



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
Дубна

9/2-81

687 / 2-81

9/2-81

P10-80-701

В.И.Никитина

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ  
УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ (СУБД)  
(Краткий обзор)

1980

### Общие положения

В настоящее время создан и функционирует ряд программных систем, получивших название "Системы управления базами данных" (СУБД). Под базой данных (БД) в общем случае понимается поименованная совокупность взаимосвязанных, хранящихся вместе данных, отображающая состояние объектов, их свойств и взаимоотношений и реализующая принцип интеграции данных, который заключается в том, чтобы одну и ту же совокупность данных можно было использовать для максимально возможного числа приложений /3,15/.

СУБД выполняет функции доступа к базам данных, их обновления и ведения, совместного использования баз данных многими пользователями, а также справочные функции.

При разработках СУБД должны учитываться основные требования к системам управления базами данных /2,4/: физической и логической независимости данных, защиты их от несанкционированного доступа, неабыточности и непротиворечивости данных, интегрированности хранения и дифференцированности применения данных, а также возможности использования разнообразных структур данных.

Физическая независимость означает, что физическое расположение и организация данных могут изменяться, не изменяя при этом ни общей логической структуры, ни прикладных программ. Логическая независимость - это возможность изменять общую логическую струк-

туру данных без изменения их физического расположения и прикладных программ.

Структура данных – это пользовательское представление данных. Различные данные имеют различные характеристики, влияющие на организацию данных. Кроме того, различные пользователи могут иметь совершенно разные потребности. Поэтому существует много структур данных, имеющих свои достоинства и недостатки: сетевые, иерархические древовидные, реляционные, инфологические, основанные на бинарных отношениях, функциональные, основанные на семантических сетях или на понятии расширенных множеств, и другие.

Структуры данных описываются с помощью различных языков описания данных (ЯОД)<sup>/2/</sup>.

ЯОД – это средство объявления СУБД структур, которые будут использоваться в данной системе.

Глобальное описание логической структуры базы данных называется логической схемой базы данных. Она состоит из имен и описаний всех атрибутов базы данных и указывает на связь между ними.

Описание данных, которое использует прикладной программист, называется подсхемой.

На основе одной схемы можно составить много различных под-схем. Работа СУБД основана на применении логических схем и подсхем.

Интерфейс между прикладной программой и системой управления базами данных называется языком манипулирования данными (ЯМД)<sup>/2/</sup>. Во многих системах ЯМД встраивается в процедурно-ориентированный язык типа КОБОЛ.

Как правило, современные СУБД используют свои собственные языки описания данных, сильно отличающиеся друг от друга. Так, например, фирма IBM предлагает язык DL/I (Data Language/I)<sup>/2,43/</sup>, используемый в системе IMS<sup>/2,4,12,43/</sup> и других.

Этот язык применяется как для логического, так и для физического описания БД и позволяет использовать сетевые и иерархические древовидные структуры. Система "Ока"<sup>/1,14,18/</sup> предлагает язык ВЕТА, выполняющий аналогичные функции. Система ВЕТА<sup>/18,25/</sup> использует для своих целей язык ЛИРС и т.д.

Рабочая группа по базам данных (РГБД) при Ассоциации по языкам систем обработки данных (CODASYL) предложила свой язык описания данных, не зависящий от языков программирования и во многом аналогичный КОБОДУ<sup>/4,6,29,35,36/</sup>. ЯОД определяется разделом данных КОБОЛА, а в качестве ЯМД предложен расширенный Раздел про-

цедур КОБОЛа. С помощью языка COBASYL можно описывать как сетевые, так и древовидные структуры.

Совокупность ЯОД и ЯМД определяет некоторую модель данных (МД).

Важным положением при создании СУБД является различие между системами с базовым языком и системами с замкнутой организацией данных<sup>/4/</sup>.

Система с базовым языком - это система, которая строится на основе процедурного языка типа КОБОЛ, ПЛ/1, ФОРТРАН, Ассемблер. Возможности базового языка представляют собой дополнительные средства для программистов-прикладников, встроенные в процедурный базовый (КОБОЛ и т.д.) язык. Пользователь такой системы для осуществления процедурного управления машиной пишет программы почти на том же уровне, как если бы он программировал в процедурно-ориентированном языке.

Системы с замкнутой организацией используют средства, предназначенные как для программистов, так и для непрограммистов. Эти средства не имеют связи с процедурно-ориентированным языком и нацелены на осуществление определенного набора функций высокого уровня. Наиболее распространенными функциями замкнутой организации являются функция обновления и справочная функция.

Замкнутые системы по сравнению с системами с базовым языком имеют ряд преимуществ, но существенным недостатком таких систем является ограниченность их применения.

Наиболее тщательная проработка всего комплекса вопросов, связанных с построением СУБД, содержится в предложениях РГБД, которые внесли существенный вклад в развитие программного обеспечения автоматизированных систем обработки информации, хотя нет достаточных сведений о полной реализации этих предложений.

Начиная с 1969 г. (момента первого появления публикаций материалов РГБД), СУБД развивается в двух основных направлениях: с одной стороны - делаются попытки предоставить пользователю возможность работы с разнообразными структурами данных (включая сетевые и иерархические древовидные), а с другой - наблюдается стремление избежать растущей сложности логических структур с помощью метода, называемого нормализацией, разработанного Коддом<sup>/37, 38/</sup>

Нормализованные структуры данных реализуются в виде простых структур хранения, которые основываются на том, что любые отношения между данными в базе данных могут быть представлены в фор-

ме таблиц, называемых отношениями. Процесс представления данных в виде таблиц называется нормализацией, а база данных, построенная с помощью отношений, называется реляционной /2,39,40/. Система управления такими базами получила название СУБД с отношениями. Система операций, используемая для манипулирования отношениями, называется алгеброй отношений и описывается в терминах теории исчисления отношений. Кодд разработал специальный ЯМД для реляционной модели базы данных, в котором пользователю предоставляются средства формулирования своих запросов на языке, близком к естественному языку (язык реляционной алгебры).

Как правило, в настоящее время разрабатываются СУБД смешанного типа; они ориентированы на использование сетевых и иерархических древовидных структур, а языки манипулирования представляют наборы реляционной алгебры.

С началом этапа развития систем обработки информации, связанного с построением информационно-вычислительных сетей, широкое развитие получило создание систем управления распределенными базами данных /2,8-II,42/.

Наиболее общим подходом создания распределенных баз данных на практике является интеграция неоднородных баз данных, т.е. баз, уже к настоящему времени существующих и локально используемых. Под интеграцией баз данных понимается возможность одновременного и совместного использования некоторой прикладной программой различных БД посредством общего языка манипулирования данными, независимо от структур данных в конкретных БД /9/. В этом случае, с точки зрения пользователя, существует "воображаемая база данных, называемая виртуальной, рассматриваемая как совокупности интегрируемых реальных БД в представлении, соответствующем общему языку определения данных" /9/.

Распределенная база данных может быть также создана посредством декомпозиции, т.е. разложения одного логического тела базы данных в ряд физически раздельных баз данных на основе логических и физических критериев.

Основными моделями баз данных, наиболее часто используемыми в настоящее время, являются: сетевая, иерархическая древовидная и реляционная.

На сегодняшний день создано и успешно функционирует большое число СУБД различного назначения (более 200).

Далее мы рассмотрим наиболее известные системы общего назначения,

не затрагивая проблемно-ориентированных систем, таких, как SESAM /45/, STAIRS /46/, и SOLEM-2 /47/, систем СИОД-I, СИОД-2/I,18,23/, НСИ-ДОС, НСИ-I-ДОС/I/, и ряда других.

Первые базы данных появились с середины 1960 годов, однако только за последние годы они стали широко применяться для обработки данных. Разработка систем управления базами данных общего назначения сейчас является одним из основных направлений в области обработки данных.

### СУБД, основанные на сетевых моделях данных

#### IDS

К одной из первых систем управления базами данных, основанных на сетевой модели, относится "Интегрированная система хранения данных" IDS (Integrated Data Store) /4/, разработанная фирмой Honeywell в 1973 г. Это система общего назначения, с базовым языком, ориентированная на сложные структуры. С помощью IDS пользователь приспособливает структуру данных к условиям конкретного приложения. Возможности, предоставляемые программисту в IDS, определяются базовым языком КОБОЛ, расширенным за счет языковых элементов и использующимся для нужд как ЯОД, так и ЯМД, и операционной системой, под управлением которой работает созданная программа.

Система IDS рассчитана на функционирование в пакетном режиме под управлением операционных систем ЭВМ H400, H600/6000. База данных IDS состоит из одного или более файлов, структурным элементом которых является "цепь", связанная в "кольцо"/2/. Математическое обеспечение системы относится к типу систем CODASYL. Система работает в режиме произвольного доступа к файлам.

#### IDMS

На сетевой модели данных основана также логическая схема "Интегрированной системы управления базами данных" IDMS (Integrated Database Management System) /4,44/, созданная фирмой BF Coordrich в 1971 г на основе системы IDS. Это система с базовым языком

ANS КОБОЛ, используемым в качестве ЯМД и ЯОД, и математическим обеспечением типа CODASYL.

IDMS интересна тем, что таблицы, описывающие структуру БД, сами организованы как маленькие базы в основной памяти, а это означает, что IDMS во всех операциях использует мета-БД, что обуславливает дублированную проверку всех вызываемых кодов.

### Другие системы

К известным системам с сетевой структурой можно отнести также систему типа CODASYL, с базовым языком, DMS 1100, созданную фирмой UNIVAC /4/, и другие.

### СУБД, основанные на иерархических моделях данных

#### IMS

Наиболее известной СУБД с иерархической структурой данных считается мощная система управления базами данных IMS (Information Management System) /2,4,12,43/, разработанная фирмой IBM для функционирования в среде ОС серии IBM 360/370. Это система с базовым языком (КОБОЛ, Ассемблер, ПЛ/I), главная цель которой — обеспечение простого осуществления взаимодействия программиста-прикладника с коллективно используемыми данными. Одно из широко рекламируемых достоинств IMS — возможность обращения к ней с незапланированными запросами; причем одни и те же данные могут использоваться для ответов на различные вопросы. Система IMS обеспечивает работу в пакетном и оперативном режимах и использует иерархическую модель данных внутри одной базы данных (файла в терминологии отчета CODASYL). На уровне логической схемы допускаются некоторые логические связи между различными БД. В качестве ЯОД и ЯМД используется язык DL/I /2,43/, который предоставляет два языка описания данных: ДВД и PSB, относящихся (в терминах CODASYL) к классу языков с разделителями и ключевыми словами. Основной конструкцией языка является дерево; между деревьями существуют логические связи. Дерево может иметь до 15 уровней, а база данных состоять из нескольких физических деревьев. Логическая схема представляет собой совокупность всех описаний логически связанных данных. Язык DL/I предоставляет несколько альтернативных организаций памяти: иерархическую последовательную (HSAM), индексно-последовательную (HISAM), иерархическую

прямую (IBM) и иерархическую индексно-прямую (IBM) . Система IMS обеспечивает одновременный доступ нескольких пользователей к одной БД при запросе.

#### DL/I DAS/VS

Система, реализующая язык DL/I в операционных системах IBM 360/370/3030/4300 , используется также в качестве фундаментальной информационной системы DL/I DAS/VS /43/.

#### MARK-IV

Со структурами данных языка DL/I могут работать некоторые пакеты программ, разработанные другими фирмами, как, например, широко известная система управления базами данных MARK-IV /2,4,7,16,41/, разработанная фирмой Informatics Soc.

MARK-IV - система общего назначения замкнутого типа. Впервые реализована в 1968 году и была ориентирована на управление файлами и сообщениями. В настоящее время это система, совместимая с широким кругом операционных систем IBM 360/370 и рядом других операционных систем, в том числе ОС ЕС. Функции ее удовлетворяют основным требованиям к СУБД. MARK-IV функционирует в режимах пакетной и оперативной обработки. Система проста в использовании и экономична. Логическая схема базы реализована на иерархической древовидной модели данных. Система управляет последовательными и индексно-последовательными файлами и может одновременно обрабатывать несколько файлов с различными структурами. ЯМД обеспечивается средствами замкнутого типа и непроцедурным языком, т.е. языком, использующим параметрическое описание требований вместо команд, объясняющих, что надо сделать. Формализованный параметрический язык предполагает фиксированную форму бланков, где каждая цифра имеет строго определенное значение.

#### Другие системы

Можно перечислить еще несколько СУБД общего назначения, созданных зарубежными фирмами, модели баз данных которых представляют собой древовидные структуры. Это GIS /4/ - обобщенная информационная система замкнутого типа, созданная фирмой IBM ; система формирования файлов NIPS/FFS /4/, замкнутого типа, созданная фирмой IBM, DCA и National Military Command System ; система общего назначения System 2000 /4/, разработанная фирмой MRI ,



использующая в качестве ЯМД как средства замкнутого типа, так и средства базового языка; система управления данными с разделением времени TDMS /2,4/, разработанная фирмой SDC, обеспечивающая достаточно полный набор замкнутых возможностей в условиях диалогового режима и являющаяся первой системой, основанной на применении инвертированных файлов, и другие.

### Системы управления реляционными базами данных (СУБД с отношениями)

Первая система управления реляционными базами данных MADAM (MacAIMS Data Management System) разработана MIT Project Mac в 1970 г. /44/. Ее современный вариант MADAM/RDMS появился в 1971 г. Это система общего назначения, ориентированная на ЭВМ 68000. MADAM/RDMS использует большую виртуальную память, поддерживает языки данных, основанные на реляционной алгебре, и обеспечивает генерацию сообщений.

Система управления реляционными базами данных RDMS (Relational Data Management System) /4,44/ разработана фирмой General Motors в 1972 г. Она представляет собой систему замкнутого типа, ориентированную на применение к серии ЭВМ IBM 370/67. REGIS является современным вариантом этой системы. Система RDMS/REGIS дает возможности анализа и выдачи запрашиваемых данных. Она является одной из немногих систем советательного типа.

К последним разработкам крупных реляционных систем относятся системы QUERY BY EXAMPLE (1976 г.) и SYSTEM R (1975 г.), созданные фирмой IBM /44/.

QUERY BY EXAMPLE является одной из двух, имеющих в наличии коммерческих реляционных систем. Это система замкнутого типа, использующая язык данных QUERY BY EXAMPLE. Система обеспечивает одновременное использование базы данных при запросе несколькими пользователями.

SYSTEM R - система общего назначения с базовым языком. SYSTEM R состоит из двух компонент: RDS (Relational Data System) и RSS (Relational Storage System). RDS выполняет функции контроля данных, автоматизации выбора данных и генерации выданных, их оптимизации. RSS осуществляет доступ к базе данных, управление памятью и одновременным доступом нескольких пользователей к БД. SYSTEM R использует язык описания данных SEQUEL, встроенный в ПЛ/1 и КОБОЛ. SYSTEM R обеспечивает одновременное использование БД и при запросе и при обновлении.

Следует упомянуть также три наиболее известные системы с естественными языками описания данных, позволяющих использование их без предварительного изучения языков описания данных, таких, как QUERY BY EXAMPLE или SEQUEL : TORUS (1975 г.)<sup>/44/</sup>, созданную в университете Toronto (Canada), ориентированную на ЭВМ IBM 360/370; PLANES (1975 г.)<sup>/44/</sup>, разработанную в университете Illinois (Urbana) для машин PDP 10; RENDEVOUS (1976 г.), разработанную фирмой IBM для ЭВМ IBM 370.

В настоящее время ведутся работы по созданию крупной системы управления реляционными базами данных RDBMS (Relational Database Management System)<sup>/40/</sup>. Предполагается, что эта система будет использовать, на уровне логической схемы базы данных, иерархическую структуру данных и обеспечивать пользователей большими возможностями манипулирования данными.

#### Системы управления распределенными базами данных (СУРБД)

В настоящее время разрабатываются две системы управления распределенными базами данных, основанные на реляционной модели данных: INGRES и SDD-1<sup>/42/</sup>. Версия распределенной системы INGRES разрабатывается на основе уже созданной в 1975 г. в университете Berkley (California) системы INGRES/CURIO. INGRES/CURIO обрабатывает произвольный запрос и обеспечивает одновременное использование БД несколькими пользователями и при запросе, и при модификации БД.

Система SDD-1 (System for Distributed Database) разрабатывается фирмой Computer Corporation по проекту, созданному в 1977 г.

#### СУБД в СССР

Первые системы управления базами данных в СССР начали появляться с 1975 года в связи с широким распространением ЭВМ третьего поколения. Многие из них являются результатом адаптации наиболее распространенных СУБД. Так, прототипом систем управления базами данных "Ока" и СИНБАД послужила система IMS, а прототипом системы "Банк" - система IDS. Эти системы реализованы на базе ОС и ДОС ЕС ЭВМ.

## СУБД, основанные на сетевой модели данных

Наиболее известными СУБД, основанными на сетевой модели данных, в СССР считаются "Банк" /1,13,18,22,28/ и НАБОБ/1,15,16,18,28/  
"Банк"

"Банк" - это система общего назначения, с базовым языком (КОБОЛ, Ассемблер, ПЛ/1), разработанная в 1975 году. В отличие от своего прототипа IDS, система "Банк" обеспечивает большую гибкость в употреблении языков, организации программных средств и способа связи с прикладными программами, предоставляет более широкие возможности для пользователей. Как и в IDS, модель данных позволяет создавать сетевые структуры путем связывания отдельных записей в кольцо с двунаправленными указателями. Система функционирует в среде ДОС ЕС и рассчитана на использование в пакетном режиме обработки.

Способ организации данных дает возможность отобразить достаточно широкий набор логических схем (списки, таблицы, деревья, графы). База данных состоит из одного или более файлов, структура которых выбирается пользователями системы в соответствии с их требованиями. Система управляет файлами с прямым доступом.

Существенным недостатком системы "Банк" является нарушение логической и физической независимости базы данных из-за отсутствия в ней аппарата подсхем. Данные в системе описываются с помощью декларативных макрокоманд, что влечет за собой введение физических характеристик при описании данных.

В качестве ЯМД используется набор макрокоманд поиска данных по ключам и модификации базы, написанных на Ассемблере. Система "Банк" предоставляет возможность прикладной программе работать с несколькими базами данных, хотя и не управляет этими БД.

### НАБОБ

СУБД общего назначения, с базовым языком (ПЛ/1 и Ассемблер), НАБОБ (НАБОры Области) является оригинальной разработкой, выполненной в СССР. Система представляет собой пакет прикладных программ, предназначенный для создания баз данных, размещаемых на устройствах прямого доступа, и организации взаимодействия с ними.

НАБОБ базируется на предложениях РГБД CODASYL в отношении структур базы данных, языков описания данных, и рассчитана на

функционирование в среде ДОС ЕС. При разработке СУБД учтены основные требования к системам управления базами данных.

Языковые средства системы: язык определения данных (ЯОД), язык описания данных подсхемы для ПЛ/І (ЯОД (ПЛ/І)) и язык манипулирования данными (ЯМД). Версии языков несколько отличаются от принятых в CODASYL. ЯМД представляет собой набор макроинструкций, включенных в ПЛ/І, для поиска и выдачи данных, а также модификации базы данных.

Программное обеспечение СУБД НАБОБ разделяется на подсистемы. Подсистемы спроектированы независимо друг от друга в пределах предварительно разработанного интерфейса между ними. СУБД НАБОБ использует прямой и индексно-последовательный доступ к базе данных. Прикладная программа работает с одной БД, управляемой системой.

#### СУБД, основанные на иерархической модели данных

Наиболее известными СУБД данного класса являются СИНБАД/І, І5, І8, 21, 22, 26, 27/ и "Ока"/І, І4, І8/.

#### СИНБАД

СУБД общего назначения СИНБАД (система моделирования банков данных), разработанная в институте математики АН БССР для работы под управлением ОС ЕС, представляет собой пакет прикладных программ. Это система с базовым языком (КОБОЛ, ПЛ/І, Ассемблер) и иерархической структурой данных на уровне подсхемы. На уровне логической схемы базы данных допустимы ограниченные сети. СИНБАД предназначена для создания и управления произвольным числом БД (файлов в терминологии CODASYL) независимо от способа размещения данных на физических носителях. Допускается одновременная обработка произвольного числа БД одной прикладной программой.

Языковые средства СИНБАД включают два языка: ЯОД и ЯМД. ЯОД представляет средства для задания логической и физической структуры БД. ЯМД - это набор макроинструкций, встроенных в ПЛ/І, КОБОЛ и Ассемблер. Он предназначен для выборки данных с заданием процесса поиска и обновления базы данных. СИНБАД использует два программно-совместимых метода доступа к БД: иерархический последовательный (VSAM) и иерархический индексно-последовательный (ISAM).

## "Ока"

СУБД общего назначения "Ока", разработанная Институтом кибернетики АН УССР, также представляет собой систему с базовым языком (КОБОЛ, ПЛ/I, Ассемблер). Аналогично СИНБАД, она использует иерархическую модель данных внутри одной базы данных (файла в терминологии CODASYL), а на уровне логической схемы допускает связи между различными базами данных. Идеи, лежащие в основе системы "Ока", в большинстве своем согласуются с предложениями и рекомендациями, сформулированными РГБД CODASYL.

Система представляет собой комплекс входящих в ОС ЕС обрабатываемых программ, который обеспечивает реализацию как средних, так и больших баз данных для самых различных применений. Она может работать в режиме оперативной обработки, пакетной, а также - комбинации этих режимов. В качестве ЯМД "Ока" использует язык ВЕГА. Он обеспечивает независимость прикладных программ от методов доступа, от физической организации памяти и от характеристик, отведенных под базы данных устройств. Язык используется для поиска данных, их замены, исключения данных и введения в базу новых данных. Система "Ока" допускает несколько альтернативных организаций памяти: индексно-последовательную (НСАМ), иерархическую индексно-последовательную (НІСАМ), иерархическую прямую (НДАМ) и иерархическую индексно-прямую (НІДАМ).

## "ВЕГА"

К оригинальным разработкам СУБД, основанных на иерархической модели данных, относится СУБД общего назначения "ВЕГА"/ІВ, /25/, созданная в Новосибирске на ЭВМ БЭСМ-6.

"ВЕГА" представляет собой систему замкнутого типа, использующую древовидные структуры данных с иерархически повторяющимися группами. Она обеспечивает хранение, модификацию и выдачу по запросам пользователей сведений документального или фактографического характера, оформленных в виде документов, имеющих некоторую формальную структуру. В зависимости от конкретных приложений она может рассматриваться как документальная или фактографическая система.

В качестве ЯМД используется язык ЛИРС. Это непроцедурный язык, предназначенный для составления заданий на выдачу и моди-

фикацию информации в базе данных, состоящих из описания данных с указанием критериев их выбора в документах и набора операторов, которые описывают действия над документами.

"ВЕГА" обеспечивает широкий набор операций над своими документами. Она допускает создание до 256 стандартных заданий.

Для защиты системы от несанкционированного доступа в системе существует жесткая иерархия паролей. "ВЕГА" использует прямой доступ к файлам.

### Другие системы

Кроме перечисленных выше СУБД, в СССР большую известность получили системы общего назначения "Кама"/1/, ориентированная на теледоступ, ИНЭС-2/1/, используемая в автоматизированных системах плановых расчетов, государственной статистики, АСУ министерств и ведомств, а также в научных целях, и другие.

### Системы управления реляционными базами данных ("СУБД с отношениями")

В СССР ведутся также разработки систем управления реляционными базами данных. "СУБД с отношениями"/28/, реализованная на ЭВМ БЭСМ-6 в операционной системе "Дубна", относится к этому классу систем. Это система смешанного типа с базовыми языками ФОРТРАН и автокод "Мадлен", с двумя типами структур данных: сетевыми (на уровне логической схемы данных) и отношениями над данными (на уровне подсхем). ЯМД предоставляет возможность пользователю-непрограммисту оперировать  $n$ -арными отношениями посредством операторов, аналогичных операциям реляционной алгебры: произведение, соединение, деление, выборка по условиям, проекция.

Попытка объединения достоинств эффективной организации данных при сетевом подходе с возможностями языков манипулирования реляционной модели выполнена в СУБД "Поиск"/20/. "Поиск" - это проблемно-ориентированная система замкнутого типа. Язык запросов, реализующих справочную функцию, близок к классу алгебраических языков. ЯОД включает возможности языков манипулирования данными реляционной модели.

### Системы управления распределенными базами данных (СУРБД)

В СССР ведутся работы по созданию систем управления распределенными базами данных. В качестве примера можно привести систему, ориентированную на АСВТ М6000, описанную в работе /19/, и систему "Сизиф" /9-11, 18/, находящуюся пока в стадии разработки. Предполагается, что это будет система смешанного типа, т.е. система, использующая как возможности базового языка, так и возможности систем замкнутого типа. В качестве ЯМД будет использован проблемно-ориентированный язык манипулирования виртуальными данными (ЯМДВ), основанный на реляционной алгебре, включающий набор операций над отношениями, используемых в целях интерпретации ЯМД.

### Работы ОИЯИ в области автоматизированных систем обработки данных

Начиная с 1975 г., в ОИЯИ ведутся интенсивные разработки автоматизированных систем обработки данных и работы по применению их к конкретным задачам управления.

#### ИСК

Система управления базой данных на ЭВМ БЭСМ-6 (ИСК) /33, 34/ работает под управлением операционной системы "Дубна" в пакетном и оперативном режимах. Последний вариант системы ИСК-3 создан в 1979 году. В настоящее время поддерживаются два варианта этой системы: ИСК-2 и ИСК-3. В качестве языков программирования использованы ФОРТРАН и автокод "Мадлен".

ИСК основана на иерархической модели данных, но на уровне логической схемы она допускает ограниченную сеть.

СУБД ИСК предназначена для работы с документами картотечного типа, применяемых в кадровом учете, библиотеках, учете изобретений и рацпредложений и т.д.

В системе применен способ организации файла документов методом частично инвертированных списков.

Языковые средства ИСК включают три языка: ЯОД, ЯМД и язык запросов (ЯЗ).

ЯОД - параметрический, непроцедурный язык, задаваемый с помощью таблиц внешнего описания данных.

ЯМД обеспечивается средствами замкнутого типа. Он представляет собой набор макроинструкций, написанных на ФОРТРАНе и имеющих форму управляющих карт.

ЯЗ представляет собой контекстно-свободный язык. Он является посредником между пользователем и системой автоматического поиска и выдач. ЯЗ служит для формулирования пользователем задания на поиск и выдачу незапланированных запросов.

Основной структурной единицей базы является документ. Допустимы документы разных типов, которые могут образовывать наборы, т.е. к некоторому документу может быть логически присоединен ряд документов других типов.

Вся архитектура системы и ее реализация рассчитаны на возможности устройств прямого доступа.

На основе ИСК в ОИЯИ созданы и функционируют Автоматизированная система кадрового учета ОИЯИ и Система учета изобретений и рацпредложений ОИЯИ.

### ССУД

Специализированная система управления данными (ССУД) основана на сетевой модели данных<sup>/32/</sup>. Ее первый вариант был разработан в 1975 году для ЭВМ CDC-6500. Сейчас эксплуатируется третий вариант системы.

На ее основе созданы Автоматизированная система учета материальных ресурсов ОИЯИ, а также Автоматизированная система учета работ, выполняемых капитальным строительством ОИЯИ. ССУД - проблемно-ориентированная система с базовым языком (КОБОЛ, Ассемблер), но по своим архитектурным особенностям она может быть использована для широкого класса задач АСУ.

Основной особенностью является единый массив документов, отражающих все изменения объекта управления. При этом он включает документы различных типов, связанных с различными изменениями.

Наряду с массивом документов, база данных содержит справочные сведения об основных характеристиках объекта управления.

ЯОД и ЯМД обеспечиваются средствами базового языка. Система работает в пакетном и оперативном режимах и использует индексно-последовательную и последовательную организацию памяти.

### ИПС ОИЯИ

Информационно-поисковая система ОИЯИ<sup>/30/</sup> разработана на ЭВМ CDC-6500. Это проблемно-ориентированная система с базовым языком (КОБОЛ). Она относится к ИПС дескрипторного типа. Логиче-



ская схема системы представляет собой иерархическую мультисписковую структуру. Базу данных составляют сведения о публикациях, включенных в INIS — международную организацию по обмену информацией в области ядерной физики. Единицы накапливаемой информации содержат подробное библиографическое описание публикаций и множество дескрипторов, описывающих их содержание. Дескрипторы являются поисковыми образами публикаций.

В состав системы включена подсистема допосоискового прогнозирования. Она выдает частоту использования дескриптора в фонде ИПС и оценивает число документов, релевантных запросу. Система обрабатывает как одиночные, так и пакеты запросов. "ИНИС" работает в режиме пакетной обработки. Ведутся работы по осуществлению диалогового режима.

Система использует прямую организацию памяти.

#### АСУ "Энергосбыт"

Система матобеспечения АСУ "Энергосбыт"/ЗІ/ реализована на ЭВМ БЭСМ-6 и работает под управлением операционной системы "Дубна". Она решает несколько задач.

Основные из них:

1. Автоматизированная система обработки данных энергосбыта.  
В состав матобеспечения входят модули, обеспечивающие выдачу различных справок.
2. Система планирования потребления электроэнергии предприятиями. Она дает возможность автоматизировать процесс разработки производственных планов с использованием статистических данных в диалоговом режиме и следит за ходом выполнения планов.

#### Заключение

Разработка систем управления базами данных различного назначения остается одним из основных направлений деятельности в области обработки данных. В настоящее время данные все чаще рассматриваются как общие жизненно важные ресурсы, которые должны быть организованы так, чтобы величина их была по возможности максимальной. ЭВМ позволяет хранить любые типы информации: чертежи, фотографии, документы, записи голоса и т.д. Чем больше данных может быть обработано ЭВМ, тем больше потенциальные возможности их использования.

Стоимость запоминающих устройств уменьшается быстрее, чем стоимость прочих систем обработки данных, и скоро может оказаться, что хранить информацию в файлах на ЭВМ дешевле, чем на бумаге.

#### Литература

1. Савинков В.М., Казаров М.С., Рысевич Ю.К. Использование систем управления базами данных в АСУ. В сб.: "Алгоритмы и организация решения экономических задач". М., "Статистика", 1979, вып.13, с.29-38.
2. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах. Пер. с англ. под ред. Щерса А.Л. М., "Мир", 1978.
3. Щерс А.Л. Предисловие к книге Дж.Мартина "Организация баз данных в вычислительных системах".
4. Информационные системы общего назначения (Аналитический обзор систем управления базами данных). Пер.с англ. под ред. Е.Л. Ющенко. М., "Статистика", 1975.
5. Цаленко М.Ш. Реляционные модели баз данных (обзор). В сб.: "Алгоритмы и организация решения экономических задач". М., "Статистика", 1977, вып.9, с.18-36; вып.10, с.16-29.
6. Столяров Г.К. Обзор предложений Рабочей группы КОДАСИЛ по базам данных. В сб.: "Алгоритмы и организация решения экономических задач". М., "Статистика", 1974, вып.4, с.48-76.
7. Мидоу Ч. Анализ информационных систем. Пер.с англ. под ред. Савинкова В.М. М., "Прогресс", 1977.
8. Калининченко Л.А., Рамьялг А.Е. Логика отображения сетевой модели данных в реляционную. В журн.: "Программирование", М., "Наука", № 2, 1979, с.73-83.
9. Калининченко Л.А., Рывкин В.М., Чабан И.А. Принципы построения и архитектура СИЗИФ - системы организации интегрированных баз данных. В журн.: "Программирование", М., "Наука", № 4, 1975, с. 28-35.
- Ю.Калининченко Л.А., Рывкин В.М., Чабан И.А. Язык определения схемы виртуальной базы данных в системе интегрированного за-

- поминания информации СИЗИФ. В журн.: "Программирование", М., "Наука", № 5, 1975, с.38-45.
- II. Калининченко Л.А., Рывкин В.М., Чабан И.А. Основные особенности языка манипулирования данными в системе интегрированного запоминания информации СИЗИФ. В журн.: "Программирование", М., "Наука", № 6, 1975, с.20-27.
  12. Будако В.И., Хитаршвили Л.И. IMS/360. В сб.: "Алгоритмы и организация решения экономических задач". М., "Статистика", вып.8, 1976, с.52-63.
  13. Дудкина Л.В. и др. Система управления базой данных "Банк". В сб.: "Алгоритмы и организация решения экономических задач". М., "Статистика", вып.8, 1976, с.34-52.
  14. Андон Ф.И. и др. Основные положения системы управления базами данных "Ока". В журн.: "УС и М", Киев, "Наукова думка", № 2, 1977, с.32-35.
  15. Савинков В.М. Послесловие к книге Мидоу Ч. "Анализ информационных систем", с.380-396.
  16. Фриндлер Ф.Л., Савинков В.М. Пакет прикладных программ СУБД НАБОБ. В сб.: "Алгоритмы и организация решения экономических задач". М., "Статистика", вып. 12, 1978, с.25-39.
  17. Барацанэ Д.Т., Майтени Э. Система управления базой данных MARK-IV. В сб.: "Алгоритмы и организация решения экономических задач". М., "Статистика", вып.7, 1976, с.42-59.
  18. Перевозчикова О.Л., Ющенко Е.Л. Тенденция развития систем обработки данных. В журн.: "Программирование", М., "Наука", № 5, 1977, с.70-90.
  19. Рухин А.Г. Распределенная база данных и организация информационных связей по данным в многомашинных комплексах на основе АСВТ М-6000. В журн.: "УС и М", Киев, "Наукова думка", № 3, 1978, с. 70-88.
  20. Гречко В.О. Система управления базами данных "Поиск". В журн.: "УС и М", Киев, "Наукова думка", № 5, 1978.
  21. Брусенков И.В. и др. Программная реализация системы СИНБАД. В сб.: "Алгоритмы и организация решения экономических задач". М., "Статистика", вып.7, 1976, с.59-71.

22. Столяров Г.К., Кадилин В.С., Иванов В.И. Система моделирования банков данных СИНБАД. В журн.: "УС и М", Киев, "Наукова думка", № 1, 1975, с.1-5.
23. Келехсаев А.А., Беллев А.П. Системы интеграции и обработки данных СИОД1, СИОД2. М., "Статистика", 1977.
24. Тамм Б.Т., Тыгу Э.Х. О создании проблемно-ориентированного программного обеспечения. В журн.: "Кибернетика", Киев, "Кибернетика", № 4, 1975, с.76-85.
25. Замулин А.В. и др. Архитектура информационно-поисковой системы общего назначения ВЕГА. В журн.: "УС и М", № 6, Киев, "Наукова думка", 1975, с.17-24.
26. Брусенков И.В. и др. Программная система управления базами данных СИНБАД. В сб.: "Алгоритмы и организация решения экономических задач". М., "Статистика", вып.6, 1975, с.74-90.
27. Шураков В.В., Алферова З.В., Лихачева Г.Н. Программное обеспечение ЭВМ. М., "Статистика", 1979, с.360.
28. Терешенкова В.В., Лазунина Н.Г. Сравнение функциональных возможностей СУБД НАБОБ и "Банк". В сб.: "Алгоритмы и организация решения экономических задач". М., "Статистика", вып.14, 1980, с.55-70.
29. Столяров Г.К. Подмножества языков описания данных и манипулирование базами данных. В сб.: "Алгоритмы и организация решения экономических задач". М., "Статистика", вып.7, 1976, с.72-77.
30. Говорун Н.Н., Арnaudов Д.Д. Принципы построения информационно-поисковой системы ОИЯИ. ОИЯИ, РЮ-8785, Дубна, 1975.
31. Мазный Г.Л. Автоматизированная система обработки данных энергосбыта на базе ЭВМ БЭСМ-6. ОИЯИ, Ю-8490, Дубна, 1975.
32. Гуляева Н.Д. и др. Структура и организация файлов в автоматизированной системе оперативного учета материалов. ОИЯИ, Ю-8725, 1975.
33. Говорун Н.Н. и др. Логическая и физическая организация базы данных ИСК. ОИЯИ, РЮ-12445, 1979.
34. Говорун Н.Н. и др. Формирование, обновление и редактирование базы данных ИСК. ОИЯИ, РЮ-12446, 1979.

35. CODASYL Data Base Task Group Report. CODASYL Oct., 1969  
Programming Language Committee.
36. CODASYL Data Base Task Group Report. ACM, April, 1971.
37. Codd E.F. A relational model for large shared data banks.  
Commun. ACM, 13,6 (June 1970), pp 377-387.
38. Codd E.F. Relational Completeness of data base sublanguages  
in Data Base System.  
Courant Computer Science Symposia, vol.6,  
Prentice-Hall, Englewood cliffs, N.J., May 1971.
39. Kim Won. Relational Data Base System, Journ. ACM Computing  
Surveys, vol 11, No 3, Sept. 1979, pp 185-212.
40. Hutt A.T.F. An Overview of the RDBMS Relational Database  
Management System. Database Journal, No 3, vol.9,  
1979, pp 9-14.
41. Durrell I.S. Recent Developments with the MARK-IV  
Generalized Applications Implementation System.  
Database Journal, 1979, vol 9, No 3, pp 2-3.
42. Chave M.J.R. Problems of Integrity and Distributed Databases.  
IN Journ.: Softwarepractice and experience, 1980,  
vol, 19, No 2, pp
43. Kornhauser F. DL/I - the Foundation of an Information System.  
Database Journal, 1979, vol 9, No 4, pp 2-7.
44. Baker G.J. Database achievements. Database Journal, 1979,  
vol 9, No 4, pp 16-17.
45. SESAM. Ferhahrensübersicht. Data paxis Unidata. BDR, München,  
1972.
46. IBM System/360 and System/370 (OS) storadge and information  
retrieval System (STAIRS).
47. Siemens-System 4004. Informations System CdEM-2.  
BDR, München, 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел  
31 октября 1980 года.