

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



Ц 845

0-774

2651/2-78

А.И.Островной, И.М.Саламатин

19/vi-78

P10 - 11349

БАЗА ДАННЫХ В ОБОБЩЕННОЙ СИСТЕМЕ
РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ - САНПО

1978

Р10 - 11349

А.И.Островной, И.М.Саламатин

**БАЗА ДАННЫХ В ОБОБЩЕННОЙ СИСТЕМЕ
РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ - САНПО**

Островной А.И., Саламатин И.М.

РЮ - 11349

База данных в обобщенной системе реального времени - САНПО

Предложен единый подход к генерации систем накопления и предварительной обработки экспериментальных данных для спектрометрических экспериментов на основе описания базы данных (БД). При описании БД могут быть учтены особенности конкретного физического эксперимента и задачи функциональной обработки, которая выполняется при заполнении БД в реальном масштабе времени. Язык описания БД достаточно прост и не требует специальных знаний.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Ostrovnoj A.I., Salamatin I.M.

РЮ - 11349

Database in the Real-Time Generalized System

A united approach to a system for accumulating and spectra unfolding generation based on the description of a database on a high level language is suggested. Peculiarities of a given physical experiment and functions of a data real-time processing may be included into the description of the database. The database description language is very simple and does not require special knowledges to study.

The investigation has been performed at the Neutron Physics Laboratory, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1978

1. ВВЕДЕНИЕ

Задачи регистрации, накопления, предварительной обработки информации и управления экспериментом в реальном масштабе времени обычно решаются путем создания специальных систем на базе мини-ЭВМ^{1-4/}. Такие системы сильно зависят от аппаратуры и конфигурации имеющихся мини-ЭВМ. Для нового эксперимента обычно разрабатывается новая аппаратура и вновь создается программное обеспечение, по существу новая специализированная система.

Для того чтобы обеспечить программирование значительного числа экспериментов небольшими силами, предлагается создать обобщенную систему реального времени - САНПО /система автоматического накопления и предварительной обработки экспериментальной информации/. Система САНПО разрабатывается для ИВЦ ЛНФ ОИЯИ, ориентирована на 16-разрядные машины с системой команд мини-ЭВМ М-400^{5/}, СМ-3^{6/} и др. Она предназначена для регистрации, накопления, предварительной обработки экспериментальной информации и управления экспериментом, прежде всего, для задач спектрометрии. Эта система позволит генерировать на основании исходного описания программное обеспечение конкретного эксперимента.

В состав программного обеспечения эксперимента должны входить система регистрации, система накопления и обработки, средства организации долговременного хранения экспериментальных данных и некоторые другие системы.

Вопрос об организации базы данных /БД/ является одним из наиболее важных в программном и аппаратном обеспечении измерительного комплекса /7-11/.

Примером работы в этом направлении может служить сообщение /11/. Описываемая в этой работе БД ориентирована на накопление спектрометрической информации и реализована в рамках операционной системы DOS-M на мини-ЭВМ HP-2100A. Упомянутая БД обеспечивает накопление, первичную обработку данных и их запись на внешнее запоминающее устройство /ВЗУ/ с использованием средств файловой системы DOS-M, т.е. является ее расширением.

В данном сообщении описывается БД, предлагаемая для использования ее на мини-ЭВМ, работающих на линии с экспериментальной установкой. Предполагается, что одна ЭВМ на значительный срок /около месяца/ предоставляется полностью в распоряжение одного экспериментатора. Измерительные модули /мини-ЭВМ, стоящие на линии с экспериментальной установкой /"связаны" в сеть /соединены линией связи с некоторой организующей ЭВМ/, поэтому необходимо, чтобы БД можно было использовать сетью ЭВМ. В свою очередь, БД должна позволять экспериментаторам использовать сеть ЭВМ, ресурсы памяти, вычислительные и информационные возможности.

2. ИСХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СОЗДАВАЕМОЙ БАЗЕ ДАННЫХ

1. Использование описываемой БД имеет ряд особенностей, и воспользоваться готовой базой данных не представляется возможным по следующим причинам: необходимо построить БД на мини-ЭВМ, стоящей на линии с экспериментальной установкой, ЭВМ с небольшим объемом оперативной памяти и небольшим объемом внешних накопителей, а может быть, и вовсе без них /в этом случае необходимо передавать информацию по линии связи/;

в условиях, когда мини-ЭВМ работает на линии с экспериментальной установкой, удобнее не фиксировать

набор внешних накопителей для БД, т.к. конфигурация таких ЭВМ часто меняется. Помимо этого, данная БД должна функционировать на нескольких мини-ЭВМ, имеющих различную конфигурацию;

- как правило, применяется автоматическое распределение памяти, что, с одной стороны, понижает пропускную способность системы накопления, с другой - увеличивает затраты на программирование такой системы и усиливает зависимость ее от конфигурации ЭВМ. При автоматическом распределении памяти затруднено также административное ограничение запрашиваемых для одного эксперимента ресурсов внешней памяти.

Данная БД должна использоваться в системе реального времени и заполняться в режиме on-line. Размер порций, которыми будут накапливаться файлы в БД, определяет пользователь из соображений оптимизации системы накопления или в зависимости от особенностей проводимого эксперимента.

Специфика использования мини-ЭВМ в эксперименте такова, что, как правило, один пользователь занимает все ресурсы машины. Информация, которую он накапливает, представляет интерес только для него, поэтому аппарата защиты на этапе накопления не требуется.

2. В свете такого критического рассмотрения решено было создать новую, по возможности, простую БД. Назначение предлагаемой БД, особенности ее использования, рассмотренные во введении и пункте I настоящего параграфа, позволяют сформулировать следующие требования к создаваемой БД:

1/ Элементы данных /ЭД/ базы могут располагаться как в оперативной памяти, так и на любых внешних накопителях, подключенных к данной мини-ЭВМ, а также в памяти, доступной только через посредство линии связи с другой ЭВМ.

2/ Элементы данных могут заполняться в режиме on-line и автоматически обрабатываться в процессе проведения эксперимента.

3/ В рамках данной системы необходимо предоставить возможность достаточно просто работать с большими массивами информации, подвергать их обработке

по некоторому алгоритму, предоставить средства обработки как всего массива, так и любых его частей, возможность редактирования информации без ее физического перемещения.

4/ Для каждого эксперимента можно сформировать свою индивидуальную организацию ЭД, отвечающую потребностям и особенностям данного конкретного эксперимента.

5/ Логическая организация БД должна обеспечить надежность ее использования, при авариях важно не потерять накопленной ранее информации.

6/ Реализация проекта должна быть по возможности простой. Следует заметить, что БД должен отвечать аппарат управления, который обеспечивает ее использование, и язык общения человека и системы управления БД.

3. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ БД

Прежде чем описывать предлагаемую БД, изложим сам подход, принятый угол рассмотрения проблемы создания БД для системы накопления и предварительной обработки экспериментальной информации и в какой-то степени уточним терминологию.

В предлагаемой БД принято другое понимание структуры ЭД. Под файлом или ЭД обычно понимается совокупность физической информации, хранящейся некоторым способом, зависящим от типа БД. В предлагаемой БД элемент данных понимается как некоторый "резервуар", который можно заполнять физической информацией. Этот ЭД может быть пустым, заполняться или быть полным. По-иному понимается иерархия ЭД. Обычно это связи подчинения, следования и т.д. Иерархия в нашем понимании - это иерархия памяти в системе накопления. Данная БД, в отличие от обычной, активна. Обычно БД - это архив, хранилище информации, а рассматриваемую БД можно представить как некоторую совокупность "резервуаров" /элементов данных/, соединенных иерархическими связями. Эта совокупность заполняется экспериментальной информацией в реальном масштабе време-

ни, и в случае, когда один "резервуар" заполнится, информация автоматически "пересылается" по соответствующей иерархической связи в "резервуар" на другом иерархическом уровне. Движение информации может носить более сложный характер, т.к. возможна более запутанная иерархическая организация ЭД /она задается пользователем/. Следует заметить, что при перемещении информации с одного уровня на другой она по желанию пользователя может подвергаться какому-нибудь преобразованию. Таким образом, БД может автоматически функционировать до тех пор, пока отведенная ей память заполнится, но и в этом случае можно заранее предусмотреть некоторое автоматическое действие /как это сделано в работе^{12/} или их последовательность, например, сжатие, сортировку, выдачу сообщения на теле-тайп, передачу информации по линии связи и т.п.

Данная БД ни в коей мере не отрицает существующих БД и методов их организации, она предназначена для других целей. Предлагаемая БД для эффективной работы предполагает существование какого-нибудь, хотя бы самого простого, долговременного хранилища информации.

Для того чтобы обеспечить выполнение сформулированных в предыдущем параграфе требований и желаемые качества БД, в данном подходе принято разделение БД на локальную БД /ЛБД/ и статическую /СБД/. Темой данного сообщения в основном является описание локальной БД, а СБД - это и есть то самое долговременное хранилище информации, упомянутое выше. ЛБД описывается на специальном языке, и взаимодействие ее с СБД обеспечивается путем введения специальных функций в систему и язык. Набор функций открыт и может пополняться. Одна ЛБД может одновременно работать с несколькими разными СБД, располагающимися на разных ЭВМ. ЛБД не зависит от СБД и, в принципе, может работать без нее. С СБД можно работать как с рабочего места экспериментатора /с измерительного модуля/, так и с терминала на центральной ЭВМ или в пакетном режиме.

Описываемая ЛБД может изменяться в зависимости от требований эксперимента. При этом допускается из-

менение логической организации ЭД, дисциплины их заполнения, набора и состава функций обработки. ЭД могут располагаться в оперативной памяти и на ВЗУ, подключенных к измерительному модулю, либо к ЭВМ, доступной по линии связи, и могут заполняться любыми заданными порциями информации.

Вся память, которая может быть использована ЛБД, классифицируется по типам. Тип памяти определяет метод доступа и физическое строение носителя, тип задается целым числом. В число возможных типов памяти включаются различные ВЗУ, подключенные к ЭВМ, в том числе и через посредство линии связи. Указанием типа определяется имя программы, которая обеспечит доступ к памяти. Различными типами будут НМЛ и НМД, или, например, два различных НМЛ. Необходимо заметить, что для ЛБД предусматривается возможность абсолютного распределения памяти.

Надежность работы ЛБД обеспечивается ее логическим строением. Физическое и логическое строение ЛБД определяется системными таблицами, которые составляются на основе соответствующих описаний. В данном случае считается необходимым сохранить всю накопленную информацию или максимум достоверной информации и дать возможность продолжать эксперимент, если машина остановится с потерей счетчика команд.

На языке описания ЛБД будут определяться ЭД, дисциплина их заполнения и обработки. В соответствии с рекомендациями рабочей группы комитета¹⁷/CODASYL операторы языка делятся на 1/ операторы описания БД и 2/ операторы описания функциональной обработки. Языковые средства, относящиеся к ЛБД, являются частью специализированного языка более общего назначения.

4. СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЛБД

При описании ЛБД указывается вся отводящаяся ей память. Для каждого ЭД в таблицах заданы тип и занимаемая область памяти. Каждому типу памяти ставится в соответствие имя функции, которая осуществляет доступ к нему.

В предлагаемой БД основными ЭД являются слова, буфера и блоки буферов или просто блоки. Все ЭД доступны по имени посредством соответствующих таблиц. Под ЭД понимается некоторая область памяти. Слово - это машинное слово, слово в оперативной памяти ЭВМ. Буфер - последовательность рядом расположенных слов, т.е. некоторый сегмент оперативной памяти или, может быть, сегмент на НМД или НМЛ. Блок - это один или несколько сегментов внешней памяти. Следует подчеркнуть, что блоки могут располагаться только во внешней памяти, причем сегменты, составляющие блок, располагаются в памяти одного типа. Блок, по существу, является теоретико-множественным объединением буферов, и его отличие от буфера заключается в механизме использования. Буфера обеспечены более быстрым механизмом обслуживания, поэтому блоки для целей накопления целесообразно ставить в последних уровнях иерархии ЭД.

Введены еще дополнительные ЭД, это векторы буферов и векторы блоков. Компонентами векторов являются соответственно буфера и блоки, используются они как обычные буфера и блоки, но через посредство аппарата работы с соответствующими векторами.

5. ЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЛБД

Представление ЭД в ЛБД и дисциплина их заполнения

Представление ЭД в машине имеет списочную структуру. Каждый ЭД представлен для системы накопления и обработки данных в системных таблицах. Из таблиц по имени можно извлечь информацию о месте расположения ЭД, о иерархической связи подчинения, о текущем состоянии данного ЭД и др. Таблицы составляются на этапе компиляции /генерации/ ЛБД по исходному описанию.

Для каждого буфера, вектора или блока существует свой указатель заполнения, который перемещается, ког-

да в ЭД заносится информация. Указатель заполнения тоже хранится в таблице.

Буфера оперативной памяти можно заполнять информацией по одному или по нескольку слов сразу, при этом указатели заполнения сдвигаются на соответствующее количество единиц. Можно содержимое буфера А сбросить в буфер В. В этом случае А будет пуст, а информация, ранее здесь хранившаяся, будет перемещена в В и указатель В передвинется на величину, равную длине буфера А. Аналогичные операции вводятся для блоков и векторов. Возможны другие операции, например, "Сбросить часть (А,В)", в этом случае буфер А больше буфера В, и сбросить А в В нельзя. В результате выполнения этой операции В станет полным, а буфер А освободится от соответствующего количества информации, она заполнит буфер В. Эта операция будет повторяться до тех пор, пока освободится буфер А. т.о. однократным применением одной операции мы иницируем неявный цикл. Такая дисциплина исполнения операций обеспечивается системой управления БД.

Иерархия ЭД в ЛБД и ее использование

Иерархия ЭД понимается как иерархия ЭД в системе накопления. Информация, перемещаясь по уровням этой иерархии, может подвергаться некоторой, часто довольно простой, а следовательно, кратковременной обработке. Можно задать желаемые действия на случай заполнения буфера, они будут иницированы автоматически. В таком случае можно построить простейшую систему накопления и предварительной обработки экспериментальной информации /рис. 1/, иначе говоря, процесс обработки. Здесь подсистема регистрации заполняет буфер в оперативной памяти /ОП/, и как только БУФ1 заполнится, иницируется следующая операция, и информация будет переслана на диск в буфер БУФ2. Если БУФ2 полон, то пересылать сюда информацию нельзя, и по заполнении БУФ1 накопление в этот буфер приостанавливается до тех пор, пока БУФ2 освободится и туда не будет передана очередная порция информации из

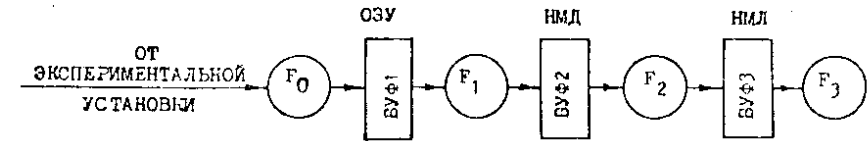


Рис. 1. Простейшая схема системы накопления и предварительной обработки экспериментальной информации.

БУФ1. По такой схеме действует вся цепочка в системе накопления и предварительной обработки /на примере рис. 1/ F_i для каждого i может быть просто операцией пересылки информации, а может включать и некоторую обработку.

Данный пример позволяет показать иерархическую связь трех буферов. В предлагаемой ЛБД иерархия понимается именно в таком смысле, но сама схема иерархических связей может быть значительно сложнее, например, так, как показано на рис. 2. Заметим, что вместо одной функции в предлагаемой схеме может иницироваться некоторый алгоритм, состоящий из нескольких функций. Таким образом, системные таблицы и совокупность иерархических связей ЭД представляют логическую организацию ЛБД. Дисциплина заполнения ЭД, состоящих в некоторой иерархии, отражена в правилах автоматического иницирования следующей операции.

Необходимо заметить, что первый уровень любой построенной иерархии в случае регистрации по программному каналу должен находиться в оперативной памяти.

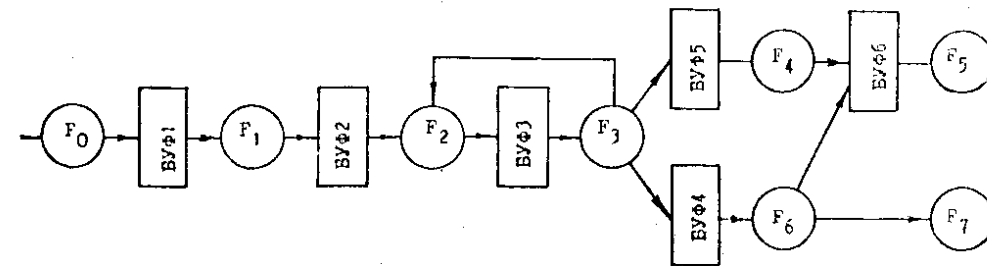


Рис. 2. Схема системы накопления с усложненной иерархической зависимостью ЭД.

Функции могут выполняться непосредственно на измерительном модуле, тогда все операции осуществляются через оперативную память и нужно зарезервировать рабочий буфер для целей обработки, если она необходима. Если функции выполняются на другой ЭВМ, доступной по линии связи, рабочего буфера не требуется.

Обеспечение надежности использования ЛБД

Надежность в данном случае означает способность системы не терять накопленной информации при авариях. Надежность работы системы накопления и обработки информации обеспечивается строением ЛБД и формой ее представления в памяти ЭВМ. ЛБД задана в системе набором системных таблиц, эти таблицы дублируются на двух независимых внешних носителях. Помимо этого, предусмотрено периодическое копирование текущего состояния таблиц. Такое копирование производится в следующих случаях:

- 1/ по истечении заданного времени,
- 2/ по поступлении в систему информации указанного объема,
- 3/ по приказу в программе пользователя.

Таблицы легко доступны по ссылкам из области типа COMMON, а из самих таблиц можно извлечь необходимую информацию об ЭД. Система позволяет определить имя функции, которая выполнялась в момент аварии, и выяснить, является ли прерванная операция необратимой. Такие возможности системы позволяют алгоритмически обрабатывать аварийные ситуации, автоматизировать поиск причины аварии и выбор метода устранения ее последствий без потерь или с минимальным ущербом.

Возможность динамического изменения ЛБД

В данной системе возможно описание новых ЭД в процессе работы. Для этого при описании ЛБД специальным приказом следует зарезервировать необходимое количество элементов таблицы для описания ЭД. В таком

случае при описании новых ЭД не требуется вновь генерировать ЛБД и вообще все программное обеспечение эксперимента. При динамическом описании ЭД информация о нем будет помещена на свободное, ранее зарезервированное место в соответствующей таблице.

В системе имеется возможность динамически ввести новый процесс обработки, не нарушая ранее определенных функций. Это может быть, например, процесс, который использует вновь описанные ЭД.

Допускается динамическое переопределение ЭД без потери полезной информации. Доступ к переопределенным ЭД не изменяется, а следовательно, могут работать без изменения ранее определенные процессы и алгоритмы, использующие ЭД.

6. СОПРЯЖЕНИЕ ЛБД И СБД

В случае, когда требуется долговременное хранение информации, нужные файлы более целесообразно поместить в СБД. В рамках данной системы тоже можно работать с ранее накопленными массивами информации, но она не имеет столь развитого сервиса, как СБД. Для долговременного хранения файлов можно использовать один или несколько архивов или библиотек, доступных непосредственно, либо по линии связи.

Количество различных архивов и библиотек, сопряженных с ЛБД, а также их место расположения определяются для системы только путем введения различных специальных функций, на которые будут возложены обязанности по обеспечению интерфейса с СБД.

Запись файлов в СБД может инициироваться автоматически по заполнению некоторого буфера или по приказу с телетайпа. Предусматриваются функции вызова некоторого файла из СБД.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В системах накопления и обработки спектрометрической информации возникает потребность работать с

большими массивами информации. Измерительный модуль не имеет большой памяти, по этой причине возникает потребность организации всех модулей в сеть и построения БД на сети машин.

Потребность в гибкой системе накопления и обработки для каждого эксперимента вызвала разделение базы данных на ЛБД и СБД. Отметим основные характеристики предложенной БД:

1. БД функционирует как автоматическая система накопления и предварительной обработки экспериментальной информации. Этой системе уделено особое внимание: предоставлена возможность организации неявных циклов; автоматически иницируются процессы обработки; иерархия ЭД в ЛБД является иерархией памяти в системе накопления, т.е. можно создать многоуровневую систему.

2. БД генерируется вместе с системой автоматического накопления и предварительной обработки для каждого конкретного эксперимента с учетом всех его особенностей на основе единого подхода, путем описания ЛБД, ее структуры и логической организации.

3. БД может располагаться на сети ЭВМ, благодаря чему экспериментатору предоставляется аппарат использования всех возможностей и ресурсов сети.

4. Использование СБД, возможно, располагающихся на различных ЭВМ, обеспечивается путем построения сопряжения между ЛБД и СБД.

5. ЭД данной базы могут заполняться в реальном масштабе времени.

Предложенный подход к построению БД сравнительно прост и не требует больших затрат на программирование. Для использования языка описания ЛБД специальной подготовки не требуется.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блинные Н.И. и др. ОИЯИ, 9-10064, Дубна, 1976.
2. Иванченко И.М., Сеннер А.Е. В сб.: *Лекции Международной школы по использованию ЭВМ в ядерных исследованиях*. ОИЯИ, Д10,11-8450, Дубна, 1974, с.269.

3. Кожов В.М. ОИЯИ, 11-7941, Дубна, 1974.
4. Салаи Ш. ОИЯИ, 10-10027, Дубна, 1976.
5. Управляющий вычислительный комплекс М-400 АСВТ-М. Справочный материал. ИНЭУМ, М., 1974, с.86.
6. Наумов Б.Н., Болрченков М.А., Кабалецкий А.Н. Управляющий вычислительный комплекс СМ-3. Приборы и системы управления, 1977, №10.
7. Информационные системы общего назначения. Аналитический обзор систем управления базами данных. Перевод с английского. Под ред. Е.Л.Ющенко. "Статистика", М., 1975.
8. Zornes J.A. Data Base Management Systems on Minicomputers. Data Base, 1977, v.9, No. 1.
9. Операционная система IBM/360. Супервизор и управление данными. Нью-Йорк. Пер. с англ. под ред. А.И.Ильюшина. "Советское радио", М., 1973.
10. Говорун Н.Н. и др. ОИЯИ, 10-11051, Дубна, 1977.
11. Белов А.В., Жук В.И., Шитиков В.И. Организация базы данных на малой ЭВМ для систем автоматизации физических экспериментов. Материалы I Всесоюзного совещания по автоматизации научных исследований в ядерной физике. Киев, 12-14 октября 1976 г., Киев, ИЯИ АН УССР, 1976, с.148.
12. Дади К. и др. ОИЯИ, 10-9060, Дубна, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел
24 февраля 1978 года.