

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



В-812

P10 - 11001

9/7-78

В.Врба, С.В.Левонян, Нгуен Вьет Зунг,

В.П.Руковичкин

194/2-78

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
РАСШИРЕННОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ПУЧКА

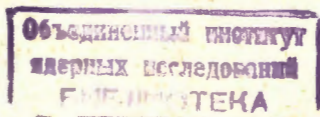
**1977**

P10 - 11001

В.Врба, С.В.Левонян,\* Нгуен Вьет Зунг,  
В.П.Руковичкин

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
РАСШИРЕННОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ПУЧКА

*Направлено в ПТЭ*



---

\*ФИАН, г.Москва

Врба В. и др.

P10 - 11001

Программное обеспечение расширенной системы диагностики пучка

Описано программное обеспечение расширенной системы диагностики пучка (РСД). Программа написана на языке SLANG для ЭВМ типа TPA-i, PDP-8, "Электроника-100И" и занимает память 8К.

Программа РСД предназначена для считывания информации о пучке с пропорциональных камер, дальнейшей ее обработки и выдачи на внешние устройства соответствующих характеристик пучка.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Vrba V. et al.

P10 - 11001

Software for Expanded Diagnostic System of the Beam

The software for expanded diagnostic system of the beam (EDS) is described. The software is written in SLANG language for computers of TPA-i, PDP-8, Electronics-100i types and occupies the 8K memory.

The software for EDS is intended for reading the data on the beam from proportional chambers, their further processing and displaying of correspondent beam characteristics at external devices.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1977

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Настройка каналов сепарированных пучков высоких энергий является весьма сложной процедурой. Для успешного ее выполнения необходима соответствующая регистрирующая аппаратура, позволяющая проводить настройку в сравнительно короткий срок с высокой степенью надежности. Требования к аппаратуре определяются параметрами настраиваемого пучка. Для проведения настройки канала №9<sup>/1/</sup> ускорителя У-70 ИФВЭ была создана расширенная система диагностики /РСД/. Выбор аппаратуры определялся временными характеристиками сброса частиц на мишень /от 16 нс до 15 мкс/, широким интервалом изменения интенсивности в канале /от  $10^6$  част./цикл в режиме настройки до  $1 \div 10$  част./цикл во время рабочей экспозиции установки "Людмила"/ и поперечными размерами пучка / $5 \div 10$  мм по вертикальной и горизонтальной осям/.

РСД выполнена в стандарте КАМАК на базе управляющей мини-ЭВМ, в качестве которой используется TPA-1001/i<sup>/2/</sup>. Система состоит из десяти пропорциональных камер<sup>/3/</sup> с формирующей электроникой, стойки КАМАК, содержащей 48 зарядово-цифровых преобразователей /ЗЦП/, блок коммутации и крейт-контроллер<sup>/4/</sup> для связи с управляющей машиной ЭВМ TPA-1001/i и ее периферией /дисплей, телетайп/. Расположение пропорциональных камер определялось магнитной оптической системой канала №9.

Подробное описание системы и работы ее электронной части приведено в работах<sup>/5/</sup> и<sup>/6/</sup>. В настоящем сообщении будет рассмотрено программное обеспечение РСД.

## 2. НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИИ ПРОГРАММЫ РСД

Программа РСД предназначена для считывания информации о пучке с пропорциональных камер через крейт-контроллер КАМАК, дальнейшей обработки ее и выдачи отнормированных профилей пучка и соответствующих его характеристик /центра тяжести и дисперсии/ на внешние устройства /ВУ/.

Работа программы после запуска управляется командами, которые оператор подает с телетайпа /см. III/.

Информация о пучке считывается с 48 регистров ЗЦП в память ЭВМ. Система коммутации позволяет организовать работу с камерами в двух режимах. В случае простого режима сигнал снимается с проволочек одной проекции одной из камер; при смешанном - с любых двух проекций одной или двух камер\*. Причем, если в первом случае расстояние между выбранными проволочками -  $h/h = 1 \text{ мм/}$ , то во втором оно равно  $2h$ . Таким образом, смешанный режим позволяет быстро снять грубые характеристики траектории пучка, а простой - провести тонкую настройку канала.

В зависимости от заказанного режима выдачи (R) на внешние устройства выводится либо текущий профиль пучка, либо усредненный, либо накопленный /с соответствующими характеристиками/. Причем, накопление и усреднение происходит с момента выбора режима работы с камерами.

Для контроля работы электроники можно, подавая соответствующие команды, выводить на ВУ значения пьедесталов и нормированных коэффициентов.

Поскольку динамический диапазон ЗЦП ограничен емкостью 8-разрядного выходного регистра /амплитуда сигнала не может превышать  $2^8 - 1 = 255$  единиц/, то при достаточно высокой интенсивности пучка, а также достаточно высоком напряжении на камерах может произойти переполнение\*\*, и в память ЭВМ запишется неправильная

\*Расположение камер вдоль пучка и их ориентация показаны в ПЗ.

\*\*Нет сигнализации о переполнении регистров ЗЦП.

информация. Поэтому в начале работы необходимо отрегулировать напряжение на камерах и затем поддерживать его таким, чтобы динамический диапазон ЗЦП перекрывал распределение амплитуд сигналов на проволочках пропорциональных камер.

При наличии некоторой дополнительной аппаратуры функции программы могут быть легко расширены на автоматическое управление элементами канала.

## 3. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ ПРОГРАММЫ

Программа РСД написана на языке SLANG и занимает память емкостью 8К 12-разрядных слов. Секционная структура позволяет при необходимости расширить ее до 16К /т.е. на всю имеющуюся в наличии динамическую память ЭВМ/.

Программа состоит из монитора и ряда подпрограмм, выполняющих следующие функции:

- обслуживание ВУ по прерыванию,
- обмен информацией с системой КАМАК,
- вычисление характеристик пучка,
- построение гистограмм и выдача их на ВУ.

### 3.1. Монитор

Работой программы управляет монитор, блок-схема которого представлена на рис. 1. После запуска со стартового адреса устанавливаются начальные значения статусных слов, производится заказ нужных режимов и инициализируются блоки КАМАК. Затем программа входит в основную петлю монитора /ОПМ/. Начало ОПМ /см. временную диаграмму на рис. 2/ синхронизируется импульсом начала цикла ускорителя. После записи информации о пучке в регистры ЗЦП выполняются следующие операции:

- 1/ считывание информации о пучке;
- 2/ запрос и считывание пьедесталов усилительно-формирующих каналов;
- 3/ запрос и считывание тестовых сигналов.

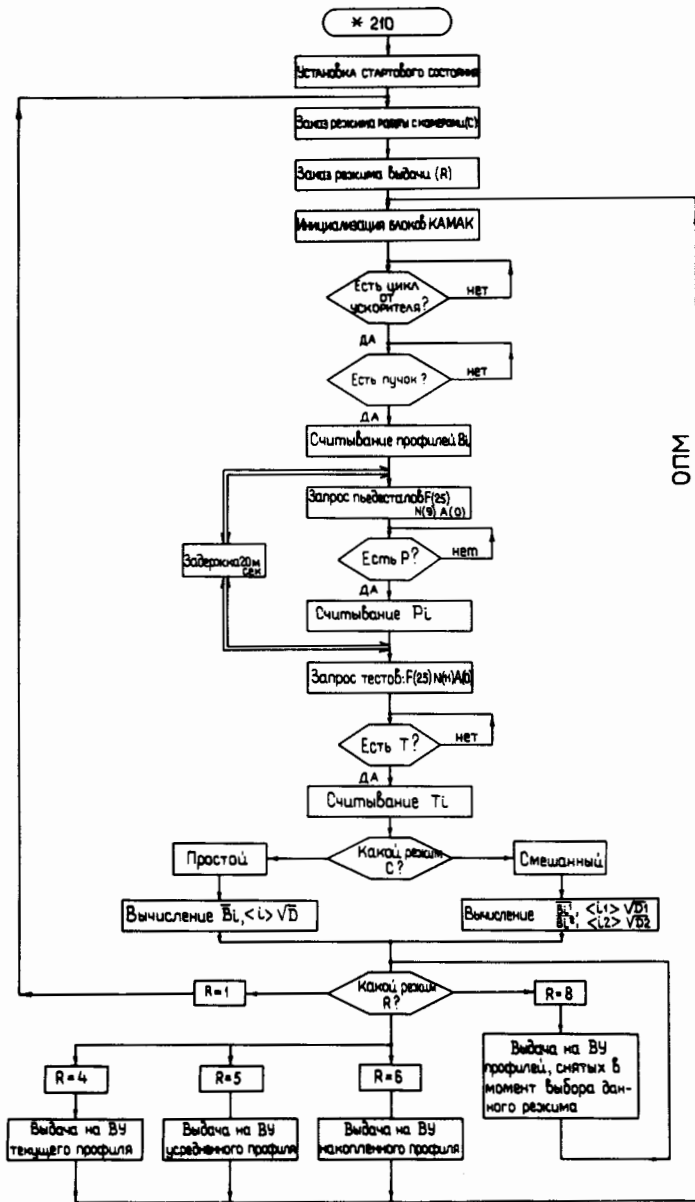


Рис. 1 Блок-схема монитора.

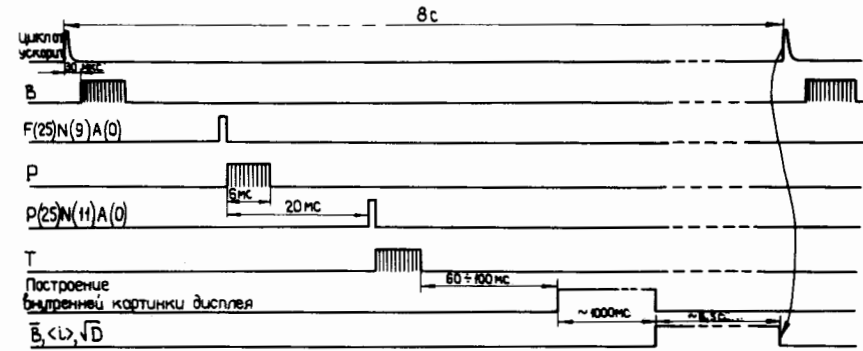


Рис. 2. Временная диаграмма работы программы РСД

Состояние статусных слов STSDM и STSBM обеспечивает правильную последовательность операций 1-3. Программная задержка 20 мс между ними /с учетом времени считывания информации ~5-6 мс/ подобрана экспериментально и введена для сведения к минимуму наводок от сети. Любая другая информация, поступающая со станций КАМАК до завершения ОПМ, игнорируется.

На основе считанных данных вычисляются профили пучка<sup>5/</sup>

$$\overline{B}_i^c = \frac{B_i^c - P_i^c}{T_i^c - P_i^c} \cdot N; \quad /1/$$

их центры тяжести

$$\langle i \rangle^c = \frac{\sum_i i \cdot \overline{B}_i^c}{\sum_i \overline{B}_i^c} \quad /2/$$

и дисперсии

$$D^c = \frac{\sum_i (i - \langle i \rangle^c)^2 \cdot \overline{B}_i^c}{\sum_i \overline{B}_i^c}, \quad /3/$$

где  $B_i^c, P_i^c$  и  $T_i^c$  - значения сигнала от пучка, пьедестала и тестового сигнала на  $i$ -й проволочке камеры С. В случае простого режима работы с камерами суммирование по  $i$  в /2/-/3/ ведется по всем проволочкам, в случае смешан-

ного режима - для профиля С1- по нечетным, для профиля С2- по четным.

Выбор масштабного множителя  $N$  в /1/, вообще говоря, несуществен. В нашем случае  $N = B_i^a - P_i^a$  для  $i$ -го канала, в котором отношение  $(B^c - P^c)/(T^c - P^c)$  максимально. При этом значение  $B^c$  в максимуме распределения соответствует реальной величине снятого с этой проволоочки сигнала.

Полученные таким образом профили пучка, их центры тяжести  $\langle i \rangle^c$  и  $\sqrt{D}$  выводятся на ВУ, и ОПМ заканчивается выходом в состояние ожидания пучка.

Из временной диаграммы видно, что считывание и обработка информации занимает 100-150 мс /меньше 2% времени/, процесс построения внутренней картины дисплея в памяти ЭВМ - 500÷1500 мс /~15%/, основное же время /более 80%/ программа находится в состоянии ожидания пучка.

Печать гистограмм на телепринтере осуществляется по запросу оператора /см. П2/ и проводится параллельно с выполнением основной программы.

В случае необходимости выход из ОПМ производится путем изменения режима выдачи  $R$  либо на заказ нового режима работы с камерами / $R=1$ /, либо в "бесконечный" цикл / $R=8$ / . В последнем случае на экране дисплея высвечивается сколь угодно долго тот профиль, который выдавался в момент смены режима. При этом вся очередная информация о пучке, поступающая в регистры ЗЦП, игнорируется.

### 3.2. Обслуживание внешних устройств

Обмен информацией с внешними устройствами происходит в режиме прерываний \* /рис. 3/. Программа

\*Поскольку информация поступает в ЭВМ в строго определенном порядке /за исключением инструкций оператора, вводимых через телетайп/ и не накладывает на программу жестких временных требований, в данном варианте реализована беспriorитетная система прерываний. Это позволяет существенно сократить необходимый для обслуживания ВУ объем памяти.

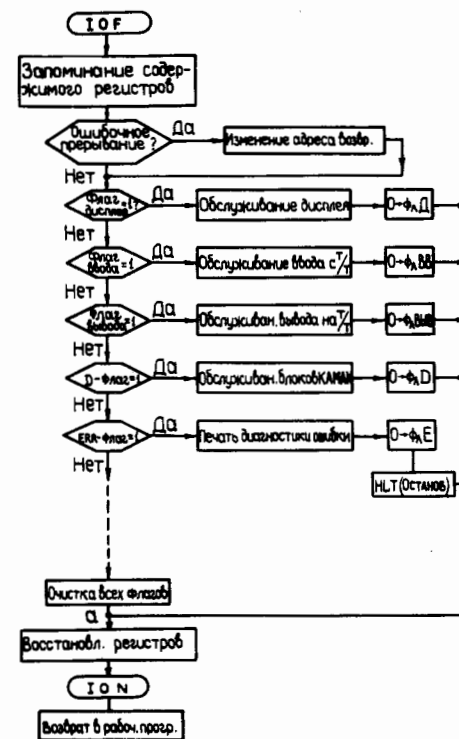


Рис.3. Блок-схема подпрограммы обслуживания прерываний от внешних устройств

прерываний путем опроса флагов ВУ по цепочке анализирует причину, вызвавшую очередное прерывание основной программы, обменивается информацией с соответствующим устройством, возвращает его флаг в исходное состояние и передает управление рабочей программе.

Поступление информации от станций КАМАК происходит по D-флагу. За один цикл D-флаг вызывает прерывание 4 раза: сначала при поступлении импульса синхронизации от ускорителя и затем при записи информации / $B_i, P_i, T_i$ / на выходные регистры ЗЦП.

Обслуживание прерываний от станций КАМАКа управляется состоянием статусных слов STSBM и STSDM /см. рис. 4/.

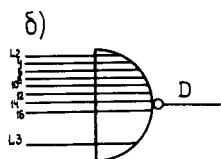
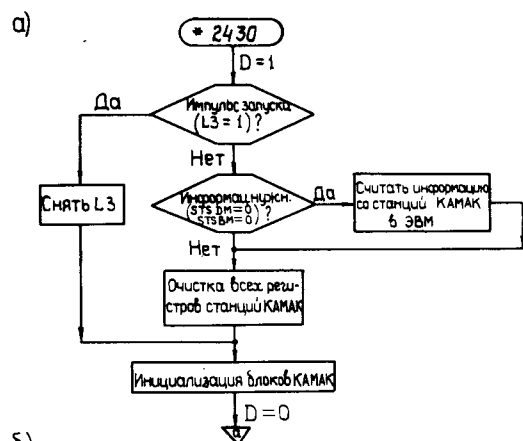


Рис.4. Обслуживание прерываний по D-флагу КАМАК

- а). Блок-схема подпрограммы
- б). Выставление D-флага КАМАК  
-L2, L4, ... L16 - флаги информационных станций  
L3 - флаг станции запуска.

При необходимости число обслуживаемых внешних устройств может быть легко увеличено путем удлинения цепочки опроса флагов.

#### 4. ПРОГРАММА КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОНИКИ

В программное обеспечение РСД входит также тестовая программа настройки и контроля электронной части системы.

Блок-схема этой программы приведена на рис. 5а. Сигнал тестового генератора по команде F(25) подается поочередно на проволочки всех пропорциональных камер и далее, через усилительно-формирующие каналы, на вход ЗЦП. Критерием исправной работы электроники является наличие сигналов определенной формы и амплитуды от всех камер на входах ЗЦП /рис. 5б/.

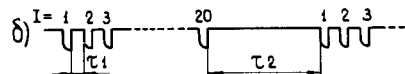
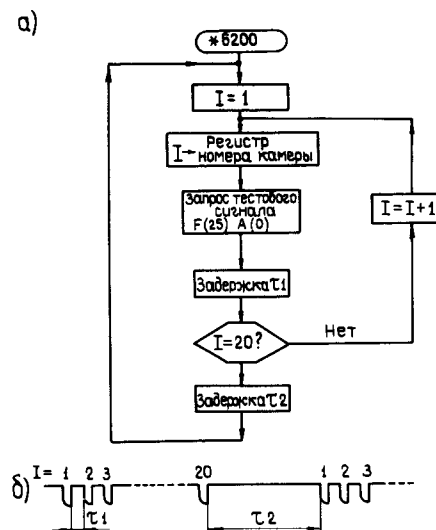


Рис.5 а) Блок-схема тестовой программы  
 $I = 2N - 1$  для X-плоскостей ПК  
 $I = 2N$  для Y-плоскостей ПК  
 $N = 1, 2, \dots 10$  - номер камеры

б) Сигналы на входах ЗЦП

Задержки  $\tau_1$  и  $\tau_2$  характеризуют частоту сигналов внутри цикла и длительность всего цикла, соответственно. Значения задержек определяются временными параметрами контролирующего осциллографа.

В заключение авторы выражают глубокую признательность Ю.Д.Зернину за организаторскую работу, И.М.Граменицкому за стимулирование работы и плодотворность.

творные обсуждения, С.Г.Басиладзе, В.К.Юдину, В.М.Головатюку и В.Д.Пешехонову за содействие в отладке и ценные замечания, а также Н.К.Фроловой, А.Г.Ефимову, Н.Ф.Буланову за оказанную техническую помощь.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### III. Таблица режимов выдачи информации на ВУ

R	Название	Функция
1		
2	Заказ камер	Выбор нового режима работы с камерами
3		
4	Текущий	Выдача на ВУ текущих профилей пучка
5	Усреднение	Выдача на ВУ усредненных профилей. Усреднение происходит с момента последнего выбора режима работы с камерами.
7		
6	Накопление	Выдача на ВУ суммарных профилей. Накопление также происходит с момента последнего выбора камер.
8	Остановка	Этот режим позволяет держать на экране дисплея сколь угодно долго выбранный профиль /игнорируется запуск от ускорителя/.
9		

### II. Инструкция оператора программы

Напечатать на т/т	Функция
H	Печать гистограмм - печатается профиль, который был на экране в момент нажатия клавиши "H". Остановка после полной распечатки гистограммы.
I	Прекращение печати - в любой момент.
P	Выдача на ВУ пьедестала.
N	Выдача на ВУ нормировочных коэффициентов.
1÷9	Заказ соответствующих режимов выдачи.

### III. Расположение координатных осей ПК относительно оси пучка.

Для достижения единообразия программа производит поворот оси X в камерах 2, 3, 6 /имеется возможность осуществления программного поворота оси X в любой камере/.

