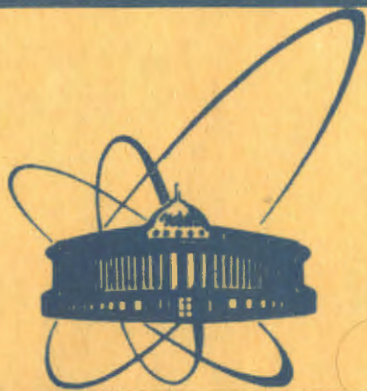


3/1-83



**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

5140/83

10-83-503

**И.И.Евсиков, И.М.Иванченко, Э.М.Иванченко,
Н.Н.Карпенко**

**АДАПТИВНЫЙ АЛГОРИТМ СВЯЗИ
ПРОЦЕССОВ СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ
В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОМ
НА ЦИКЛИЧЕСКИХ УСКОРИТЕЛЯХ**

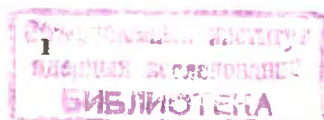
1983

Эффективным методом решения задач программного обеспечения в автоматизированной системе управления экспериментом в области физики высоких энергий является декомпозиция функций системы на некотором множестве параллельных процессов. Основными элементами данного множества являются процессы сбора и обработки экспериментальных данных. Для распараллеливания этих процессов соответствующие программы организованы как отдельные подзадачи при использовании ЕС ЭВМ. Параллельное выполнение процессов реализуется за счет использования центрального процессора (ЦП) в рамках приоритетной дисциплины и/или разделения функций обслуживания между каналами и ЦП. Возможности каналов (коммуникационных процессоров) были существенно дополнены за счет контроллеров^{1/1} и малой ЭВМ, расположенной в зоне эксперимента. Это позволило в рамках программы канала эффективно решать задачу сбора экспериментальных данных, включающую управление аппаратурой КАМАК, прием и структурирование массивов информации.

При проведении одного эксперимента^{1/2} на линии с ЭВМ решение задач сбора в рамках мультилинейной системы массового обслуживания обеспечивает повышение реактивности и скорости прохождения процессов сбора и обработки. При одновременном использовании ЭВМ независимыми экспериментами в реальном масштабе времени переход от однолинейной системы массового обслуживания к мультилинейной является принципиально необходимым. Реализация потенциальных возможностей таких систем предполагает согласованную выработку дисциплины обслуживания независимых заданий (программы различных экспериментов), а также совершенствование организации связи между подзадачами в каждом задании.

Организация связи между процессами сбора и обработки охватывает решение трех задач: синхронизация процессов, распределение памяти для размещения данных и передача информации между процессами.

Для синхронизации процессов применяются стандартные средства ОС ЕС^{1/3} (макрокоманды супервизора POST, WAIT), а также операции с семафорами, учитывающие использование процессом сбора данных с коммуникационных процессоров для двустороннего обмена информацией между центральной ЭВМ и средствами вычислительной техники первого уровня, расположенными в зоне эксперимента. Обслуживание очередной заявки



процессом обработки завершается после обработки заданного подмножества данных или по истечении кванта времени, величина которого выбирается автоматически. Оперативное управление последовательно используемыми ресурсами осуществляется с помощью макрокоманд супервизора ENQ, DEQ.

Частичная детерминированность входного информационного потока, обусловленная циклическим характером работы ускорителя, учитывается при синхронизации процессов за счет использования имеющегося в аппаратуре ЭВМ счетчика реального времени, а также опорных сигналов, поступающих от внешних объектов.

Подзадачи сбора и обработки оперируют с массивами экспериментальных данных, ассоциированных с циклами ускорителя. Длительность сброса ускоренных частиц 1-2 с при цикле ~ 9 с. Размеры массивов данных (до нескольких сотен килобайтов в современных системах) варьируются статистически в широких пределах. Оптимизация использования запоминающих устройств ЭВМ проводится различными методами динамического распределения основной памяти с возможным привлечением вторичной памяти.

Область основной памяти для совместного использования процессами резервируется посредством явных запросов (макрокоманды супервизора GETMAIN/FREEMAIN). В операционной системе ОС 6.1 могут использоваться дополнительные возможности для динамического управления основной памятью за счет средств свертки-развертки. Адреса выделенной области передаются из ассемблерных программ в фортранные через аппарат вызова подпрограмм. Таким способом компенсируется присущий реализации фортрана недостаток, связанный со статическими структурами данных. Этот подход является существенным шагом на пути повышения адаптивности системы по сравнению с широко используемым традиционным методом, который для изменения размера рассматриваемой области памяти требует полного технологического цикла изменения программы, определяемого используемым языком программирования.

Дальнейшее повышение эффективности использования основной памяти возможно за счет динамического распределения выделенной области между процессами. Алгоритм перераспределения памяти и передачи данных варьируется на множестве нескольких режимов. Адаптация информационной связи осуществляется автоматически или по инициативе оператора путем явного указания режима на языке управления системой.

Синхронизация и автоматическая настройка алгоритма реализуется на основе программного анализа условий работы системы, текущих параметров входного информационного потока, временных характеристик основных конкурирующих процессов, доступных ресурсов ЭВМ. Варьирование условий операционной среды происходит за счет использования ба-

зовой ЭВМ различными экспериментами (увеличения типов заявок на обслуживание), а также динамики обслуживаемого эксперимента.

Функции диспетчеризации вынесены на уровень подзадач. После обслуживания очередной заявки диспетчер процесса сбора анализирует состояние процесса обработки и, если последний не блокирован высокоприоритетными подзадачами, процесс сбора переходит в состояние ожидания. В случае занятости подзадачи обработки процесс сбора продолжит работу с ранее захваченным ресурсом.

Переключение режимов, пересылка данных (если необходимо), выделение кванта времени на обслуживание и подготовка указателей-адресов информационных зон для процессов сбора и обработки осуществляется локальным диспетчером процесса обработки. За счет этого отпадает необходимость в дополнительных семафорах и упрощается алгоритм синхронизации высокоприоритетного процесса сбора и низкоприоритетного процесса обработки.

В системе предусмотрены следующие автоматически выбираемые режимы.

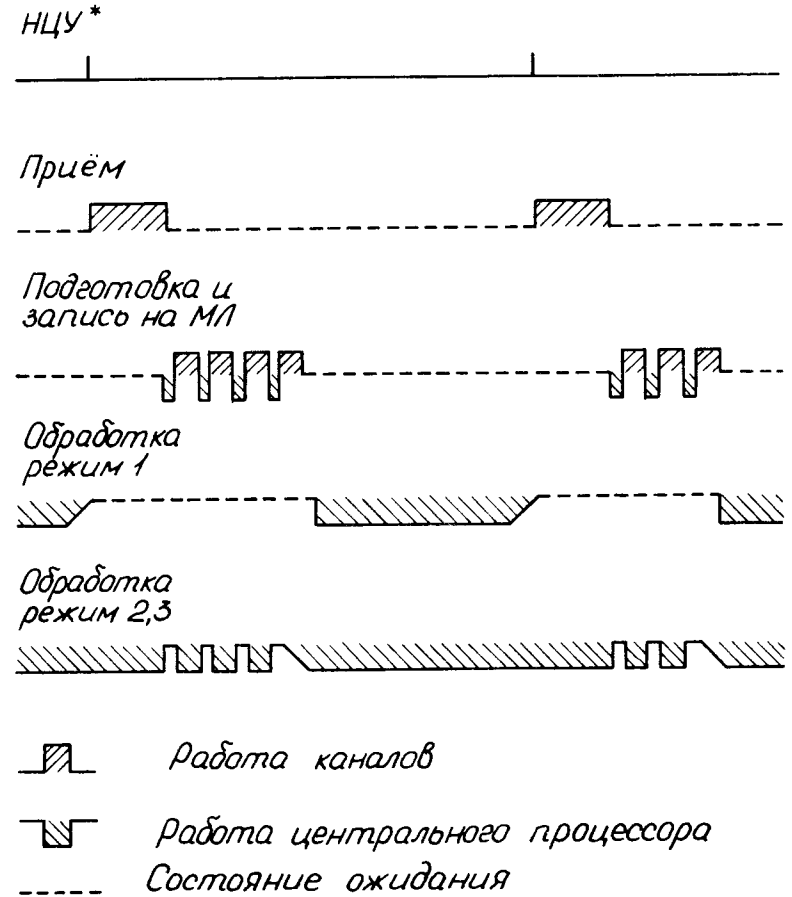
Режим 1. Используется единая для двух процессов информационная зона в основной памяти. Это единственный режим, соответствующий дисциплине прохождения этих процессов с относительными приоритетами. Такая дисциплина выбирается, когда процесс записи данных на ленту пассивен (например, при тестировании и настройке аппаратуры), а также при естественной сбалансированности процессов сбора и обработки. В этом режиме требуется минимальная длина области основной памяти для прохождения процессов. При установившихся условиях количество принимаемых и обрабатываемых массивов данных одинаково. Процесс сбора опережает процесс обработки только при блокировании подзадачи обработки высокоприоритетными процессами. Квант времени для процесса обработки ограничивается величиной $t = t_1 - t_2$, где t_1 - длительность заданному значению функции распределения времени выборки события. По умолчанию t_2 соответствует 5% верхней точке распределения. Увеличение величины t_2 приводит к уменьшению коэффициента использования центрального процессора для подзадачи обработки, а следовательно, и для всего задания. В этом режиме обслуживания эксперимента практически невозможно использовать положительные стороны распределения функций между центральным и коммуникационными процессорами. Для компенсации возмущающих воздействий других процессов (типа генерирования результирующих файлов) их прохождение блокируется на этапе завершения обслуживания очередной заявки процессом обработки, т.е. на этом этапе используется вариант смешанной приоритетной дисциплины^{/4/}.

При некоторой избыточности области основной памяти осуществляется переход на другие режимы. Оценка избыточности осуществляется на основе анализа статистического распределения длины входного массива данных.

Режим 2. В выделенной области основной памяти резервируются две равные информационные зоны для процессов сбора и обработки. Таким образом выполняется необходимое условие независимости этих процессов, последовательно обеспечивается дисциплина обслуживания с абсолютными приоритетами. В этом режиме не проводится перемещение данных из зоны сбора в зону обработки, меняются только значения указателей информационных зон. Квант времени для прохождения процесса обработки определяется циклом ускорителя, а не длительностью времени между соседними сбросами. В этом режиме преимущества мультилинейной системы массового обслуживания реализуются в максимальной степени. Параллельно с приемом и записью на ленту, реализуемых в основном за счет коммуникационных процессоров, проходит процесс обработки, обслуживаемый ЦП. Прохождение других подзадач, включая подзадачи машинной графики, не оказывает дестабилизирующего влияния на процесс сбора информации. Привлекательные стороны этого режима обуславливают переход на него, как только прогнозируемая длина массива принимаемой информации становится меньше половины выделенной области основной памяти.

Режим 3. Область применения алгоритмов синхронизации и информационной связи, соответствующая рассматриваемому режиму, занимает промежуточное положение. Этот режим соответствует условиям, когда количество принимаемых данных превосходит количество обрабатываемых данных. Область основной памяти разделяется на две неравноценные информационные зоны, из которых большая закрепляется за процессом сбора. Длина зоны для процесса обработки выбирается на основе распределения количества обрабатываемых данных за выбранный квант времени. Фрагменты принятого массива (события) копируются в зону обработки. Перемещение событий осуществляется так, чтобы обеспечивалась репрезентативность выборки и максимальное заполнение информационной зоны. Сокращение времени центрального процессора в алгоритмах перемещения достигается за счет использования звеньев связи - указателей блоков данных в динамической структуре исходного массива. Переключение на этот режим происходит, если оценка максимальной длины массива принимаемых данных не превосходит размера информационной зоны, предоставляемой процессу сбора. Здесь, так же как и во втором режиме, реализуются преимущества мультилинейной системы массового обслуживания (см. рисунок).

Схема прохождения процессов сбора и обработки



* Начальный цикл ускорения.

Программный выбор режима – автоматическая адаптация алгоритма синхронизации и информационной связи между процессами – дополняется возможностями настройки с использованием диалоговых средств управления системой. При этом расширяется количество базовых возможностей, в частности, для буферизации данных используется вторичная память – накопители на магнитных дисках.

Рассмотренные программные средства используются с 1981 года в комплексах программ реального времени для экспериментов в области физики высоких энергий. В разработанных алгоритмах прямо учитываются существенно разные подходы использования базовой ЭВМ, включая одно-временное обслуживание независимых экспериментов в реальном масштабе времени. Оптимизация рассмотренных средств в процессе их эксплуатации шла в направлении повышения автоматической адаптивности, а также разработки адекватного набора базовых алгоритмов. Устойчивость и эффективность выработанных концепций дисциплины обслуживания параллельных процессов подтверждена опытом их использования при широком диапазоне изменений управляемой и распределенной управляющей среды, включающей ЕС ЭВМ среднего класса.

Авторы благодарят М.Г.Мещерякова за поддержку работы, Н.Н.Говоруна – за полезные обсуждения, участников экспериментов на спектрометрах БИС-2 и РИСК ОИЯИ – за помощь на этапе внедрения и сопровождения комплексов программ реального времени.

Литература

1. Садовников В.Н. ОИЯИ, IO-81-396, Дубна, 1981;
Гузик Э., Форычки А. ОИЯИ, I3-81-451, Дубна, 1981.
2. Говорун Н.Н. и др. ОИЯИ, P10-I2968, Дубна, 1980;
Иванченко И.М. и др. ОИЯИ, IO-81-754, Дубна, 1981;
Водопьянов А.С. и др. ОИЯИ, P13-82-547, Дубна, 1982;
Безногих Г.Г. и др. ОИЯИ, B1-10-82-920, Дубна, 1982;
Евсина В.Н. и др. ОИЯИ, B1-10-81-862, Дубна, 1982.
3. Операционная система ОС ЕС (под ред. Л.Д.Райкова). "Статистика", М., 1980.
4. Джейсуол Н. Очереди с приоритетами. "Мир", М., 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел
13 июля 1983 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

D3-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
D13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
D1,2-12036	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
D1,2-12450	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
D1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
D11-80-13	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
D4-80-271	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
D4-80-385	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
D2-81-543	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
D10,11-81-622	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
D1,2-81-728	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
D17-81-758	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
D1,2-82-27	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
P18-82-117	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
D2-82-568	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
D9-82-664	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
D3,4-82-704	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
D3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Евсиков И.И. и др.

10-83-503

Адаптивный алгоритм связи процессов сбора и обработки данных в системе управления экспериментом на циклических ускорителях

Анализируется динамически настраивающийся алгоритм связи между ассоциированными параллельными процессами в системе управления экспериментом, проводимым в области физики высоких энергий. Программная реализация предлагаемого алгоритма ориентирована на ЕС ЭВМ с операционной системой ОС 6.1.

Рассматриваемые средства, входящие в состав комплекса программ реального времени, применяются в двухуровневой распределенной системе управления в условиях одновременного обслуживания базовой ЭВМ независимых экспериментов.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Evsikov I.I. et al.

10-83-503

Adaptive Algorithm for Communication Processes of Data Accumulation and Handling in the Control System for Experiments on Cyclic Accelerators

The dynamically adaptive algorithm for communication between associative parallel processes in the control system of high energy physics experiments is analysed. The program realization of the algorithm is oriented to ES computer with the OS 6.1. operating system. In the complex of the real time program the means considered are used in the two level distributed control system under conditions of simultaneous using of basic computer by independent experiments.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой