

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

E-80

10-90-259

ЕРШОВ
Александр Михайлович

УДК 681.3.06

**ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА
ДЛЯ РАЗРАБОТКИ И СОПРОВОЖДЕНИЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ
НА ОСНОВЕ СУБД**

**Специальность: 05.13.11 - математическое
и программное обеспечение вычислительных машин,
комплексов, систем и сетей**

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук**

Дубна 1990

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации Объединенного института ядерных исследований

Научный руководитель: ГОВОРУН Николай Николаевич,
член-корреспондент АН СССР

Официальные оппоненты: СОТНИКОВ Александр Николаевич,
доктор физико-математических наук,
Институт проблем кибернетики АН СССР

МАРКОВ Александр Сергеевич,
кандидат физико-математических наук,
Научно-исследовательский центр
электронной вычислительной техники

Ведущая организация: Институт кибернетики АН УССР,
Специальное конструкторско-технологическое
бюро программного обеспечения, г. Киев

Защита диссертации состоится "4" октября 1990 года в
10.30 час. на заседании Специализированного совета Д047.01.04
при Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ,
г. Дубна Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в НТБ ОИЯИ.

Автореферат разослан "13" августа 1990 года.

Ученый секретарь
Специализированного совета
кандидат физ.-мат. наук

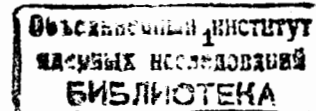
Иванченко

Иванченко З.М.

Актуальность темы исследования. Стремительное внедрение ЭВМ в самые разные сферы человеческой жизнедеятельности требует решения широкого круга проблем, связанных с автоматизированной обработкой информации. Для накопления, поиска и выдачи информации по определенной предметной области предназначены автоматизированные информационные системы (АИС). Независимо от области применения и использованных конструктивных решений основной их задачей является предоставление достоверной, полной и своевременной информации. АИС составляют основу автоматизированных систем управления (АСУ), систем научно-технической информации и автоматизированных систем проектирования. Они являются важнейшими компонентами систем автоматизации научных исследований, информационного обеспечения разработок и других систем, связанных с обработкой больших массивов информации.

Наиболее значимой частью работы при создании АИС является проектирование ее информационной базы, разработка и сопровождение программного обеспечения. Использование для реализации этих этапов промышленных систем управления базами данных (СУБД) является прогрессивной и характерной чертой современных автоматизированных систем. Возможности СУБД как системного средства формирования и поддержки баз данных позволяют на принципиально новой основе решать проблему снижения стоимости и сокращения сроков разработки АИС. Вместе с тем, СУБД общего назначения, являясь универсальной системой, не может без дополнительных усилий с одинаковой степенью эффективности использоваться в разнообразных приложениях. В связи с этим актуальной проблемой является разработка инструментальных средств, обеспечивающих привязку и адаптацию СУБД к телекоммуникационной и технической среде конкретного вычислительного центра, к применяемым диалоговым и языковым средствам конечного пользователя.

Возможная смена функционирующей СУБД на более мощную и перспективную модель, а также возможные изменения логической



структуры базы данных ставят вопросы разработки и применения средств, реализующих высокую степень независимости программного обеспечения АИС от конкретной используемой СУБД. Актуальным требованием остается создание инструментальных средств для эффективной организации процессов разработки программного обеспечения АИС и его сопровождения, занимающего значительную часть всех затрат на реализацию жизненного цикла программного продукта. С расширением круга решаемых на основе автоматизированных систем задач постоянной потребностью является создание элементов программного окружения СУБД, предоставляющих принципиально новые возможности и средства обработки информации.

При создании АИС на ЕС ЭВМ в составе центрального вычислительного комплекса (ЦВК) ОИЯИ необходимо было обеспечить многопользовательский режим функционирования СУБД в имеющейся компьютерной среде. Этим обусловлена актуальность разработки инструментальных средств организации много-терминального взаимодействия с базами данных под управлением диалоговой системы ТЕРМ, используемой в ОИЯИ и многих организациях СССР. Реализация средств работы с локальной вычислительной сетью обеспечила доступ к базам данных на ЭВМ ЦВК практически с любого рабочего места ОИЯИ.

Ведущиеся в ОИЯИ разработки автоматизированных систем обработки данных и опыт участия в работах по созданию подсистем отраслевой АСУ показывают актуальность проблемы инструментального обеспечения жизненного цикла АИС.

Цель и задачи работы. Основной целью диссертационной работы является исследование возможностей и методов применения СУБД для создания АИС на базе ЕС ЭВМ, разработка необходимых для достижения этой цели инструментальных средств и реализация на их основе функционально законченного технологического каркаса для эффективного создания автоматизированных информационных систем. В соответствии с поставленной целью в диссертационной работе решаются следующие задачи:

- исследование и реализация различных подходов и методов организации многотерминальной интерактивной работы в

среде СУБД под управлением диалоговой системы ТЕРМ с использованием локальной вычислительной сети;

- развитие и создание новых инструментальных программных средств для разработки и сопровождения программного обеспечения АИС, разработка методических и инструментальных средств, обеспечивающих высокую степень независимости программного обеспечения от конкретной используемой СУБД;

- разработка новых элементов программного окружения СУБД, расширяющих возможности режима передачи данных, генерации сложных статистических табличных форм и выполнения специальных сервисных операций;

- создание функционально законченного инструментального комплекса программных средств организации АИС на основе СУБД и его практическая апробация при реализации ряда подсистем АСУ ОИЯИ.

Научная новизна. Научная новизна исследования определяется тем, что в нем:

- исследованы различные подходы и методы организации интерактивной работы в среде СУБД под управлением диалоговой системы ТЕРМ на ЕС ЭВМ. Разработан комплекс инструментальных программных средств для многотерминального взаимодействия с базами данных в среде СУБД ОКА и КВАНТ с использованием диалоговой системы ТЕРМ и локальной вычислительной сети;

- исследованы и реализованы методические и инструментальные средства, обеспечивающие высокую степень независимости прикладного программного обеспечения от конкретной используемой СУБД и повышающие эффективность его разработки за счет использования методики виртуальных файлов и развития системы программирования КОБОЛ ОС ЕС в части отладки программ;

- разработаны новые элементы программного окружения систем управления базами данных, существенно расширяющие возможности диалогового режима СУБД ОКА и обеспечивающие генерацию сложных многоуровневых табличных отчетов для СУБД с инвертированными файлами;

- предложен и реализован на единой методологической ос-

нове функционально законченный инструментальный комплекс программных средств организации автоматизированных информационных систем на основе СУБД.

Практическая ценность. Разработанные инструментальные программные средства были использованы автором при реализации на ЕС ЭВМ информационных баз трех крупных подсистем АСУ ОИЯИ, внедренных в промышленную и опытную эксплуатацию: учет материальных ценностей, расчет затрат на выпуск электронных блоков и учет кадров. При реализации подсистем необходимо было удовлетворить повышенные требования к сохранению целостности баз данных и к гибкости программного обеспечения, обусловленные масштабом Института и соответствующим большим объемом обрабатываемых данных.

Созданные инструментальные программные средства обеспечили многопользовательский режим работы с базами данных в среде СУБД ОКА и КВАНТ под управлением диалоговой системы ТЕРМ. Это инструментальное обеспечение положено в основу разработанных диалоговых средств, используемых в подсистемах АСУ ОИЯИ. Диалоговые интерфейсы являются интегрированными и объединяют по несколько функциональных подсистем, они рассчитаны на конечного пользователя. Универсальность инструментальных диалоговых средств обеспечивает доступ к информации посредством локальной вычислительной сети ОИЯИ.

В целом инструментальный комплекс обеспечивает основные стадии жизненного цикла автоматизированной системы: ввод и обработку документов, создание и сопровождение информационной базы данных, получение сложных отчетных форм, диалоговый доступ и разработку новых приложений. Функциональная завершенность средств комплекса дает возможность в кратчайшие сроки создать функционирующий прототип будущей АИС и уже при непосредственном участии пользователя закончить конструирование и отладку системы. Тем самым с начальной стадии проектирования реализуется необходимый контакт и взаимопонимание разработчика и пользователя.

Самостоятельное практическое значение имеют и отдельные компоненты инструментального комплекса, представляющие собой

элементы программного окружения СУБД. Наибольшую популярность и распространение получили: средства, обеспечивающие редактирование программ и взаимодействие с ОС ЕС в режиме передачи данных СУБД ОКА; средства доступа к описаниям данных в СУБД ОКА; средства, расширяющие возможности отладки в системе программирования КОБОЛ ОС ЕС; процессор статистической обработки в СУБД КВАНТ.

Программное обеспечение подсистем АСУ и отдельных компонент инструментального комплекса передано более, чем в 20 организаций СССР.

Апробация работы. Основные результаты работы докладывались на научных семинарах лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ, а также на Международном рабочем совещании пользователей ЭВМ класса ЕС-1040 (Дубна, 1982), на 3-м и 7-м Международных семинарах "Проблемы информатики и ее применения в управлении, обучении и научных исследованиях" (София, 1984 и 1988), на Совещании рабочей группы секции математического обеспечения Совета по автоматизации научных исследований при Президиуме АН СССР (Ленинград, 1989).

Публикации. Непосредственно по результатам исследований, составившим основу диссертации, опубликовано 19 работ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы из 117 наименований. Работа содержит 148 страниц машинописного текста.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность выбранного автором направления исследований, делается краткий анализ их состояния, ставятся цели и задачи диссертационного исследования, приводится содержание диссертации по главам.

В первой главе рассматриваются вопросы применения СУБД для организации информационной базы автоматизированных систем, анализируются возможности использования СУБД для создания АИС на ЭВМ серии ЕС, входящих в состав центрального вычислительного комплекса (ЦВК) ОИЯИ. Дано обоснование выбора для этой цели СУБД ОКА и КВАНТ - функционально развитых систем, взаимно дополняющих друг друга и в совокупности покрывающих потребности широкого разреза обработки данных: от задач учетного характера до организации информационно-поисковой среды.

Разнообразие внутренних структур хранения СУБД ОКА дает возможность учесть специфические требования различных приложений при выборе физической организации базы данных. Иерархическая модель данных этой системы обеспечивает высокую эффективность процедур обработки, связанных с прямым (индексным или рандомизированным) доступом в нужную точку базы данных и последовательным чтением значительных по объему ее частей. Именно такой тип обработки характерен для большинства задач, связанных с автоматизацией управления систем организационного типа. Потребность в некоторых специфических, присущих сетевой модели особенностях обработки может быть удовлетворена при помощи предоставляемых СУБД ОКА средств организации логических связей.

Модель данных СУБД КВАНТ не относится ни к одной из трех разновидностей формальных моделей данных. Вместе с тем этой системе присущи некоторые особенности и возможности обработки, характерные для иерархических, сетевых и реляционных СУБД. Лежащее в основе системы КВАНТ инвертирование файлов делает ее наиболее приспособленной для работы в оперативной, ориентированной на запросы среде, для решения задач информационно-поискового характера. Установление связей между файлами базы данных дает возможность моделирования сетевых и иерархических отношений между объектами предметной области.

Показано, что СУБД ОКА и КВАНТ в совокупности обеспечивают создание большого класса практических приложений, требующих коллективного доступа к базам данных при функциони-

вании автоматизированных информационных систем. Из соображений разумной достаточности, а также ввиду наличия в обеих рассматриваемых системах некоторых "сетевых" черт, при проектировании АИС в ЦВК ОИЯИ было решено отказаться от использования СУБД, использующих сетевую модель данных.

Всесторонне анализируются средства интерактивного взаимодействия, предоставляемые используемой в ЦВК ОИЯИ диалоговой системой ТЕРМ, и исследуются различные возможности их применения для доступа к информации в базах данных. Описывается реализация этих возможностей на основе использования:

- интерактивного режима системы ТЕРМ;
- подпрограммы для обмена с терминалами;
- монитора многотерминальных задач.

Рассматривается решение проблемы разграничения и синхронизации доступа к базам данных на основе аппарата управления ресурсами ОС ЕС, что обеспечило проектирование в пакетной прикладной программе логических транзакций, отсутствующих в стандартном варианте системы ОКА. Описан метод интеграции средств синхронизации доступа и терминального обмена, что дает возможность системного проектирования функционально-модульных программ, освобождая основную обрабатываемую программу от выполнения специальных функций. В целом выделение средств интерактивной работы в отдельные модули инструментального обеспечения явилось гибким решением, позволяющим максимально сократить затраты при подключении нового терминального оборудования и различных локальных вычислительных сетей.

Рассматриваются вопросы разработки интерфейсных программ для взаимодействия с подсистемой диалоговой обработки данных (ДИОД) в среде СУБД КВАНТ под управлением диалоговой системы ТЕРМ. Приводится командный набор пользовательских директив для управления интерфейсом.

Результатом исследования явилась разработка универсального комплекса программных средств, реализующих инструментально-диалоговую среду АИС на основе СУБД ОКА и КВАНТ и системы ТЕРМ. Разработанные инструментальные средства обеспечили одновременную работу прикладных программ в пакетном и

диалоговом режиме, при этом предоставлена возможность организации интерактивного взаимодействия как в многотерминальном, так и одноабонентском варианте работы.

Важнейшим достоинством разработанных инструментальных средств организации диалогового режима работы в среде СУБД ОКА и КВАНТ является обеспечение взаимодействия с использованием локальной вычислительной сети ОИЯИ JINET. Тем самым создана диалоговая среда АИС, в которой обеспечивается доступ к базам данных на ЭВМ ЦВК практически с любого рабочего места ОИЯИ.

Вторая глава посвящена инструментальным средствам, предназначенным для разработки и сопровождения программного обеспечения АИС. Отмечается важность выбора языка программирования и его влияние на качество конструируемого программного обеспечения. На основе анализа и сопоставления с алгоритмическим языком ПЛ-1 обосновано использование языка КОБОЛ в качестве базового при создании АИС ОИЯИ. В числе главных достоинств КОБОЛа выделяются богатый набор операций обработки строк, средства обработки таблиц, наличие и явное определение средств сортировки, реализация функций генерации отчетов на проблемно-ориентированном уровне.

Описывается разработанный комплекс функционально дополняющих друг друга инструментальных средств отладки, расширяющих возможности системы программирования КОБОЛ для ЕС ЭВМ. Создание этого комплекса обеспечило предоставление пользователю разнообразных сведений о месте и источнике возникновения ошибки в программе и позволило тем самым устранить один из серьезных недостатков транслятора КОБОЛ в ОС ЕС.

Показана целесообразность и реализация дополнения стандартного листинга трансляции с языка КОБОЛ таблицей смещений операторов относительно начала программной секции. Затраты на выполнение этой операции незначительны, а практическое использование средства показало, что оно дает возможность легко определить причину аварийного завершения программ более чем в 50% случаев.

Рассматривается предназначенное для локализации прог-

рамных ошибок и связанных с ними прерываний любого типа универсальное средство трассировки отлаживаемой программы, обеспечивающее полную автоматизацию выявления и распечатки ошибочного оператора. Основными чертами средства являются отсутствие каких-либо дополнительных усилий со стороны пользователя и высокая эффективность работы.

Описывается третья компонента инструментального комплекса отладки, выполняющая автоматический анализ дампа оперативной памяти при аварийном завершении программы на КОБОЛе. Помимо информации о месте возникновения ошибки на печать также выводится содержимое всех переменных и полей, что может оказать огромную помощь при анализе причин ошибки. Отмечается, что наличие подобной функции является полезной и весьма желательной чертой современных трансляторов.

Рассматривается использование методики виртуальных файлов, обеспечившей, во-первых, создание СУБД-независимого программного обеспечения подсистем АИС ОИЯИ и, во-вторых, рациональную организацию и существенную экономию трудозатрат при их разработке. Суть ее заключается в введении промежуточного уровня между прикладной программой и средствами языка манипулирования данными СУБД. Вводимый интерфейс обеспечивает преобразование используемых языковых средств при работе с различными моделями данных. Для эффективности преобразований прикладное программное обеспечение взаимодействует с информационной структурой в виде виртуального (абстрактного) файла. Взаимодействие осуществляется на формализованном языке, включающем необходимый замкнутый набор операций обработки. Реализуемый на основе гибких подпрограмм доступа функциональный интерфейс, учитывающий особенности конкретной СУБД и спроектированный на начальной стадии, в дальнейшем используется десятками прикладных программ каждой автоматизированной системы. Отмечается значительное сокращение времени разработки и отладки программ, повышение их надежности. Продуманный и эффективно реализованный интерфейс в виде подпрограмм доступа является также основой спецификации сопряжений и взаимодействия программных компонент при организации работы коллектива программистов. Показана возмож-

ность включения в интерфейс средств для выполнения специальных сервисных операций СУБД.

В качестве другого достоинства использования методики виртуальных файлов указывается возможность изменения логической структуры базы данных без соответствующей модификации прикладного программного обеспечения информационной системы. Необходимость в изменении логической структуры базы данных может возникнуть вследствие появления новых информационных задач, имеющих большую важность и в то же время неэффективно решаемых при старой логической структуре. Изменение логической структуры повлечет за собой необходимость модификации только подпрограмм доступа, реализующих используемые виртуальные файлы, и несколько не затронет прикладных программ АИС. Отмечается, что если в качестве основной используется реляционная СУБД, подпрограммы доступа вырождаются в прямое обращение к системе.

Рассматриваются вопросы разработки системы регистрации и учета прохождения модулей на ЭВМ, позволившей эффективно реализовать ряд функций сопровождения программных комплексов и предоставившей средства для систематического анализа и контроля их функционирования.

Отмечаются два основных положительных момента, связанных с использованием рассмотренных средств регистрации. Во-первых, это возможность систематического получения точных сведений об использовании программой всех основных вычислительных ресурсов. Для задач класса обработки данных обычно "узким" местом являются обменные операции ввода-вывода, поэтому для их анализа полезна также информация о количестве обращений к магнитным дискам и лентам. Во-вторых, автоматизация документирования процесса обработки данных. При этом резко возрастает достоверность протоколирования прохождения задач на ЭВМ, упрощается выявление причин различных возникающих критических ситуаций. Исключительно полезным оказалось предоставление пользователю возможности включать в протокол любую важную информацию, отражающую результаты работы модуля и необязательно выдаваемую в выходной листинг задания.

Описывается метод подключения модулей к системе регист-

рации в виде подзадач ОС ЕС, что не потребовало модификации их исходных текстов. Система регистрации активно используется в нескольких информационных подсистемах АСУ ОИЯИ. При этом обрабатываются сведения о модулях, выполняющихся как в среде СУБД ОКА и КВАНТ, так и в виде обычных заданий ОС ЕС, как в пакетном, так и интерактивном режимах.

Обсуждается проблема сопровождения программного обеспечения АИС в условиях его эксплуатации на нескольких вычислительных установках, различающихся конфигурацией ЭВМ и версиями используемых операционных систем. Приводится решение ряда касающихся этой проблемы вопросов на основе применения гибкой настройки программ на уровне исходных текстов. Описывается реализация препроцессора исходных текстов для программ на языке КОБОЛ, использующего элементы аппарата макросов и обеспечивающего независимое от исходного текста определение настраиваемых значений критических мест программы. При этом в любой момент сохраняется возможность обработки программы обычным компилятором.

На этапе сопровождения автоматизированной системы постоянно возникает проблема уточнения информационных взаимосвязей модулей, контроля передач управления, поиска общих глобальных переменных и т.п. Рассматривается разработанная для этих целей процедура поиска текстовых фрагментов среди исходных текстов больших программных комплексов. Полезной ее чертой является предоставляемая возможность ведения процесса документирования параллельно с созданием программного обеспечения.

Обсуждаются универсальные средства логического контроля технологического процесса обработки данных, разработанные при создании подсистем АИС ОИЯИ. Одними из основных их функций являются исключение дублирования ранее произведенной обработки, автоматический контроль требуемой последовательности выполнения задач. Результатом использования этих средств стало кардинальное повышение надежности сохранения логической целостности базы данных АИС.

Третья глава посвящена описанию программного окружения СУБД ОКА и КВАНТ, разработанного для решения задач сопровождения и организации АИС. Значительное внимание уделяется расширению функциональных возможностей работы в режиме передачи данных СУБД ОКА. Благодаря созданию в нем средств редактирования и отладки прикладных программ, а также возможности выполнения широкого круга служебных функций ОС ЕС, удалось преодолеть его достаточно жесткую ориентацию только на обработку баз данных. Рассматриваются разработанные для реализации этой цели инструментальные средства. Фактически в оперативной среде системы ОКА реализован встроенный диалоговый редактор, дополненный удобным и эффективным аппаратом взаимодействия пользователя со средствами ОС ЕС. Разработка новых необходимых процедур, к которым можно обращаться из этого редактора, позволяет практически неограниченно наращивать возможности его использования для реализации самых различных схем работы в АИС, построенных на основе СУБД ОКА.

В качестве положительного момента отмечается, что если рассмотренные инструментальные средства используются для редактирования и отладки прикладной программы обработки сообщений, то в том же сеансе телеобработки можно провести ее тестирование путем отправки соответствующих входных сообщений, обрабатываемых этой программой. Тем самым обеспечивается удобная инструментальная среда для разработки прикладных программ режима передачи данных СУБД ОКА.

Для пользователя, работающего в диалоговом сеансе за терминалом, всегда представляет практический интерес информация по всем выполняющимся на ЭВМ в данный момент времени заданиям с указанием используемых ими ресурсов, в частности, оперативной памяти и времени центрального процессора. Рассматривается реализация предоставления этих сведений, дополняющая возможности диалоговых средств СУБД ОКА.

При эксплуатации автоматизированной информационной системы, как в оперативном, так и пакетном режимах, характерной является ситуация, когда требуется получить информацию о прохождении тех или иных заданий на ЭВМ. Описывается реализация функций просмотра дневного файла заданий на основе ис-

пользования наборов данных системной мониторинной программы. Средство является удобным инструментом, информационно обеспечивающим этапы как разработки, так и последующего сопровождения АИС.

В качестве простого инструмента для создания баз данных в СУБД ОКА рассматривается разработанная процедура генерации программ загрузки. Основным ее достоинством является полное отсутствие необходимости выполнения каких бы то ни было дополнительных действий помимо требуемых функций определения баз данных. Незначительная трудоемкость создания базы данных дает возможность оперативного получения эмпирических оценок и сравнения различных проектных решений для систем на основе СУБД ОКА.

Обсуждается реализация инструментальных средств для непосредственного, без использования словаря-справочника, программного доступа к описаниям данных, хранимых СУБД ОКА. Их применение обеспечивает качественно новые возможности прикладного проектирования. Основным моментом при этом является реализация динамической настройки прикладной программы на логическую структуру обрабатываемой базы данных и предоставление всех характеристик входящих в нее сегментов и их полей. В результате достигается существенная независимость прикладного программного обеспечения от конкретных используемых баз данных и, как следствие, большая гибкость их обработки.

Описывается использование указанных средств доступа для разработки сервисных программ контроля и получения справок из описаний данных. Обеспечиваемое при этом автоматическое формирование исходных макрокоманд генерации, дает возможность автоматизации процесса обновления и создания новых описаний данных в СУБД ОКА.

Рассматривается комплексное использование инструментальных средств доступа к описаниям данных СУБД ОКА и динамического построения аргументов поиска сегментов, обеспечившее реализацию гибкой информационно-поисковой системы фактографического типа. Основными достоинствами такой АИС являются возможность обработки сложных незапланированных

запросов к базе данных и независимость прикладного программного обеспечения от состава и характеристик поисковых признаков.

Обсуждаются вопросы разработки программного процессора статистической обработки, который является гибким сервисным средством, расширяющим возможности построения сложных отчетных форм в автоматизированных системах на базе ЕС ЭВМ. Результатом работы процессора являются двумерные многоуровневые статистические таблицы, в наглядной форме содержащие сведения о количестве заданных значений фактографических признаков в базе данных. Формы выдаваемой информации автоматически генерируются на основе входного языка запросов, при этом имеется возможность представления информации в виде графиков и гистограмм. Универсальность, минимальные затраты на получение сложных табличных статистических отчетов, легкость освоения и ориентация на пользователя-непрограммиста делают процессор удобным инструментом, который может быть использован в различных АИС, построенных на основе СУБД с инвертированными файлами. Он активно применяется в кадровой подсистеме АСУ ОИЯИ для получения различного рода статистических сводок и таблиц.

В четвертой главе рассматривается приложение разработанных инструментальных средств к созданию и сопровождению программного обеспечения трех подсистем АСУ ОИЯИ, находящихся в течение нескольких лет в промышленной и опытной эксплуатации. Универсальность инструментальных средств позволила организовать проектирование информационной базы подсистем на единой методологической основе, несмотря на использование двух разнотипных СУБД и совершенно различный характер решаемых подсистемами задач: учет материальных ценностей, разуплощение сборочных изделий и информационно-поисковая обработка кадровых данных.

Отмечается, что на основе использования методики виртуальных файлов достигнута высокая степень независимости программного обеспечения подсистем от конкретной используемой СУБД, а получаемая при этом простота и логичность операций

взаимодействия с базой данных сократили время и трудоемкость разработки программного обеспечения подсистем АСУ. Реальная СУБД-независимость прикладного программного обеспечения была подтверждена в процессе исследовательской реализации части задач подсистемы учета материальных ценностей АСУ ОИЯИ в среде двух различных СУБД - ОКА и КВАНТ. При этом не потребовалось никаких изменений в прикладных программах, были разработаны только необходимые подпрограммы доступа. Помимо прочего была эмпирически доказана существенно более высокая эффективность средств СУБД ОКА для решения задач, требующих прямого доступа и последовательного чтения значительных по объему фрагментов базы данных. Одной из причин такой эффективности является упорядоченность записей по заданным ключам, автоматически обеспечиваемая иерархическими индексными методами доступа СУБД ОКА. Считывание в оперативный буфер ввода-вывода нескольких смежных записей сокращает количество обращений к внешнему запоминающему устройству. Именно по этому параметру, в первую очередь, уступает СУБД КВАНТ в указанном режиме применения.

Рассматривается реализация единого массива первичных документов, централизованно обеспечивающего информацией решение ряда задач подсистемы АСУ и дающего возможность исключить проектирование дополнительных функциональных баз данных.

Обсуждается использование методики виртуальных файлов в качестве организационной основы разработки мощного процессора ввода, редактирования и обработки первичных документов. При этом характер решаемых задач учитывается посредством подключения соответствующих модулей семантической обработки. Использование интерпретации хранящихся отдельно описаний документов реализует полную независимость процессора от типа, формы и состава обрабатываемых в подсистемах АСУ первичных документов. Единая методологическая основа разработки обеспечивает преемственность и унификацию конструктивных решений в подсистемах АСУ ОИЯИ на ЕС ЭВМ.

Описывается предложенный аппарат автоматической промежуточной линеаризации необходимой части иерархической базы

данных, обеспечивший значительное сокращение затрат на обработку при многократном обходе дерева в процессе решения задачи разузлования сборочного изделия.

Рассматривается использование разработанных инструментальных средств организации интерактивного взаимодействия с базами данных в среде СУБД ОКА и КВАНТ при создании диалоговых средств работы в подсистемах АСУ ОИЯИ на ЕС ЭВМ. Описывается интеграция в диалоговых интерфейсах ряда функциональных подсистем, обеспечивающих как организацию информационно-поисковой среды, так и диалоговую обработку данных. Отмечается большое практическое значение реализованной возможности доступа к информации в базах данных посредством локальной вычислительной сети ОИЯИ.

В заключении кратко анализируются и формулируются основные результаты диссертационной работы.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Основные результаты, полученные в диссертации и выносимые на защиту, заключаются в следующем:

1. Исследованы различные подходы и методы организации интерактивной работы в среде СУБД под управлением диалоговой системы ТЕРМ. На основе анализа разработан комплекс универсальных инструментальных средств для взаимодействия с базами данных в среде СУБД ОКА и КВАНТ под управлением диалоговой системы ТЕРМ с использованием локальной вычислительной сети.

2. Исследованы и реализованы методические и инструментальные средства, обеспечивающие высокую степень независимости программного обеспечения от конкретной используемой СУБД и повышающие эффективность разработки, отладки и сопровождения программного обеспечения автоматизированных систем. В основе этих средств лежит использование методики виртуальных файлов, организация на ее основе работ по созданию программных комплексов и развитие системы программирования КОБОЛ ОС ЕС в части отладки программ.

3. На единой методологической основе разработан функционально законченный комплекс программных средств организации автоматизированных систем на основе СУБД, инструментально обеспечивающий основные стадии жизненного цикла системы:

- ввод и обработка первичных документов,
- создание и сопровождение информационной базы данных,
- получение сложных отчетных форм,
- диалоговый доступ и разработка новых приложений на любой стадии.

4. Создан комплекс программных средств, существенно расширяющих возможности использования диалогового режима СУБД ОКА и обеспечивающих редактирование и отладку прикладных программ, функциональное взаимодействие с ОС ЕС, просмотр дневного файла заданий.

5. Создан программный процессор статистической обработки, расширяющий возможности программного окружения СУБД с инвертированными файлами и обеспечивающий автоматическое построение на основе языка запросов сложных многоуровневых табличных отчетов.

6. В качестве практического приложения разработанных инструментальных средств спроектированы и реализованы информационные базы данных и программные средства их ведения в трех крупных подсистемах АСУ ОИЯИ, находящихся в промышленной и опытной эксплуатации.

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Ершов А.М., Сычев П.П. К выбору физической организации баз данных в среде СУБД ОКА. - Дубна, ОИЯИ, 1982, 10-82-464. - 10 с.
2. Ершов А.М. Процедура генерации программ загрузки баз данных в системе управления базами данных ОКА. - Дубна, ОИЯИ, 1982, 10-82-685. - 8 с.
3. Ершов А.М. Динамическое построение аргументов поиска сегментов в системе управления базами данных ОКА на основании запросов пользователей. - Дубна, ОИЯИ, 1982,

10-82-686. - 10 с.

4. Ершов А.М. Организация просмотра дневного файла заданий в режиме передачи данных системы управления базами данных ОКА. - Дубна, ОИЯИ, 1983, 10-83-404. - 6 с.
5. Ершов А.М. Средства доступа к описаниям данных, хранимых системой управления базами данных ОКА. - Дубна, ОИЯИ, 1983, 10-83-405. - 8 с.
6. Ершов А.М. Некоторые вопросы прикладного проектирования в среде системы управления базами данных ОКА. - Дубна, ОИЯИ, 1984, 10-84-746. - 14 с.
7. Говорун Н.Н., Ершов А.М., Сычев П.П. Метод виртуальных файлов для создания СУБД-независимого программного обеспечения информационных систем. - Дубна, ОИЯИ, 1985, 10-85-229. - 11 с.
8. Ершов А.М., Ершова Т.А., Сычев П.П., Тентюкова Г.Н. Структура базы данных для некоторого класса задач АСУ. - Дубна, ОИЯИ, 1985, P10-85-688. - 8 с.
9. Ершов А.М., Маркова Н.Ф., Сычев П.П. Метод ввода и обработки документов с использованием интерпретации описаний. - Дубна, ОИЯИ, 1985, 10-85-686. - 7 с.
10. Говорун Н.Н., Ершов А.М., Сычев П.П. Некоторые вопросы создания программного обеспечения информационных систем в ОИЯИ. - В сб. докл. 3 Семинара "Проблемы информатики и ее применения в управлении, обучении и научных исследованиях". - София, Университет им. Климента Охридского, 1986, с. 96-101.
11. Ершов А.М. Редактирование и отладка прикладных программ в телекоммуникационном режиме СУБД ОКА. - Управляющие системы и машины, 1986, № 1, с. 72-77.
12. Говорун Н.Н., Ершов А.М., Ершова Т.А. и др. Программное обеспечение и структура базы данных подсистемы учета материальных ценностей АСУ ОИЯИ. - Дубна, ОИЯИ, 1986, P10-86-165. - 8 с.
13. Ершов А.М., Ершова Т.А., Сычев П.П. Гибкая настройка программ на уровне исходных текстов. - Дубна, ОИЯИ, 1987, P10-87-383. - 6 с.

14. Ершов А.М. Программные средства для интерактивной работы в среде СУБД ОКА под управлением диалоговой системы ТЕРМ. - Дубна, ОИЯИ, 1988, P10-88-527. - 6 с.
15. Ершов А.М. Диалоговая обработка данных в среде СУБД КВАНТ под управлением диалоговой системы ТЕРМ. - Дубна, ОИЯИ, 1988, P10-88-526. - 7 с.
16. Ершов А.М., Ершова Т.А., Сычев П.П. Система регистрации и учета прохождения модулей в ОС ЕС. - Дубна, ОИЯИ, 1988, P10-88-522. - 5 с.
17. Ершов А.М., Ершова Т.А., Сычев П.П. Система технологического сопровождения крупных программных комплексов АСУ. - Дубна, ОИЯИ, 1988, P10-88-270. - 4 с.
18. Ершов А.М., Мальцева С.М., Маркова Н.Ф. и др. Подсистема "Кадры" на ЕС ЭВМ. Руководство пользователя. - Дубна, ОИЯИ, 1988, Б1-11-88-206. - 60 с.
19. Ершов А.М. Средства, расширяющие возможности отладки программ на языке КОБОЛ ОС ЕС. - Управляющие системы и машины, 1988, № 2, с. 45-49.

Рукопись поступила в издательский отдел
10 апреля 1990 года.