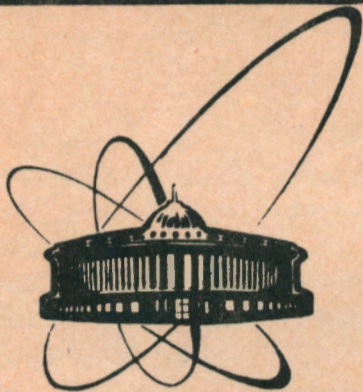


92-386



СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

P10-92-386

В.Г.Иванов, Ф.Фернандес Нодарсе

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА  
ОФФ-ЛАЙН ОБРАБОТКИ ДАННЫХ  
В ФИЗИКЕ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ  
С ПОМОЩЬЮ СППР СОМЕХ

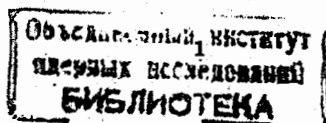
1992

Обработка данных в экспериментах по физике высоких энергий (ФВЭ) производится большими коллективами с помощью распределенных вычислительных систем. В состав последних входят различные ЭВМ, процессорные фермы, устройства массовой памяти с роботами и графические рабочие станции, объединяемые в единый вычислительный комплекс локальными и глобальными сетями передачи данных. Вследствие этого при планировании вычислительных ресурсов, которые потребуются для обработки экспериментальных данных, необходимо учитывать широкий круг вопросов, связанных как с возможностями самого комплекса, так и его работой. К ним относятся вычислительные мощности, массовая память, требования к устройствам ввода / вывода, организация, доступ и хранение огромных объемов данных, обмен информацией между участниками коллаборации и т. п.

Для моделирования процессов офф-лайн обработки данных, быстрого поиска нужных материалов, необходимых для принятия решений, и проведения расчетов на основе баз данных, знаний, электронных таблиц и других программных средств на ПЭВМ типа IBM PC/AT была разработана интеллектуальная система поддержки принятия решений (СППР) COMEX /1,2/ в компьютерной модели электронного эксперимента. СППР COMEX входит в состав программного обеспечения автоматизированного рабочего места (АРМ) /3/ в распределенной системе обработки экспериментальных данных и использует для решения задач его информационное обеспечение и другие компоненты.

Исходными данными для СППР COMEX являются программа научных исследований эксперимента, содержащая, в частности, количество событий, подлежащих обработке, и некоторые данные о них, а также число участников из основного центра, региональных центров, институтов и т. д., а результатом - конфигурация вычислительной системы для офф-лайн обработки данных с указанием параметров стоимости и перечня оборудования.

В данной работе рассматривается методика моделирования



процесса офф-лайн обработки данных электронного эксперимента в ФВЭ с помощью СППР COMEX для проведения оценок вычислительных ресурсов и выбора оптимальной компьютерной среды.

### 1. Схема решения задачи

Первым шагом на пути решения этой задачи является оценка требующейся вычислительной мощности и ресурсов внешней памяти. На основе этих данных оценивается стоимость требуемого для "офф-лайн обработки" данных компьютеринга. Поскольку последняя зависит от конкретной организации этого процесса, то целесообразно сначала рассмотреть все имеющиеся модели с тем, чтобы выбрать из них наиболее подходящую для данных конкретных условий. Оценив в первом приближении требующиеся вычислительные мощности, объем массовой памяти, число носителей информации, требования к устройствам ввода / вывода и их ориентировочную стоимость, нужно определиться с принципиальными вопросами: где производить реконструкцию событий и формировать Master DST, как обеспечить анализ экспериментальных данных.

Блок-схема процесса оценки вычислительных ресурсов для электронного эксперимента, разработанная с учетом возможности ее программной реализации, приведена на рис.1.

На начальном этапе пользователь знакомится с методами оценки вычислительных ресурсов. Для этого COMEX обеспечивает ему посредством меню доступ к информационному обеспечению АРМ, содержащему текстовые файлы с разнообразной информацией о детекторах, моделях обработки и т.д., электронные таблицы с примерами решения задач такого типа и базы данных компьютерного оборудования.

Затем необходимо задать системе исходные данные. К ним относятся [1]: 1) графики набора и обработки событий (реальных и моделированных); 2) соотношение между полезными и фоновыми событиями; 3) средние времена счета полезных, фоновых и искусственных событий, включая времена генерации событий по полной и частичной схемам ("полное" и "быстрое" Монте-Карло); 4) средние размеры всех типов событий на файлах исходных данных и результатов (DST); 5) иерархическая структура файлов суммарных результатов (DST) и частота обращения к различным DST; 6) число физиков; 7) число команд физиков; 8) другие величины,

необходимые для моделирования, например, среднее время "просмотра" одного гигабайта DST, затраты времени CPU на обеспечение интерактивной работы одного физика и т.д.

Определение исходных данных:

- Знакомство с методикой оценки
- Оценка вычислительных мощностей и объемов информации:
  - а) -на основе данных из аналогичных экспериментов
  - б) -исходя из числа событий, средних времен счета событий, средних размеров всех типов событий и т.д.

Моделирование различных вариантов:

- распределение задач по уровням компьютерного комплекса, например, выбор ЭВМ для реконструкции событий, моделирования, физического анализа и т.д.
- методика работы на основе больших ЭВМ или network workstation с учетом имеющихся компьютерных ресурсов
- организация хранения и доступа к данным (Raw data, Master DST и т.д.)
- требования к сетям передачи данных

Выбор оптимального варианта компьютерной системы эксперимента

Проверка решения

Рис.1. Блок-схема процесса оценки вычислительных ресурсов

1.1. Выбор модели вычислительной системы для решения основных задач, в том числе для реконструкции событий (формирования Master DST), анализ данных.

Здесь возможны два подхода:

1. Обработка исходных данных производится как в основном, так и в других центрах, обладающих достаточными для этого вычислительными ресурсами. В этом варианте необходимо сначала разослать исходные данные для реконструкции в центры-участники коллаборации. Затем все полученные в них DST собираются в основном центре для формирования Master DST, с которой команды физиков будут отбирать данные на свои Team DSTs для дальнейшей работы. При этом важно обеспечить идентичность программ обработки и используемых для реконструкции констант. Эта концепция была предложена в 1988 году /4/, когда большие ЭВМ

были основным вычислительным ресурсом в физике высоких энергий, а графические рабочие станции-рабочим инструментом физиков при анализе данных, перекачиваемых на них из устройств массовой памяти. И, кроме того, стоимость компьютеринга была достаточно высока. Такой подход обеспечивал более равномерное распределение финансовых затрат на компьютеринг между участниками коллаборации.

2. Появление в последующие годы достаточно дешевых вычислительных систем на базе микрокомпьютеров и возможность использования имеющихся в лабораториях больших ЭВМ с высокими скоростями каналов ввода-вывода создали условия для быстрого получения Master DST в квази он-лайн режиме. В этом варианте процесс формирования Master DST производится в основном центре, здесь же получают и дублируются различные типы DST, используемые в коллаборации для физического анализа. Участники коллаборации получают нужные данные путем копирования на носители или пересылки по каналам связи. В этом случае встает вопрос о выборе компьютерных систем для реконструкции событий и анализа данных как "вычислительных элементов" экспериментальной установки и их включения в общую вычислительную инфраструктуру основного центра. Необходимо также обсудить вопросы, связанные с выбором техники доступа к данным, включая организацию хранения и доступа к файлам (raw data и DST), например, на основе стратегии, используемой в экспериментах ALEPH /5/ и L3 /6/.

Рассмотрим этот подход на примере эксперимента ALEPH. Данные, получаемые детектором ALEPH на большом электрон-позитронном коллайдере ЦЕРНа, обрабатываются в несколько стадий на наиболее подходящих для этих целей компьютерных системах. Система сбора данных (VAX-кластер) пересылает файлы исходных данных (raw data files) через двухпортовые диски на систему для реконструкции событий (Local Area VAX cluster), называемую Falcon. Результаты реконструкции, готовые для физического анализа, передаются через Ethernet на диски CERN IBM 3090/600 и ALEPH Off line VAX cluster. Диски IBM могут также использоваться CERN CRAU XMP/48. На IBM производится сжатие данных, их классификация и запись на картриджи для хранения и распространения среди участников коллаборации. Управление процессом движения данных между различными системами полностью автоматизировано и позволяет получать результаты реконструкции

для физического анализа через несколько часов после их получения системой сбора данных. Для повторной обработки данных после введения усовершенствований в алгоритмы и уточнения значений констант в качестве сервера данных применяется CERN CRAU, обеспечивающий доступ Falcon к лентам исходных данных. Для организации физического анализа данных в интерактивном режиме в "вычислительной среде" эксперимента имеется другой VAX- кластер /7/.

Таким образом, при ориентации на эту модель необходимо:

- 1) определить вычислительный ресурс и конфигурацию вычислительной подсистемы для реконструкции событий;
- 2) определить вычислительный ресурс и конфигурацию подсистемы для интерактивного анализа данных;
- 3) использовать возможности вычислительного центра для организации движения потоков информации, хранения и распространения информации, а также быстрого поиска нужных данных.

Исходя из выбранной модели "офф-лайн обработки", выработаются требования к характеристикам сети передачи данных, которая должна будет связать вычислительные центры и компьютеры коллаборации в интегрированную вычислительную систему. Для проверки достоверности полученных результатов предлагается сравнить их с имеющимися в литературе данными о вычислительных системах типичных экспериментов в близкой к рассматриваемой области.

2. Общие принципы проектирования компьютерного комплекса для обеспечения обработки экспериментальных данных

Компьютерный комплекс представляет собой совокупность взаимосвязанных технических и программных средств. В процессе его проектирования СППР COMEX работает в два этапа: выбор предварительного общего состава с использованием экспертных оценок и определение окончательного состава компьютерного комплекса. Как способ решения задачи СППР COMEX, в основном, использует типовое проектирование.

Основным принципом создания компьютерного комплекса является принцип модульной структуры программно - технического комплекса (ПТК) на базе серийно выпускаемых унифицированных технических и программных средств вычислительной техники с применением стандартных аппаратно - программных интерфейсов. ПТК



представляет собой взаимосвязанную совокупность технического (ТО) и общего программного (ПО) обеспечения. Сравнение вариантов выполняется с помощью математической модели принятия решения по критерию эффективности, в нашем случае это - соотношение характеристика/ стоимость. Вычислительные средства, необходимые для решения задач обработки экспериментальных данных, наиболее эффективно получают путем построения многомашинных комплексов с иерархической или сетевой структурой. Была использована техника разделения событий для описания независимых транзакций ("transactions"), которые существуют в системе.

Ключевой момент в построении отображения множества требований к компьютерному комплексу - прогнозирование параметров будущей рабочей нагрузки на ПТК на основе анализа имеющихся проектных решений по математическому, информационному, программному и техническому обеспечению, а также с учетом имеющихся данных о системах - аналогах. Формирование требований к характеристикам ПТК в наименьшей степени поддается формализации. Основными моментами формирования требований являются: 1) отображение технических требований к ПТК во множество допустимых значений характеристик ПТК. Осуществляется в несколько этапов: формируются системные требования к ПТК; затем они декомпозируются; далее на основе декомпозированных системных требований формируются локальные требования к характеристикам ПТК; затем локальные требования формализуются в виде нечетких множеств, определенных на множествах значений характеристик ПТК; 2) должны быть определены составы технических требований, общесистемных и локальных требований к ПТК, а также соответствия между требованиями смежных уровней и между локальными требованиями и характеристиками ПТК; 3) следует учитывать, что отображение множества технических требований во множество допустимых значений характеристик ПТК осуществляется через задачи, решаемые в системе.

При создании и заимствовании компонент ТО должны быть обеспечены требования, вытекающие из следующих общесистемных принципов: системного единства, развития, совместимости, стандартизации. Это означает необходимость создания ТО на базе серийных средств вычислительной техники общего назначения, т.е. "open environment for computing" /8/, с минимальным

использованием специализированных технических средств (ТС), применение которых должно быть технически и экономически оправдано. Техническое обеспечение включает в себя следующие функциональные группы технических средств: процессоров, внешних запоминающих устройств, устройств ввода/вывода, устройств передачи данных. Каждая функциональная группа включает в себя несколько типов агрегатных модулей, отличающихся эксплуатационными и функциональными характеристиками.

Выбор конфигурации технических средств необходим для сокращения рассматриваемого множества вариантов организации ПТК за счет использования многоуровневой схемы принятия решений.

Процесс проектирования предъявляет следующие требования к ПТК: приближение ЭВМ к рабочему месту; оснащение рабочего места удобными и надежными средствами машинной графики; реализация программ, позволяющих выполнять работу в режиме диалога с пользователем; обеспечение быстрого реагирования системы на запросы или задания оператора; предоставление возможности легкого доступа к ЭВМ в любое время. Удовлетворению этих требований наилучшим образом отвечает иерархическая конфигурация. Причина широкого распространения иерархических систем следующая: лучшее отношение "характеристика / стоимость" по сравнению с аналогичными данными для многотерминальных систем с мощным процессором. Повышение эффективности иерархической системы достигается за счет специализации ЭВМ нижнего уровня.

Противоречивые требования к техническим средствам можно удовлетворить, используя сетевую конфигурацию. Сетевая конфигурация наиболее перспективна для компьютерного комплекса, обеспечивает достижение всех целей. Чем сложнее связи между устройствами вычислительной сети (ВС), тем полнее проявляются достоинства локальной вычислительной сети (ЛВС). Для снижения нагрузки используется принцип подсетей с функциональной специализацией. Следующие после выбора конфигурации технических средств шаги проектирования ПТК представляют собой уточнение его состава в рамках выбранной конфигурации. Снижение стоимости сетевой конфигурации можно получить в результате выделения в отдельные рабочие станции дорогостоящих ресурсов, которые могут применяться в режиме коллективного доступа.

При проектировании ЭВМ принципиальным является определение

процента использования CPU. Это включает как режим разделения времени, так и пакетный режим для получения основных системных ресурсов. Определенного внимания заслуживает методика, позволяющая использовать группы целевой обработки и процедуру разделения различных целевых обработок. Большое распространение персональных компьютеров и рабочих станций показывает, что предназначенные для одной цели интерактивные системы могли бы быть построены на основе персональных компьютеров. Возможным вариантом для параллельной обработки пакетного анализа в физике высоких энергий является сетевая конфигурация благодаря сравнительно невысокой стоимости рабочих станций; она имеет огромные преимущества по стоимости и большую интерактивную гибкость рабочих станций по сравнению с терминалами большой ЭВМ. Однако скорость доступа к данным в большой ЭВМ является значительно выше. В этом состоит главное значение большой ЭВМ в физике высоких энергий. Использование удаленных внешних устройств нередко создаёт дополнительные проблемы, связанные со скоростью передачи данных и с управлением, ограниченными ресурсами сети. Относительно низкое отношение "цена / производительность", многочисленность поставщиков и наличие развитой операционной системы UNIX /11/ являются аргументами для решения, основанного на использовании параллельной сети рабочих станций типа RISC - UNIX.

Данные будут использованы вместе с пользовательской (feedback) обратной связью для обеспечения моделирования и внесения изменений в проект. Надо сказать, что часто ПТК используется для полной или частичной обработки разных экспериментов.

### 3. Решение задачи при использовании СППР COMEX

Рассмотрим применение СППР COMEX для моделирования процесса офф-лайн обработки данных электронного эксперимента DELPHI, оценки требуемых вычислительных ресурсов и выбора оптимального варианта компьютерной среды. В процессе использования модели для планирования необходимых компьютерных средств ( см. рис. 1) требуется 3 этапа.

#### 1) Определение входных данных.

Для этого необходимо иметь общее представление о проблеме.

Если его нет, СППР COMEX с помощью специальных меню позволяет пользователю ознакомиться с методикой оценки вычислительных ресурсов, общим описанием "HER computing", базы данных с информацией об аналогичных экспериментах, исходных данных для СППР COMEX и компьютерных конфигураций вычислительных комплексов ряда конкретных экспериментов. Для значений входных параметров [1] для DELPHI были сделаны следующие предположения.

В течение трех лет на установке планируется получить 10 млн. адронных  $Z^0$ -событий. В первый год-1 млн., во второй-3 млн. и в третий-6 млн. При этом фоновый эквивалент в первом году по CPU-времени равен 1, т.е. время обсчета фоновых событий равно времени обсчета полезных событий. А в последующие годы время обсчета фонового события будет составлять 1/3 от времени обсчета полезного события. Поскольку каждое событие может обрабатываться несколько раз, предположили: "Первый миллион событий будет обрабатываться три раза, дважды в течение первого года и один раз-второго. В течение второго года он будет обработан третий раз + три миллиона событий, полученных в этом году. В течение третьего года эти три миллиона событий будут обработаны второй раз + шесть миллионов событий, которые будут получены в этом году, а второй раз они будут обработаны в четвертом году". Для оценки требуемых вычислительных мощностей необходимо задать время обсчета реального и фонового событий. Для этого предполагалось, что время обсчета реальных событий будет равно 30 с за весь период обработки, фоновых событий для первого обсчета первого миллиона 20 с, а всех последующих 10 с, т.к. предполагается, что алгоритмы отбора полезных событий будут заметно улучшены после анализа первой группы событий.

Вообще говоря, моделирование - это такой процесс, который может "поглотить" любые вычислительные мощности. Поэтому была предложена следующая модель /4/. Методом Монте-Карло по полной схеме (Full Monte Carlo), начиная с розыгрыша процесса взаимодействия налетающей частицы с мишенью, "проведения" всех образовавшихся частиц через установку и кончая получением "отклика" соответствующих детекторов (т.е. "результатов измерения" сгенерированных событий) и, наконец, реконструкцией последних, предлагается генерировать несколько больше событий, чем планируется получить: 12 миллионов "искусственных" на 10

миллионов полезных событий - 1, 2, 3, 3 и 3 миллионов за каждый год соответственно. Кроме того, предполагается, что каждая из 20 команд физиков будет генерировать по частичной схеме (Fast Monte Carlo) столько событий, сколько генерируется всеми по полной схеме. Время генерации по полной схеме 300 с на событие, а быстрой - 3 с. Длина одного  $Z^0$ -события  $\approx 150$  Кбайт, а фоновый эквивалент по объему в первом году будет превышать эффект в три раза, а в последующие будет равен ему /9/. При генерации событий необходимо также запоминать истинную информацию о каждом моделируемом событии (50 Кбайт). Тогда средняя длина исходных данных на одно полностью генерируемое событие будет 200 Кбайт. Суммарные вычислительные мощности измеряются в черновских единицах или Mips. Под черновской единицей вычислительной мощности понимается ЭВМ типа IBM производительностью 3 Mips или ЭВМ типа VAX производительностью 4 VUPS. На "просмотр" одного гигабайта DST в среднем тратится около часа черновской единицы или три часа ЭВМ производительностью 1 Mips.

Для успешной работы коллаборации ее участники должны иметь возможность отбирать с Master DST нужные им для физического анализа данные, обмениваться исходными данными и результатами. Для этого была предложена модель организации иерархической структуры данных /4/. Суть её заключается в следующем. В ходе реконструкции для каждого события формируется информация, содержащая данные, которые могут быть полезны при дальнейшем физическом анализе. Эта информация накапливается на файлах, называемых лентами суммарных результатов DST (Data Summary Tape или File) и собирается на Master DST в основном центре. Под Master DST понимается эталонный экземпляр, с которого участники коллаборации получают DST, необходимые им для дальнейшей работы. С Master DST каждая команда физиков отбирает интересующую их информацию, создавая соответствующую Team DST. Каждый физик, в свою очередь, отбирает с Team DST интересующие его данные, формируя для себя Personal DST. Кроме того, каждый физик для интерактивного анализа отбирает с Personal DST набор данных, называемый Personal active event sample, десять раз в неделю. Обработка данных в Центре будет вестись 100 физиками из десяти команд. На основе этих данных оцениваются потребности в вычислительной мощности и объемы получаемых данных, приведенные в таблицах 1 и 2.

ЗАДАЧА	CPU				
	год: 1	2	3	4	5
-реконструкция событий	4	6	14	10	0
-МК-генерация	14	29	43	43	43
-доступ к Master DST (Real+MC)	3	3	3	3	3
-физический анализ	12	16	20	22	24
сумма	33	54	80	78	70

Таблица 1. Мощность процессора, необходимая для обработки данных в черновских единицах

Суммарный файл	год: 1	2	3	4	5	сумма
-измеренные исходные данные	600	900	1800	0	0	3300
-сгенерированные исходные данные	200	400	600	600	600	2400
-Master DST реальных событий	100	300	600	0	0	1000
-Master DST МК - событий	150	300	450	450	450	1800
-Сумма	1050	1900	3450	1050	1050	8500

Таблица 2. Объемы исходных данных и Master DST для реальных и генерируемых событий (в Гбайт)

## 2) Моделирование различных вариантов системы.

Исходя из особенностей эксперимента, надо обсудить, какие имеющиеся ресурсы и какую рабочую методику использовать, поскольку это сильно влияет на выбор большой ЭВМ или распределенной системы, требований к линиям связи и сети, техники доступа к данным. Выбор методики обработки включает анализ возможности разделить пакетные и интерактивные функции. Основные ограничения сети - это ограничение ширины полосы и доступа к часто требующимся файлам на диске. Целью техники доступа данных является полная загрузка логической записи (событий) в оперативную память как можно быстрее. Использование директории событий (event directory) /10/, создание различных типов DST, возможности работы с сегментами файлов - это подходы, которые рекомендуется обсудить, особенно с условием параллельной обработки.

На этом этапе необходимо уточнить данные об организации и

методике обработки, связанные с доступом к файлам данных, сетям передачи данных и целями обработки. Для этого нужно задать средние размеры файлов (например, емкость носителя информации), минимальных сегментов файлов (например, размер события или групп событий в Raw Data, DST's и т.д.), желательные скорости передачи данных для различных задач, объем требуемой дисковой памяти, соотношения между числом терминалов и рабочих станций, ежегодные коэффициенты изменения стоимости вычислительных средств, процессоры и внешние устройства, которые СППР СОМЕХ будет использовать в процессе поиска.

Результатом моделирования является набор конфигураций компьютерного комплекса, который пользователь определил сам с использованием информационного обеспечения СППР или с помощью механизма решения СППР СОМЕХ. Здесь интересно рассмотреть влияние на конечный результат числа уровней компьютерного комплекса, распределение подзадач на уровнях, требования к сети, размер файлов (Raw data, DST, team DST, personal DST и т.д.) и стратегии обработки этих файлов. Для этого необходимо распределить задачи по уровням компьютерного комплекса. Предположим, что в основном реконструкция выполняется на одном уровне компьютерного комплекса, физический анализ - на другом (специализированные вычислительные системы) и на ЭВМ ЦВК - задачи, связанные с классификацией и записью файлов на картриджи для хранения и распространения среди участников коллаборации, с моделированием и с работой "файл-сервера".

СППР СОМЕХ показывает распределение требований задач к процессорам и внешним запоминающим устройствам по уровням и по годам, которые пользователь может при необходимости изменить. После этого СППР СОМЕХ подбирает состав оптимального комплекса (сети). Этот процесс или часть его может выполняться несколько раз при изменении значений различных параметров модели и соответственно получить несколько вариантов компьютерной конфигурации.

### 3) Выбор оптимального варианта.

СППР ищет оптимальное решение, т.е. минимальную стоимость компьютерного комплекса, который удовлетворяет заданной системе требований. Из набора конфигураций компьютерного комплекса пользователь должен выбрать наиболее подходящую. Итогом

моделирования разных вариантов является получение нескольких результатов на основе выбранной модели в зависимости от ее параметров.

Из вариантов, полученных с использованием СППР СОМЕХ, рекомендуется использовать следующие оптимальные конфигурации с учетом имеющихся ресурсов и других особенностей:

1. Для реконструкции - network workstations типа RISC (с оперативной памятью 8 - 16 Мбайт, жесткими дисками) и multiple file servers с дисковым объемом в несколько Гбайт.
2. Для физического анализа - network workstations (с оперативной памятью 8 - 16 Мбайт, жесткими дисками емкостью 100 - 300 Мбайт) и multiple file servers с дисковым объемом в несколько Гбайт. Мощность и число процессоров зависят еще от соотношения рабочих станций и пользователей.

СППР СОМЕХ рекомендует число и характеристики процессоров и устройств, которые входят в состав оптимальной конфигурации, такие как устройства массовой памяти, принтеры, терминалы, плотеры и т.д., характеристики сервера и линии связи. Эти результаты можно использовать как основу для выбора окончательной конфигурации с помощью базы данных процессоров и внешних устройств.

С помощью СППР СОМЕХ моделировались различные варианты компьютерных комплексов для экспериментов, в которых ежегодно должны обрабатываться от нескольких миллионов до десятков миллионов событий, например, эксперименты ALERH, L3, DELPHI, ГИПЕРОН, ЭКСЧАРМ и МАРС-МЧС. Система позволяет пользователю после знакомства и небольшой тренировки на имеющихся примерах решать задачу моделирования варианта комплекса за 1-2 часа работы на ПЭВМ. Чем лучше пользователь освоит область применения, тем более эффективно будет ее моделирование и использование СППР СОМЕХ.

С точки зрения методов решения задача была поставлена как проблема, характеризующаяся неточно определенными данными с использованием эвристических знаний для определения значений части переменных модели и ее последующего решения. Модель включает, в основном, две подмодели: одна из них характеризует типичную задачу для решений, т.е. физический эксперимент, а вторая - стратегию (принципы) проектирования компьютерных



комплексов. Полученные решения, т.е. компьютерные комплексы, отражают принципы проектирования и зависят от баз данных процессоров и внешних устройств, на основе которых СППР моделирует решения. СППР COMEX имеет другие возможности, такие как хранение системы требований к компьютерному комплексу, хранение в базе данных различных вариантов решения, доступ к базам данных процессоров и внешних устройств, установление заранее имплицитных (экспертных) значений параметров и их модификации и т.д.

#### Заключение

Основными средствами для анализа экспериментов в ФВЭ являются математическое обеспечение, сети, процессоры и средства доступа данных. Практика показывает, что необходимо моделировать стратегию решения задачи, т.е. оптимизировать рабочие методы (организацию обработки) и соответствующий выбор оптимальной конфигурации компьютерного комплекса с учетом имеющихся ресурсов. С помощью СППР COMEX мы смоделировали несколько моделей компьютинга, техники организации и доступа к данным. Эти результаты подтверждают высказанный Р.П. Моунтом тезис /6/ об изменении роли больших ЭВМ в системах распределенной обработки данных и соответствующих методов организации обработки данных. Основным средством для вычисления становится комплекс мощных рабочих станций, а большие ЭВМ все чаще начинают выступать в роли серверов.

Рассмотрено применение созданной СППР для решения серии задач, связанных с планированием компьютерных ресурсов, для проведения вычислительных экспериментов. Применение СППР для решения данных задач позволяет получать результаты, близкие к оптимальному решению.

Авторы приносят благодарность Ю.К. Потребенникову, Г.А. Члачидзе, Д.А. Кириллову, В.В. Первухову и А.Г. Зайкиной за критические замечания и полезные обсуждения.

#### Список литературы

1. Ф. Фернандес Нодарсе. Модель компьютерной обработки экспериментов в системе поддержки принятия решений COMEX. - Сообщение ОИЯИ P11-92-335, Дубна, 1992

2. В.Г.Иванов, Ф. Фернандес Нодарсе. Система поддержки принятия решений COMEX.- Сообщение ОИЯИ P10-92-336, Дубна, 1992
3. В.Г. Иванов, Ф. Фернандес Нодарсе, Е.Эрдэнэдэлгер. Назначение и структура программного обеспечения автоматизированного рабочего места в распределенной системе обработки экспериментальных данных. - Сообщение ОИЯИ P10-91-105, Дубна, 1991
4. B.Carpenter, C.Jones, G.Kellner et. al. The MUSCLE Report: The computing needs of the LEP experiments.- CERN/Data Handling Division DD/88/1, January 15, 1988
5. M. Delfino et al. The ALEPH Data processing chain at CERN. A successful combination of three heterogeneous computer architecture.- CIHEP91, Tsukuba, 1991, p.115-117
6. R.P. Mount. Overview of essential tools.- CPC vol.57, Num.1-3, dec 1989, p.140-147
7. Kenneth A. et al. The ALEPH off-line workstation cluster: optimizing a large VAX/VMS cluster.- CIHEP91, Tsukuba, 1991, p.171-176
8. P. Leibold, B. Scipioni. Computing Facility at SSC for detectors.- Proceedings of the Symposium on detector research and development for the SSC, Fort Worth, Texas, USA, october 15-18, 1990
9. E. Dahl-Jensen et al. A model for DELPHI Data processing.- DELPHI 88-65 PROG 116, october 1988, CERN
10. M.Delfino et al. Rapid access to event subsamples in large disk files through random access techniques.- CIHEP91, Tsukuba, 1991, p.353-357
11. J.N.Butter. UNIX in High Energy Physics: What we can learn from the initial experience at Fermilab.- CIHEP91, Tsukuba, 1991, p.555-569

Рукопись поступила в издательский отдел  
21 сентября 1992 года.

Иванов В.Г., Фернандес Нодарсе Ф.

P10-92-386

**Моделирование процесса офф-лайн обработки данных  
в физике высоких энергий с помощью СППР COMEX**

Цель работы — моделирование процесса офф-лайн обработки данных для определения оптимальной конфигурации вычислительного комплекса, выявления узких мест и принятия мер по их устранению. Описываются схема решения задачи, общие принципы проектирования компьютерного комплекса для обработки экспериментальных данных и применение системы поддержки принятия решений (СППР) COMEX для выбора оптимальной конфигурации компьютерного комплекса для обеспечения обработки данных реальных экспериментов.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1992

**Перевод авторов**

Ivanov V.G., Fernandez Nodarse F.

P10-92-386

**Modelling of the Off-Line Data Processing  
in High Energy Physics Using CAA COMEX**

The goal of the study is to model the off-line data processing in order to define an optimal configuration of the computer system and to detect and solve its bottlenecks. The task solution scheme, the general principles for designing a computer system to process experimental data and the use of a computer aided assistant (CAA) COMEX to obtain an optimal configuration of the computer system for experimental data processing are described.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1992