС-1010 (R10 INTERFACE CARD).

Следует подчеркнуть, что принятое решение многокрейтной системы и применение системного крейта упрощает расширение системы в будущем. Для этого требуется только дополнение системы необходимым набором вышеуказанных блоков.

4.6. Пульт контроля многокрейтной системы ПКМС

Для контроля многокрейтной системы и управления ею /включение питания, наблюдение сигналов состояний - STATUS и P&TF источников питания крейтов и вывод этих сигналов в ЭВМ/ предлагается специальный пульт контроля, блок-схема которого изображена на рис. 12.

Пульт состоит из:

- схемы индикации сигналов STATUS,
- схемы индикации сигналов P&TF,
- схемы управления звуковым сигналом,
- схемы включения-выключения питания крейтов,
- схемы управления,
- источника питания и
- входа буферного питания постоянного тока.

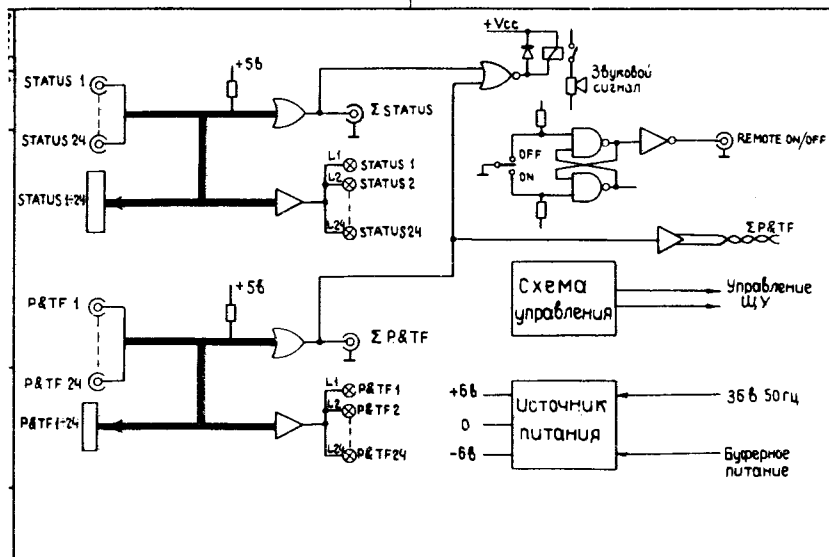


Рис. 12. Пульт контроля многокредитной системы ПКМС.

Вывод сигналов состояния STATUS и P&TF осуществляется с помощью двух регистров прерываний типа 303, находящихся в системном крейте, и внешних кабелей.

Пульт выполнен в виде нестандартной панели, помещенной в шкаф КАМАК.

5. Компьютерная система

Как было сказано, система измерений параметров ИК обслуживается мини-ЭВМ типа ЕС-1010.

На первоначальном этапе с системой будет связана ЭВМ, находящаяся в зале центрального пульта управления синхрофазотроном во II-ом корпусе /система медленного вывода/. Для этого потребуются прокладка линии связи длиной около 400 м, в которой будет применяться магистральный телефонный кабель типа МКСБГ 7 x 4 x 1 + 2 x 6 x 0,9.

Для изображения угловых и пространственных характеристик пучка будет применяться существующий графический дисплей, который вместе со своей ЭВМ /типа 1010В/ образует дисплейную станцию. Дисплейная станция подключена постоянно к ЭВМ медленного вывода, благодаря чему будет возможен вывод угловых и пространственных характеристик на дисплей типа GD-71.

В будущем планируется оборудование системы "Инжектор 1" своей ЭВМ, а линия связи со II-ым корпусом будет использоваться во время вывода информации на дисплейную станцию и работы с центральной компьютерной сетью, которой будет охвачен весь комплекс.

5.1. Периферийные устройства

Для ввода, вывода и хранения данных и программ взаимодействующая с системой измерений ЭВМ должна быть оборудована следующими периферийными устройствами:

- устройством считывания с перфоленты,
- устройством ввода на перфоленту /перфоратором/,
- телетайпом ASR -33,
- устройством линейной печати 344,
- устройством запоминания на дисках ЕС-5060,
- накопителем на магнитной ленте ЕС-5012 /2 шт./,
- буквенно-цифровым дисплеем VT -340 и
- плоттером.

5.2. Объем памяти, необходимый для хранения данных и констант

Как показывают оценки, объем памяти не превышает: 1,5 К - для хранения результатов измерений и констант для управления работой каналов измерений.

1,0 К - для вывода оперативной информации на пульт оператора.

Весь объем оперативной памяти, необходимый для хранения информации и вывода на устройства сопряжения оператор - система, не превышают 2,5 К слов.

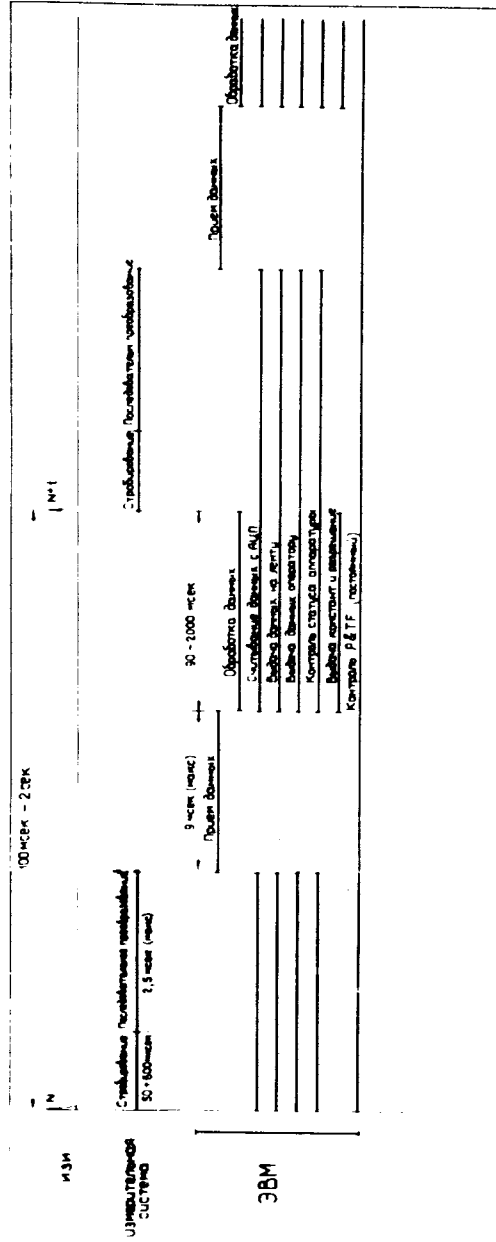


Рис. 13. Временная диаграмма работы измерительной системы.

Остальной объем оперативной памяти ЭВМ /29,5 К слов/ может использоваться для хранения программ обслуживания системы.

5.3. Общие требования к программам обслуживания системы

К основным программам обслуживания системы автоматизации измерений параметров ИК следует отнести программы:

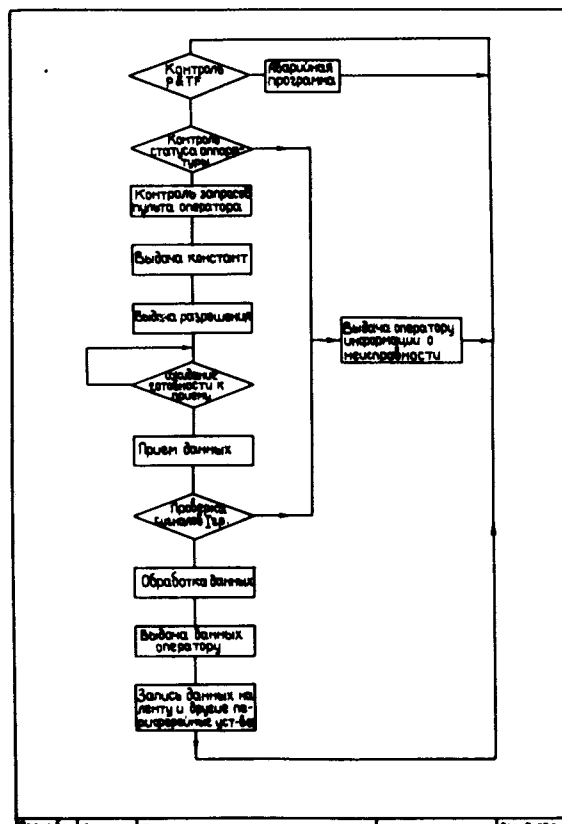
- выбора режима работы измерительных каналов,
- калибровки каналов измерений,
- обработки результатов измерений,
- вывода данных на дисплей VT-340,
- управления системой переключения импульсов осциллографа и выработки реперных импульсов,
- измерений постоянных сигналов,
- измерений эмиттанса и профиля пучка и вывода на графический дисплей и
- обслуживания прерываний STATUS и P&TF.

На рис. 13 приведена временная диаграмма работы измерительной системы, на рис.14 - блок-схема основной программы обработки результатов измерений. Более подробные требования к перечисленным выше программам будут определяться в рабочем порядке на этапе реализации и наладки измерительной системы.

5.4. Вывод данных на буквенно - цифровой дисплей

В процессе настройки режимов работы ИК оператору необходим быстрый вывод информации о состоянии отдельных узлов системы. Правильная редакция текстов на экране дисплея является важным фактором, облегчающим работу оператора и сокращающим процесс настройки.

В данной работе предложен минимальный набор текстов, которые должны выводиться на экран дисплея.



14. Блок-схема основной программы.

6. Монтажные работы

К основным монтажным работам, необходимым для реализации этого проекта, следует отнести:

- оборудование комнаты 205,
- прокладку кабелей,
- монтаж щитовых устройств,
- монтаж измерительной аппаратуры и
- монтаж кабелей в кабельных блоках.

Наладка измерительной системы проводится после проведенных вышеперечисленных работ.

Объем работ, связанных с оборудованием комнаты 205, сводится к монтажу двойного пола типа П-2, звукопоглощающих стен типа СП, подвесного потолка типа С1, монтажу щитовых устройств ЩУ и кондиционера типа КТ-2.

7. Заключение

В связи с тем, что некоторые узлы и отдельные системы ИК находятся в настоящее время в стадии модификации, во время реализации этого проекта будут допускаться некоторые изменения, которые должны быть согласованы в рабочем порядке.

В заключение автор хотел бы выразить благодарность сотрудникам ЛВЭ Л.Г.Макарову и И.Ф.Колпакову за поддержку и содействие при разработке этого проекта, а также Ю.Д.Безногих, В.А.Мончинскому, С.Г.Басиладзе, М.А.Воеводину, Е.А.Силаеву за ценные советы и консультации, Е.А.Наумовой за качественное оформление чертежей и руководству фирмы "Полон" - главному директору А.Родовичу, директору М.Слабому - за предоставление возможности работы над проектом. Автор благодарен также главному инженеру М.Херману за содействие в работе, а инженеру А.Децу - за оказанную помощь.

Литература

1. Безногих Ю.Д., Дульски Р. ОИЯИ, 10-10325, Дубна, 1976.
2. САМАС - A Modular Instrumentation System for Data Handling, EUR 4100e, 1972.
3. ЦИФИ, Каталог САМАС, Будапешт, 1975.
4. Воеводин М.А. и др. ОИЯИ, 13-9114, Дубна, 1975.
5. Organization of Multicrate System, Euratom Report, EUR 4600e, 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел
17 января 1977 года.