

ИНДЕКС 3649

Препринт ЕФИ-1181 (58) -89

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԶԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ  
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
YEREVAN PHYSICS INSTITUTE

---

П.И.ГАЛУМЯН, В.О.ГРАБСКИЙ, М.С.КОРДОНСКИЙ,  
Г.С.ФРАНГУЛЯН

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
УПРАВЛЕНИЯ, СБОРА, КОНТРОЛЯ, НАКОПЛЕНИЯ  
И «ON-LINE» ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ФОТОРОЖДЕНИЮ НА  
НУКЛОНАХ И ЯДРАХ



ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Ереванский физический

библиотека

ЦНИИ атоминформ  
ЕРЕВАН - 1989

Նախնատիպ ԵՖԻ-1181(58)-89

Պ.Ի. ՂԱԼՈՒՄՅԱՆ, Վ.Հ. ԳՐԱԲՅԱԿԻ, Մ.Ս. ԿՈՐԴՈՆՍԿԻ,  
Գ.Ս. ՖՐԱՆԳՈՒԼՅԱՆ

ՆՈՒԿԼՈՆՆԵՐԻ ԵՎ ՄԻՋՈՒԿՆԵՐԻ ՎՐԱ ՓՈՏՈԾՆՄԱՆ ՓՈՐՁԱՌԱԿԱՆ  
ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ, ՀԱՎԱԲՄԱՆ,  
ՀՍԿՄԱՆ, ԿՈՒՏԱԿՄԱՆ ԵՎ "ON-LINE" ՄՇԱԿՄԱՆ ԵՐԱԳՐԱՎՈՐՈՒՄԸ

Ներկա աշխատանքում նկարագրված է նուկլոնների և միջուկների վրա  
Փոտոծնման փորձառական տվյալների կառավարման, հավաքման, հսկման,  
կուտակման և "On-line" մշակման ծրագրավորումը: PASCAL-1 հիմնային  
լեզվի միջոցներով լուծված են զուգահեռ գործընթացների կազմակերպման  
ու կառավարման այնպիսի առանձնահատուկ խնդիրներ, ինչպիսիք են.  
մշակմանը սպասող դեպքերի հերթականության կազմակերպումը, զուգահեռ  
գործընթացների փոխազդեցության կազմակերպումը և նրանց փոխբացառումը,  
երբ դիմում ենք բաժանելի տվյալների, ինչպես նաև՝ այնպիսի հարցեր,  
որոնք կապված են փակուղային իրադրությունների հետ:

Երևանի Ֆիզիկայի ինստիտուտ

Երևան 1989

© **Центральный научно-исследовательский институт информации  
и технико-экономических исследований по атомной науке  
и технике (ЦНИИ Атоминформ) 1989 г.**

## Введение

В настоящей работе описана организация программного обеспечения управления, сбора, контроля, накопления и " ON-LINE " обработки для автоматизированной экспериментальной установки в исследованиях по фоторождению на нуклонах и ядрах.

Экспериментальная установка состоит из двух основных частей:

- системы генерации, формирования и мониторинга пучка линейно-поляризованных фотонов, включающей алмазную мишень, гониометр и 30-канальный парный спектрометр ( PS - 30 );

- аппаратуры для регистрации вторичных частиц-продуктов в магнитном ( MS ) и нейтронном ( NS ) время-пролетных спектрометрах и черенковском спектрометре полного поглощения ( CS ) ( рис. I ).

Экспериментальная аппаратура связана с ЭВМ типа "Электроника-125" через программно-управляемые блоки КАМАК, размещенные в четырех кейтах КАМАК, радиально связанных с ЭВМ, и удаленного кейта, связанного с обычным кейтом посредством специального кейт-контроллера по оптоэлектронной линии связи [ I ] .

Функционально система обслуживает три внешних асинхронных прерывания:

- от триггера событий, обусловленных совпадениями между ма-  
терными сигналами магнитного и нейтронного (черенковского) спек-  
трометров, поступление которых в систему предполагается распре-  
деленным по закону Пуассона, с одинаковым временем обслужива-  
ния;

- от схемы парного спектрометра;
- от системного терминала для контроля и визуализации ха-  
рактеристик установок, а также для инициирования конца набора.

#### Организация программного обеспечения

Так как прерывания поступают в систему в случайные моменты  
времени и асинхронно, поэтому для их обслуживания создаются со-  
ответствующие параллельные процессы [2].

Задача сводится к созданию трех видов взаимодействующих  
процессов для обслуживания указанных источников прерываний по  
следующей схеме:

Родительский процесс PROCMAIN осуществляет:

- инициализацию начальных значений переменных и выходного  
файла;
- предварительные установочные и обслуживающие операции,  
связанные с крейтами КАМАК;
- инициирование параллельных процессов PROCPS 30 и PROCMS ;
- переход на ожидание вышеуказанных прерываний;
- аннулирование условий возникновения параллельных процес-  
сов;
- завершающее обслуживание файла событий.

Процесс PROCPS 30 является информационно-независимым процес-

сом по отношению к PROCMS , возникает в случайные моменты вре-  
мени и осуществляет:

- считывание содержимых счетчиков парного спектрометра и  
их запись в выходной файл событий;
- контроль  $\gamma$  - спектра и, при необходимости, управление  
системой парного спектрометра.

Весь процесс PROCPS 30 выполняется в своем критическом ин-  
тервале [2] .

Запросы на визуализацию через системный терминал перехваты-  
ваются и обслуживаются операторами языка PASCAL -I.

С учетом реальных времен обработки и интенсивностей поступ-  
ления событий целесообразно в процессе PROCMS организовать  
очередь событий, подлежащих обработке. Для этого необходимо,  
чтобы процесс PROCMS выполнялся в двух состояниях:

- в критическом состоянии, где обеспечивается гарантирован-  
ное занесение поступающих событий в файл и занесение событий в  
очередь;
- в некритическом состоянии, где осуществляется обработка  
текущего события.

При такой организации системы "ON - LINE" обработки ситуа-  
ция проблематична при возникновении дочерних процессов, типа  
PROCMS в самом процессе PROCMS . Трудность заключается в  
природе взаимодействия между дочерними процессами, а также с  
процессом PROCMAIN .

Один из способов организации заключается в обеспечении сле-  
дующих возможностей [3] :

- взаимоисключение при обращении к разделяемым данным через  
критические интервалы;

- синхронизации дочерних процессов при помощи семафоров;
- разрешение тупиковых ситуаций, посредством механизма отказов, в случае конкуренции дочерних процессов за размещение очередного события в очередь.

Очевидно, что если процесс PROCMS организовать как независимый, т.е. целиком его включить в тело критического интервала, то вышеперечисленные проблемы исчезают, однако, такая процедура может привести к существенным потерям событий.

Вход в критический интервал осуществляется по прерыванию от триггера событий на высшем приоритетном уровне процессора. При этом осуществляется:

- запрет прерываний от других источников;
- снижение приоритета процессора;
- чтение информации, составляющей событие и запись в файл;
- размещение события в очередь к обработке и подготовка ссылки на новый буфер;
- разрешение прерываний от источников.

В некритическом участке осуществляются:

- либо продолжение обработки события, при выполнении которого произошло прерывание. Для такой синхронизации используется семафор SPROC ;

- либо выбор нового события из очереди, если значение двоичного семафора QNILL=FALSE;

- либо выход в родительский процесс PROCMAIN , если значение семафора QNILL=TRUE .

Семафор SPROC ответственен за нормальный возврат из процесса PROCMS в PROCMAIN , а семафор QNILL за нормальную обработку очереди событий.

Процесс PROCMS считается завершенным, когда завершены все его дочерние процессы, или же другими словами, когда заканчивается обработка всей очереди.

Все процессы организованы в виде процедур языка PASCAL-1 без формальных параметров и имеют вид

```
(*RT - *) (*RA - *)  
PROCEDURE PROCMS;  
BEGIN  
  SAVREG;  
  (* тело процесса *)  
  RESREG;  
  (*RC RTI *)  
END
```

а взаимное исключение в критических интервалах обеспечивается маской соответствующих прерываний [3] .

При организации очереди событий в условиях ограничения ее длин есть опасность получения тупиковых ситуаций, когда места в очереди уже заполнены, но в систему поступает новое событие.

Нами был выбран метод предотвращения тупиков, который основан на циклической организации очереди [3] , и заключается в отказе от обработки последнего необработанного в очереди события при переполнении очереди.

Такая организация программы обосновывается тем, что:

- длина очереди берется больше, чем расчетное среднее количество событий в стационарной системе с удовлетворительной вероятностью отказа обработки;

- полученные все события полностью зарегистрированы в файле событий;

- для контроля характеристик и параметров эксперимента не-

обязательно иметь 100 % обработанных событий.

Для оптимального использования оперативной памяти ЭВМ и оценки потерь событий при использовании очереди событий конечной длины важно знать такие характеристики, как ожидаемая средняя длина очереди и распределение вероятностей случайной величины, определяющей длину очереди в системе.

Для этой цели воспользуемся аппаратом теории систем массового обслуживания (СМО) и задачу представим как СМО типа M/D/1 [4], которая определяется следующими элементами:

1. Входной поток - требования поступают случайным образом, а их число в промежутке времени  $(0, t)$  имеет пуассоновское распределение вероятностей  $e^{-\lambda t} \frac{(\lambda t)^n}{n!}$   $n = 0, 1, 2, \dots$   $t > 0$
2. Механизм обслуживания - имеется одно обслуживающее устройство (процессор ЭВМ), и обслуживание ведется в течение постоянного времени  $T$ .
3. Дисциплина очереди определяется принципом "первым пришел-первым обслуживается".

Пусть  $Q(t)$  - число требований, находящихся в системе в момент времени  $t$ . В  $Q(t)$  будут входить, как обслуживаемые так и ожидающие обслуживания в данный момент требования.

Вероятности  $P_n(t) = P(Q(t) = n)$  дают распределение длины очереди в системе в любой данный момент времени  $t$ .

По определению система может войти в стационарный режим, если существует предел  $\lim_{t \rightarrow \infty} P_n(t) = P_n$  и если для предельного распределения вероятностей среднее значение  $E(n) = \sum_{n=1}^{\infty} n \cdot P_n$  оказывается конечным.

Значения  $P_n$  определяют стационарные распределения вероятностей длин очереди, необходимым условием существования которых является условие  $\rho < 1$ , где  $\rho = \lambda T$  есть коэффициент нагрузки системы.

$$P_0 = 1 - \rho; P_1 = (1 - \rho)(e^{\rho} - 1); \dots; P_n = (1 - \rho) \sum_{k=1}^n (-1)^{n-k} e^{k\rho} \left[ \frac{(\rho)^{n-k}}{(n-k)!} + \frac{(\rho)^{n-k-1}}{(n-k-1)!} \right] \quad (1)$$

Средняя длина очереди в системе определяется из формулы Полачека-Хинчина и равно

$$E(n) = \rho + \frac{\rho^2}{2(1-\rho)} \quad (2)$$

При использовании очереди событий длиной  $L$ , вероятность отказа определится формулой

$$P_L^{\text{отк}} = 1 - \sum_{i=0}^L P_i \quad (3)$$

При вышеизложенной организации ПО накопления контроля и "ON-LINE" обработки событий имеются два вида потерь событий: потери событий, которые при накоплении не занесены в файл-событий, и потери событий, которые не участвуют в обработке.

Потери событий первого вида обусловлены частотой их поступления и временем их обслуживания в критическом участке на высшем приоритетном уровне программы. Учитывая, что характеристики многопроводных пропорциональных камер (МПК) ограничива-

ют появление более чем одного события в одном "плевке", а время обслуживания одного события в критическом участке программы меньше временного интервала между соседними "плевками", выясняется, что потери первого вида ограничены аппаратно, и при частоте поступления событий меньше чем 1000000/с процент таких потерь не превышает 20 %.

Потери событий второго вида обусловлены выбором очереди событий ограниченной длины. Для оптимального определения длины очереди важно знать среднее время обработки одного события  $T$ , позволяющее вхождение системы в стационарный режим. Величину  $T$  трудно оценить, так как она сильно зависит от экспериментальных факторов и содержания обработки. Наиболее существенным среди них является учет множественности срабатывания каждой МПК, при отборе и восстановлении треков частиц. Для оценки величины  $T$  применено статистическое моделирование процесса поступления событий и их обработка. Полученные результаты учитываются при выборе оптимального алгоритма функционирования программы "ON-LINE" обработки, причем длина очереди, обеспечивающая данную вероятность отказа событий, определяется из формулы (3), итеративно вычисляя ее значение, начиная с  $L = E(n)$

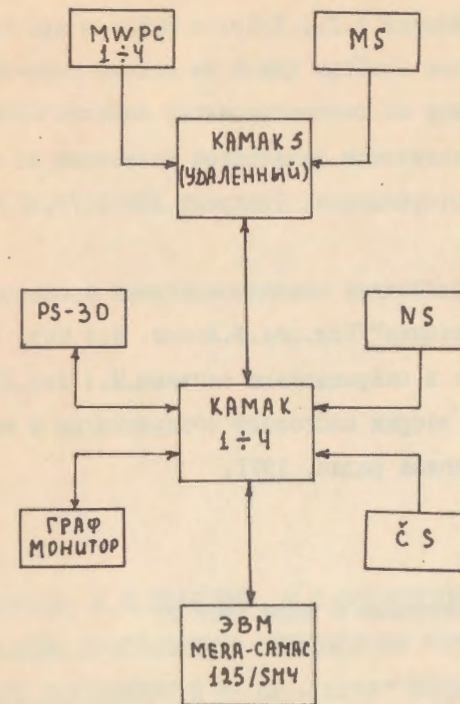


Рис. I

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акопян Г.Г., Волчинский В.Г., Вуколов В.П. и др. Система управления удаленным крейтом КАМАК на основе устройств передачи цифровых данных по оптоволоконному кабелю—"ЭЛЕКТРОНИКА MS 4101" для автоматизации физической установки по исследованию процессов фоторождения. Препринт ЕФИ-1079(42)-88, Ереван, 1988.
2. Дейкстра И. Взаимодействие последовательных процессов в кн. "Языки программирования"/Под.ред.Ф.Женюи. М.: Мир, 1972.
3. Дейтел Г. Введение в операционные системы.М.: Мир,1987.
4. Саати Т. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. М.: Советское радио, 1971.

Рукопись поступила 6 июля 1989 г.

П.И.ГАЛУМЯН, В.О.ГРАВСКИЙ, М.С.КОРДОНСКИЙ, Г.С.ФРАНГУЛЯН  
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ, СБОРА,  
КОНТРОЛЯ, НАКОПЛЕНИЯ И " ON - LINE" ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ФОТОРОЖДЕНИЮ НА НУКЛОНАХ И ЯДРАХ

Редактор Л.П.Мукаян

Технический редактор А.С.Абрамян

---

Подписано в печать 14/УП-89г. ВФ-02265 Формат 60x84/16  
Офсетная печать. Уч.изд.л. 0,5 Тираж 200 экз. Ц. 8 к.  
Зак. тип. № 1313 Индекс 3649

---

Отпечатано в Ереванском физическом институте  
Ереван 36, ул.Братьев Алиханян, 2