

индекс 3624



ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЕФИ-738(53)-84

---

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ИНФОРМАЦИИ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ПО АТОМНОЙ НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

Х.В.АВАКИМЯН, М.М.МУРАДЯН, В.М.ТУРОВЦЕВ

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ  
МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ "АСТРА"

ЕРЕВАН-1984

KH.V.AVAKIMYAN, M.M.MURADYAN, V.M.TUROVTSSEV

## FUNDAMENTALS OF "ASTRA" SOFTWARE SYSTEM ORGANIZATION

General organization of the "Astra" Software System is considered, which is a structured set of program, information and linguistic means providing unified procedure for the development of wide range Automatic Data Processing Systems (ADPS). The system facilities and components are classified and the definition of main concepts and terms is given. The principle conceptions of the "Astra" System are discussed in general terms. They are: relational data model, centralized data input, testing and output, concurrent asynchronous operation of system components based on data flows and data ports etc. The architecture of "Astra" System, the operation principles are discussed and some recommendations as to the application of the system are given.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1984

Х.В.АВАКИМЯН, М.М.МУРАДЯН, В.М.ТУРОВЦЕВ  
 ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ  
 МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ "АСТРА"

В предлагаемой работе рассматривается общая организация СИСТЕМЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ "АСТРА" (СМО "АСТРА"), представляющей собой организованный набор программных, информационных и лингвистических средств, обеспечивающих унифицированную технологию создания широкого класса СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДАННЫХ (САЦД). Приводится классификация средств системы и дается определение основных понятий и терминов. В общем виде рассмотрены основные концепции системы: реляционная модель данных, централизованный ввод, контроль и вывод информации, параллельная асинхронная работа компонентов системы, связанных между собой потоками данных по методу портов и т.д. Рассмотрена архитектура СМО "АСТРА", принципы функционирования и даны рекомендации по применению системы.

Ереванский физический институт  
 Ереван 1984

## 1. Введение

СИСТЕМА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ "АСТРА"<sup>ж)</sup> (СМО "АСТРА") - это организованный набор программных, информационных и лингвистических средств, обеспечивающих унифицированную технологию создания широкого класса СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДАННЫХ (САЦД), а также автоматизацию основных процессов построения этих систем.

Основной предпосылкой создания СМО "АСТРА" послужил тот факт, что в настоящее время четко оформились принципы конструирования САЦД, согласно которым архитектура любой САЦД (независимо от ее прикладного назначения) включает в себя следующие основные компоненты:

- а) подсистему ввода и контроля входной информации;
- б) подсистему управления хранением информации (информационный банк);
- в) исполнительную подсистему, осуществляющую проблемно-ориентированную обработку информации;

<sup>ж)</sup> АСТРА - автоматизированная система технологизации разработок АСУ

г) подсистему вывода результатов обработки.

Практически с момента создания первых САПД непрерывно ведутся работы по унификации и универсализации их основных компонентов, и в настоящее время в этой области достигнуты значительные успехи. Достаточно хорошо разработаны принципы построения различного рода генераторов выходных форм и универсальных процедур ввода и контроля данных. Развитие теории баз данных и разработка соответствующих систем управления базой данных (СУБД) позволили добиться практически полной независимости организации информационных банков от проблемной области. В меньшей мере исследованы вопросы универсализации исполнительной подсистемы. В этой области разработаны лишь различные системы автоматизации программирования и достигнута универсализация в рамках локальных комплексов задач. Это объясняется тем, что исполнительная подсистема более тесно, чем все остальные компоненты САПД, связана с семантической спецификой решаемой задачи и представляет большие требования к интеллектуальности программного обеспечения, что ставит решение этой проблемы в прямую зависимость от общего прогресса в области искусственного интеллекта. В настоящее время в нашей стране имеются различные инструментальные системы и пакеты прикладных программ, позволяющие в той или иной степени автоматизировать и технологизировать процесс создания различных САПД [2,3]. Однако в большинстве случаев в этих системах неполно использованы современные достижения в данной области. Так системы, включающие весьма развитые генераторы выходных форм и универсальные процедуры ввода, как правило имеют сла-

бое обеспечение информационных банков, основанное на достаточно примитивных файловых структурах. В то же время, мощные СУБД (например "ОКА") не имеют развитых универсальных средств управления входными и выходными данными (тех же генераторов выходных форм). Попытки механического совмещения имеющихся различных инструментальных средств при создании САПД приводят, как правило, к громоздким системам, лишенным концептуальной целостности, а следовательно, ненадежным и неудобным в эксплуатации.

Разработка СМО "АСТРА" представляет собой попытку создания цельной инструментальной системы, комплексно использующей современные принципы автоматизации процесса построения САПД и современную технологию программирования.

## 2. Основные понятия и термины

### 2.1 Понятие ПРИКЛАДНОЙ СИСТЕМЫ

Любая САПД, построенная на базе СМО "АСТРА", называется ПРИКЛАДНОЙ СИСТЕМОЙ (в дальнейшем - СИСТЕМА). Процесс построения конкретной САПД называется ГЕНЕРАЦИЕЙ СИСТЕМЫ (ГЕНЕРАЦИЕЙ) и осуществляется с помощью специального подмножества средств СМО "АСТРА". Остальные ее средства образуют каркас СИСТЕМЫ, определяющий архитектуру последней и основные принципы функционирования.

### 2.2 Типы программных средств

Программные средства представляют собой множество всех программных единиц, используемых в СИСТЕМЕ.

Термин "модуль" используется для обозначения минимальной программной единицы.

Термин "программа" используется для обозначения группы взаи-

мосвязанных модулей, выполняющих некоторый замкнутый комплекс функций.

Все программные средства СИСТЕМЫ делятся на 4 типа:

в) базисные системные программы (модули), которые являются компонентами СМО "АСТРА" и реализуют общесистемные функции;

б) пользовательские системные программы (модули), которые имеют то же назначение, что и программы типа (а), но разрабатываются и включаются в СИСТЕМУ пользователями как специальное дополнение к СМО "АСТРА";

в) базисные проблемные программы (модули), которые реализуют некоторые универсальные функции проблемной обработки данных и являются компонентами СМО "АСТРА";

г) пользовательские проблемные программы (модули), которые реализуют специальные функции проблемной обработки данных: они не входят в состав собственных средств СМО "АСТРА", а реализуются и вводятся в СИСТЕМУ пользователями.

Для программы типа (а) и (б) используется общее название "системные", а для (в) и (г) - "проблемные".

### 2.3 Типы информационных средств

К информационным средствам относится вся информация, обрабатываемая, используемая или генерируемая СИСТЕМОЙ, а также формы ее представления.

Применительно к информационным средствам будут использоваться следующие термины:

- элемент, обозначающий минимальную единицу информации, имеющую какой-либо смысл с точки зрения СИСТЕМЫ или некоторой ее части;

- блок, обозначающий некоторое множество информационных

элементов;

- агрегат, обозначающий структурированный блок, состоящий из разнородных (в смысле формы или семантики) элементов информации;

- массив, обозначающий упорядоченный однородный блок.

Информационные средства делятся на 4 типа:

а) проблемные данные, к которым относится вся информация, предназначенная для обработки проблемными программами в процессе решения прикладных задач;

б) системные данные, к которым относятся информационные конструкции, обрабатываемые системными программами для реализации логики управления;

в) служебная информация, которая отражает физическое состояние и физическую структуру внешней и внутренней памяти;

г) управляющая информация, на основании которой производится выбор режимов работы СИСТЕМЫ или отдельных ее частей, активация и дезактивация выполнения ее функций и выбор вариантов их выполнения.

Проблемные данные делятся на три класса:

- входные проблемные данные, поступающие в СИСТЕМУ из внешнего мира;

- внутренние проблемные данные, хранящиеся внутри СИСТЕМЫ;

- выходные проблемные данные, выдаваемые из СИСТЕМЫ во внешний мир.

Входные данные вводятся в СИСТЕМУ блоками, называемыми ВХОДНЫМИ ФОРМАМИ (сокращенно ВхФ).

Выходные данные выводятся в виде ВЫХОДНЫХ ФОРМ (ВыхФ) и проблемных сообщений (ПС).

Системные данные также делятся на три класса:

- входные системные данные, вводимые в СИСТЕМУ в процессе ее генерации;

- внутренние системные данные, отражающие конфигурацию СИСТЕМЫ, структуры проблемных данных, состояние СИСТЕМЫ на каждом этапе ее работы (дескрипторы, статусы и т.д.);

- выходные системные данные, отражающие некоторые результаты работы системных программ.

Выходные системные данные выдаются в виде системных сообщений (СС) и контрольных распечаток.

Служебная информация используется системными программами для физического доступа к системным и проблемным данным.

Управляющая информация делится на два класса:

- входная управляющая информация, посредством которой осуществляется внешнее управляющее воздействие на СИСТЕМУ;

- внутренняя управляющая информация, с помощью которой одни части СИСТЕМЫ управляют работой других ее частей.

#### 2.4 Лингвистические средства

Лингвистические средства - это совокупность всех собственных формальных языков СИСТЕМЫ. Сюда не относятся языки программирования и языки ОС, используемые для реализации СИСТЕМЫ.

Каждый формальный язык СИСТЕМЫ является объединением некоторого фиксированного множества информационных агрегатов (предложений языка) и некоторого множества правил и соглашений. Языки - это одно из средств передачи информации между компонентами СИСТЕМЫ и между СИСТЕМОЙ и внешним миром. Все языки СИСТЕМЫ целиком обеспечиваются средствами СМО "АСТРА".

Основными языками СИСТЕМЫ являются:

- ЯЗЫК ОПИСАНИЯ ЗАДАНИЙ (ЯОЗ), предложения которого называются ОПЕРАТОРАМИ;

- ЯЗЫК ДИРЕКТИВ (ЯД), предложения которого называются ДИРЕКТИВАМИ;

- ЯЗЫК МИНИПУЛЯЦИИ ДАННЫМИ (язык "СИГМА"), предложения которого называются ЗАПРОСАМИ;

- ЯЗЫК ГЕНЕРАТОРА ВЫХОДНЫХ ФОРМ (ЯГВФ), предложения которого называются ФОРМАТАМИ;

- ЯЗЫК РЕДАКТОРА ТЕКСТОВ (ЯРТ), предложения которого называются ИНСТРУКЦИЯМИ;

- ЯЗЫК ГЕНЕРАЦИИ СИСТЕМЫ (ЯГС), предложения которого называются ДЕКЛАРАЦИЯМИ.

Назначение и некоторые свойства этих языков рассматриваются ниже.

#### 2.5 Функциональная процедура

Работа СИСТЕМЫ - это решение некоторых прикладных задач переработки данных. Для решения каждой такой задачи в СИСТЕМЕ используется одна проблемная программа, которая, в общем случае, может иметь произвольную структуру и состоять из любого числа модулей. Для обеспечения интерфейса с управляющей частью СИСТЕМЫ к каждой такой проблемной программе подключается специальная системная программа. Каждый такой комплекс, состоящий из проблемной программы и связанной с ней интерфейсной системной программы, называется ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПРОЦЕДУРОЙ (ФП). Множество прикладных задач, которые способна решать СИСТЕМА, определяется множеством ФП, включенных в нее.

## 2.6 ЗАДАНИЕ

Выполнение каждой ФП инициируется вводом в СИСТЕМУ специального информационного блока, организованного по определенным правилам и называемого ЗАДАНИЕМ.

ЗАДАНИЕ состоит из ОПЕРАТОРОВ ЯОЗ и ВхФ (последнее необязательно).

ОПЕРАТОРЫ ЯОЗ поставляют входную управляющую информацию, необходимую для обработки ЗАДАНИЯ (в частности, указывается требуемая ФП).

ВХОДНЫЕ ФОРМЫ поставляют входные проблемные данные для соответствующей ФП, если в этом есть надобность.

ОБРАБОТКА одного ЗАДАНИЯ является основной единицей работы СИСТЕМЫ.

## 2.7 ПОДСИСТЕМА

С логической точки зрения, ПОДСИСТЕМА - это некоторое непустое подмножество (в общем случае - не строгое) множества всех прикладных задач, решаемых СИСТЕМОЙ. В ПОДСИСТЕМУ объединяются задачи, которые логически связаны между собой общими целями, или некоторой общей глобальной "надзадачей", или еще каким-либо образом.

В концептуальном смысле ПОДСИСТЕМА - это некоторая совокупность ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОЦЕДУР и соответствующих им проблемных данных.

Каждая ПОДСИСТЕМА имеет свою определенную группу пользователей, которая в общем случае является некоторым подмножеством всего множества пользователей СИСТЕМЫ.

Различные ПОДСИСТЕМЫ одной СИСТЕМЫ могут пересекаться, т.е. иметь общие ФП, проблемные данные и общих пользователей.

## 2.8 Информационный порт

В логическом смысле ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОРТ (ИП) это некоторое хранилище данных, используемое в качестве промежуточного буфера при передаче информации. Используя обиходные выражения, ИП можно назвать "перевалочным пунктом" или "почтовым ящиком".

В концептуальном смысле ИП - это совокупность областей памяти и некоторых программных средств, обслуживающих её, т.е. обеспечивающих занесение информации в порт и выборку из него.

Физическая организация разных ИП различна и зависит от конкретных типов передач информации.

В общем случае, каждый компонент СИСТЕМЫ может иметь некоторое множество входных и выходных портов.

Понятие входного и выходного ИП относительно, так как один и тот же порт может быть входным для одной программы и выходным для другой.

## 2.9 Информационный банк

В логическом смысле (с точки зрения пользователей) ИНФОРМАЦИОННЫЙ БАНК (БАНК) - это своеобразный "склад", обеспечивающий хранение внутренних проблемных данных и всевозможные манипуляции с ними: включение, установление связей, ассоциативный доступ, исключение и т.д.

С концептуальной точки зрения, БАНК - это некоторое подмножество программных, информационных и лингвистических средств СИСТЕМЫ, реализующих функции хранения и управления внутренними проблемными и системными данными.

В концептуальном смысле БАНК состоит из двух частей: БАЗЫ СИСТЕМНЫХ ДАННЫХ (БСД) и БАЗЫ ПРОБЛЕМНЫХ ДАННЫХ (БПД).

БСД - это комплекс базисных системных программ и некоторых информационных средств, обеспечивающий управление внутренними системными данными. Клиентами БСД являются исключительно системные программы. Обращение к БСД производится посредством передачи управляющей информации соответствующим программам, входящим в её состав.

БПД обеспечивает хранение внутренних проблемных данных и управление ими. Услугами БПД могут пользоваться любые программы СИСТЕМ. Обращение к нему производится через порт БПД, а сами запросы должны быть сформулированы на языке "СИГМА". В своей работе БПД опирается на БСД.

### 3. Основные концепции СМО "АСТРА"

#### 3.1 Табличное представление данных

Одной из главных концепций СМО "АСТРА" является концепция табличного представления проблемных данных.

Идея такого представления впервые была выдвинута Коддом и в дальнейшем развита им и его последователями в теорию реляционных моделей данных. В общих чертах, концепция табличного представления может быть сформулирована следующим образом: любое множество данных и любые связи между ними можно представить в виде некоторой совокупности двумерных нормализованных таблиц, называемых отношениями и состоящих из строк (кортежей) и столбцов (атрибутов). Над отношениями определяется множество операций, составляющих так называемую "реляционную алгебру", позволяющую производить всевозможные реорганизации и видоизменения отношений (подробнее о реляционной теории см [4]).

В СМО "АСТРА" концепция табличного представления в той или иной форме выдерживается на всех этапах обработки проблемных данных. БПД организована по реляционному принципу. Язык СИГМА является языком реляционного типа, использующим подмножество операций реляционной алгебры, дополненное некоторыми специальными операциями. Выход представляют собой иерархию нормализованных отношений. Выход строится из отношений и имеют табличную организацию. Таким образом достигается унифицированное представление проблемных данных на всех этапах их обработки, в достаточной степени простое и естественное и, в то же время, весьма универсальное.

#### 3.2 Концепция открытой системы

СМО "АСТРА" является открытой системой. Это означает, что в ней предусмотрена возможность подключения пользовательских проблемных и некоторых системных программ, при этом автоматически обеспечивается интерфейс с базовой системой.

Концепция открытой системы является первым из двух основных принципов организации СМО "АСТРА", обеспечивающих относительную её универсальность и, следовательно, возможность построения различных ПРИКЛАДНЫХ СИСТЕМ на ее основе.

#### 3.3 Концепция настраиваемой системы

СМО "АСТРА" является настраиваемой системой. Это означает, что режим и характер функционирования ее программных средств, а также реализуемые ими алгоритмы контроля и управления могут варьироваться в довольно широких пределах при генерации различных ПРИКЛАДНЫХ СИСТЕМ. Точно также могут варьироваться структуры агрегатов проблемных данных, используемых в различных СИС-

ТЕМАХ. При этом, вся настройка производится без каких-либо изменений в самих программах СМО "АСТРА".

Эта настраиваемость достигается за счет того, что все узловые параметры, определяющие характер работы программных средств СМО "АСТРА" и структуры проблемных данных задаются не в виде констант самих программ, а в виде автономных описателей (дескрипторов), которые можно легко и просто модифицировать.

СМО "АСТРА" допускает автономную перенастройку (а также модернизацию) отдельных функциональных компонентов. Настройка системы производится в процессе ГЕНЕРАЦИИ. Параметры настройки задаются средствами ЯПС в виде образов системных дескрипторов.

Концепция настраиваемой системы - это второй из двух основных принципов организации СМО "АСТРА", обеспечивающих ее универсальность.

### 3.4 Унифицированная архитектура

Все ПРИКЛАДНЫЕ СИСТЕМЫ имеют аналогичные архитектуры, различающиеся, в основном, только количеством и характером ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОЦЕДУР. Эта инвариантность архитектур объясняется тем, что СМО "АСТРА" представляет собой готовый скелет СИСТЕМЫ, в котором жестко заложены основные принципы ее организации и действуют определенные соглашения о связях.

Разработчики ПРИКЛАДНЫХ СИСТЕМ не имеют возможности выйти за рамки базовой архитектуры. Они должны также соблюдать определенные правила и технологические принципы. Однако, это все является скорее преимуществом, чем недостатком, поскольку полностью освобождает разработчиков ПРИКЛАДНЫХ СИСТЕМ от необхо-

димости планировать общую структуру системы, разрабатывать и реализовывать логику управления и, в то же время, не накладывает никаких ограничений на алгоритмы обработки, на количество решаемых задач и на структуру прикладных программ, а также оставляет большую свободу выбора структур проблемных данных. В конечном итоге, эта свобода действий в сугубо проблемной области и является самым существенным для разработки ПРИКЛАДНОЙ СИСТЕМЫ.

Система правил и соглашений, действующих в СМО "АСТРА" и принудительно навязываемая разработчикам и пользователям любой ПРИКЛАДНОЙ СИСТЕМЫ, гарантирует правильное взаимодействие ее компонентов, а следовательно, и повышение надежности.

### 3.5 Централизованное управление внутренними проблемными данными

Централизованное управление внутренними проблемными данными осуществляется ИНФОРМАЦИОННЫМ БАНКОМ СМО "АСТРА", который обеспечивает единые способы хранения данных и доступа к ним, а также целостность данных и минимизацию избыточности.

Прикладные программы не могут иметь собственные наборы данных, организованные средствами ОС, однако это ни в коей мере не ограничивает их функциональные возможности, так как ИБ позволяет моделировать большинство файловых структур ОС и методов доступа к внешней памяти.

Использование в СМО "АСТРА" концепции централизованного управления внутренними данными, с одной стороны, обеспечивает их сохранность и защиту от несанкционированного доступа, а с другой стороны, дает возможность прикладным программам целиком

сосредоточиться на вопросах обработки данных, не заботясь об организации физического хранения этих данных и доступа к ним.

### 3.6 Централизованное управление вводом

Концепция централизованного управления вводом заключается, в том, что ввод всей входной управляющей информации и входных проблемных данных, а также проверка вводимой информации осуществляется ПЛАНИРОВЩИКОМ ВВОДА.

ПЛАНИРОВЩИК ВВОДА не является отдельным физическим компонентом СИСТЕМЫ. Это чисто логическое понятие, обозначающее некоторую группу специальных программ, которые физически входят в различные части СИСТЕМЫ.

Основу ПЛАНИРОВЩИКА ВВОДА составляют базисные системные программы, к которым могут быть добавлены пользовательские системные программы, что позволяет расширять его возможности контроля входных проблемных данных и модифицировать их с учетом специфики конкретной ПРИКЛАДНОЙ СИСТЕМЫ.

Ввод любой информации возможен во всех случаях только через ПЛАНИРОВЩИК ВВОДА.

ПЛАНИРОВЩИК ВВОДА позволяет осуществлять ввод информации как в пакетном, так и диалоговом (интерактивном) режимах.

### 3.7 Унификация вывода данных

Унификацию вывода данных обеспечивает ПЛАНИРОВЩИК ВЫВОДА, который помимо чисто управленческих функций, обеспечивает возможность автоматической генерации сообщений и произвольных выходных форм. Вывод может производиться на системное устройство печати ( SYSPRINT ) и на терминалы ПРИКЛАДНОЙ СИСТЕМЫ. ПЛАНИРОВЩИК ВЫВОДА (так же, как и ПЛАНИРОВЩИК ВВОДА) - это чисто

логическое понятие.

Стандартные функции ПЛАНИРОВЩИКА ВЫВОДА, целиком реализуются базисными системными программами. В процессе генерации конкретной ПРИКЛАДНОЙ СИСТЕМЫ этот набор стандартных функций может быть расширен за счет подключения пользовательских программ, в частности, таким образом можно обеспечить возможность вывода на нестандартные устройства.

Выходные системные данные всегда выводятся только через ПЛАНИРОВЩИК ВЫВОДА. Вывод выходных проблемных данных, в некоторых случаях, может быть организован собственными силами прикладных программ, минуя ПЛАНИРОВЩИК ВЫВОДА.

### 3.8 Параллельная асинхронная работа

Вся работа ПРИКЛАДНОЙ СИСТЕМЫ организуется по принципу параллельного асинхронного функционирования.

Основные компоненты СИСТЕМЫ являются самостоятельными программными комплексами, с независимой логикой функционирования, взаимодействующими между собой посредством потоков информации, с использованием аппарата ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОРТОВ [5], что позволяет организовать их параллельную асинхронную работу в мультипрограммном режиме, в результате чего происходит совмещение во времени различных этапов и различных типов обработки информации, следовательно, и увеличение общей производительности СИСТЕМЫ.

### 3.9 Разграничение доступа

В СМО "АСТРА" реализованы 4 основных принципа разграничения доступа к ресурсам СИСТЕМЫ, обеспечивающие защиту данных и режим секретности:

- 1) разграничение доступа пользователей к ПОДСИСТЕМАМ;
- 2) разграничение доступа пользователей к проблемным данным;
- 3) разграничение доступа пользователей к ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ПРОЦЕДУРАМ;
- 4) разграничение доступа ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОЦЕДУР к проблемным данным.

### 3.10 Принципы защиты от сбоев

В СМО "АСТРА" реализованы 4 основных принципа защиты от сбоев, позволяющие в значительной степени минимизировать последствия ошибок оборудования или программ:

- 1) принцип дублирования;
- 2) принцип фиксации;
- 3) принцип задержки;
- 4) принцип протоколирования.

Принцип дублирования заключается, во-первых, в периодическом копировании на магнитную ленту всех наборов данных, используемых системой, а во-вторых, в дублировании наиболее важной служебной информации.

Согласно принципу фиксации, производится запоминание во внешней памяти всех наиболее существенных, с точки зрения жизнеспособности СИСТЕМЫ, промежуточных результатов работы ее управляющей части, причем результаты очередного шага работы уничтожаются только после фиксации результатов следующего шага.

Принцип задержки означает, что все корректировки проблемных данных в ИНФОРМАЦИОННОМ БАНКЕ, затребованные какой-либо прикладной программой, не выполняются немедленно. Они запоминаются и учитываются при последующих обращениях данной програм-

мы к БАНКУ. Реальные изменения в БАНК вносятся только после того, как соответствующая прикладная программа благополучно завершится.

Принцип протоколирования предполагает ведение системного журнала, в котором отражаются все изменения в наборах данных в промежутках между созданиями их дубликатов.

## 4. Архитектура СМО "АСТРА"

### 4.1 Логическая схема

С логической (пользовательской) точки зрения, любая ПРИКЛАДНАЯ СИСТЕМА - это некоторая совокупность ПОДСИСТЕМ (рис.1). Возможен частный случай, когда вся СИСТЕМА состоит только из одной ПОДСИСТЕМЫ.

В рамках логической схемы считается, что каждая ПОДСИСТЕМА имеет свои локальные ПЛАНИРОВЩИКИ ВВОДА-ВЫВОДА, локальный БАНК и свой собственный набор ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОЦЕДУР.

Все локальные БАНКИ некоторым образом связаны между собой так, что если несколько различных БАНКОВ содержат какие-либо одинаковые данные и эти данные модифицируются в рамках одного из них, то соответствующие изменения автоматически происходят и во всех остальных локальных БАНКАХ.

Если в ПОДСИСТЕМАХ предусмотрен диалоговый режим работы, то к СИСТЕМЕ подключается некоторое множество терминалов. Каждая из ПОДСИСТЕМ имеет строго определенную группу терминалов, с помощью которых можно работать с этой ПОДСИСТЕМОЙ. В общем случае, один и тот же терминал может входить в разные группы, т.е. с него можно получать доступ к нескольким ПОДСИСТЕМАМ.

Все системные устройства пакетного ввода и вывода ( SYSIN ,

Логическая схема СИСТЕМЫ

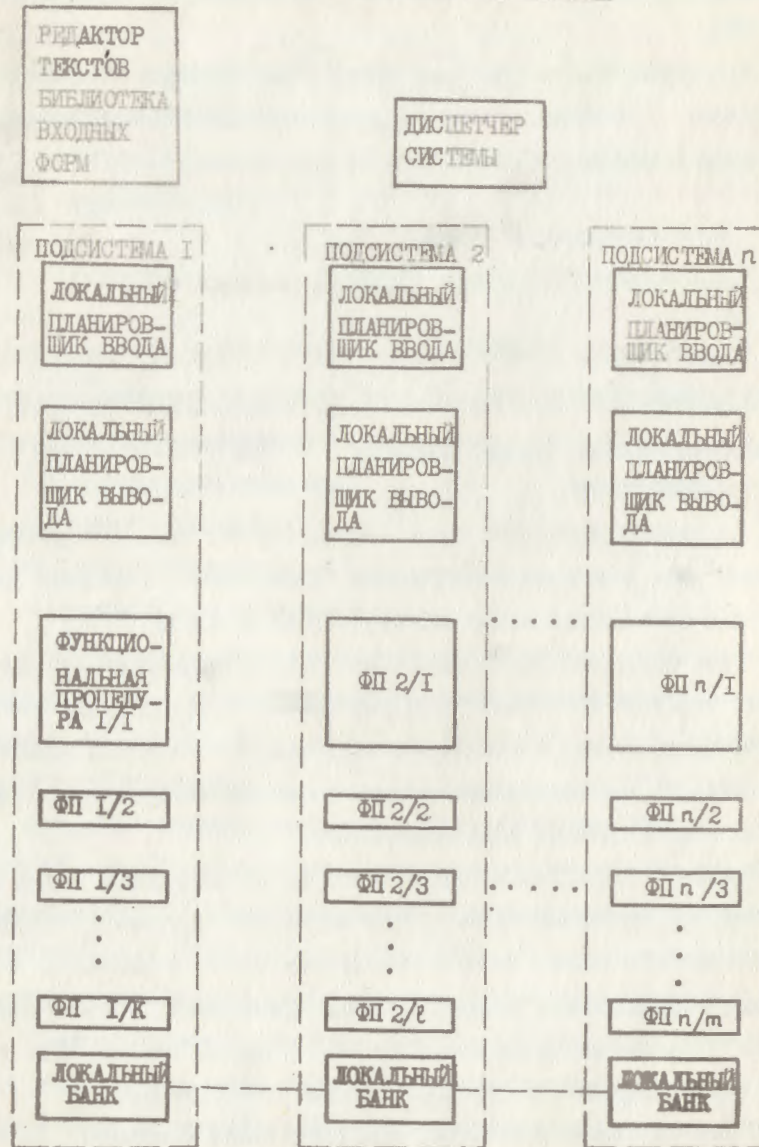


Рис. 1

зуспринт ) могут использоваться для нужд любой ПОДСИСТЕМЫ.

В СИСТЕМЕ ИМЕЕТСЯ БИБЛИОТЕКА ВХОДНЫХ ФОРМ (БВФ) и РЕДАКТОР ТЕКСТОВ (РТ), обслуживающий эту библиотеку, которые доступны всем ПОДСИСТЕМАМ.

Общее управление работой СИСТЕМЫ (в частности, ее активацию и деактивацию) осуществляет специальная программа: ГЛАВНЫЙ ДИСПЕТЧЕР СИСТЕМЫ (ГДС).

4.2 Концептуальная схема

Общая концептуальная схема СИСТЕМЫ приведена на рис.2.

Элементами схемы являются:

1) основные функциональные компоненты:

- ГДС
- МОНИТОР ИНТЕРАКТИВНОГО РЕЖИМА (МИР)
- ИБ
- ДИСПЕТЧЕР ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОЦЕДУР (ДФП)
- ФП (со своим МОНИТОРОМ (МФП))
- МОНИТОР ПАКЕТНОГО ВВОДА (МПВ)
- ПРОГРАММА ВВОДА ЗАДАНИЙ (ПВЗ)
- РТ

2) основные информационные порты:

- ПОРТ БАЗЫ ПРОБЛЕМНЫХ ДАННЫХ (ПБЦД)
- ПОРТ БАЗЫ СИСТЕМНЫХ ДАННЫХ (ПБСД)
- ПОРТ ВХОДНЫХ ФОРМ (ПВФ)
- ВЫХОДНОЙ ПОРТ ПАКЕТНОГО ВВОДА (ВППВ)
- ВХОДНОЙ ПОРТ СИСТЕМЫ (ВКС)
- ПОРТ ДЕСКРИПТОРОВ ЗАДАНИЙ (ПЦЗ)

3) устройства ввода - вывода информации (терминалы, устройство ввода, устройство печати)

Концептуальная схема СИСТЕМЫ

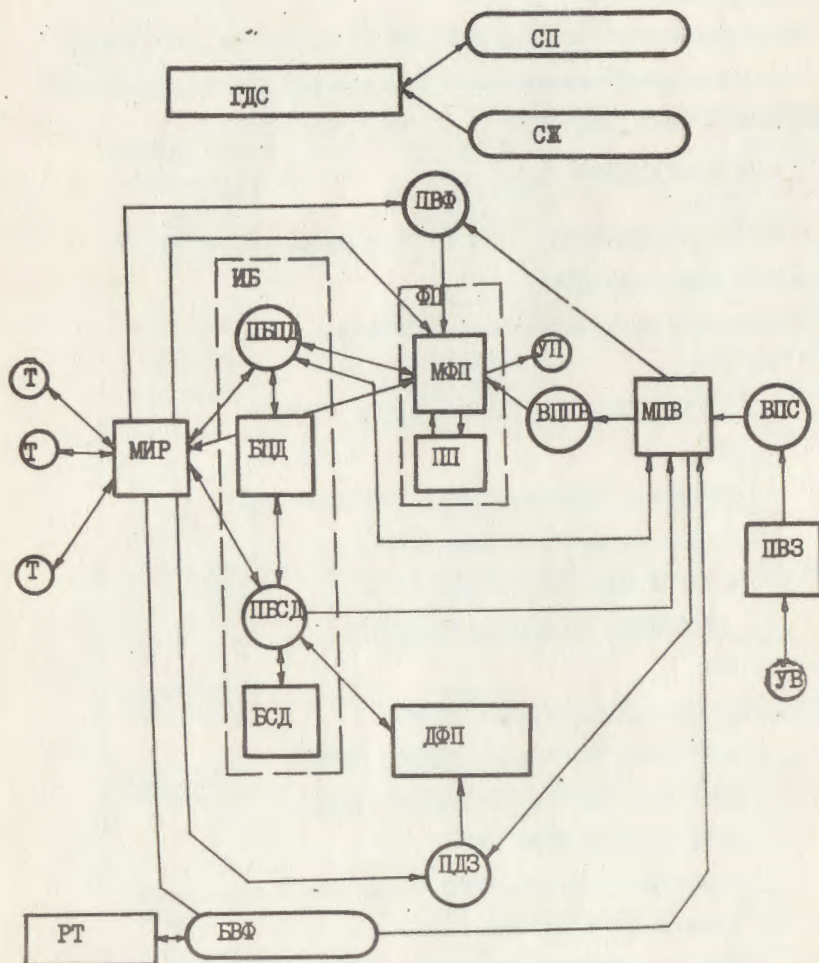


Рис. 2

4) важнейшие наборы данных СИСТЕМЫ, одновременно доступные различным ее компонентам:

- СИСТЕМНЫЙ ПРОТОКОЛ (СП)
- СИСТЕМНЫЙ ЖУРНАЛ (СЖ)
- БВФ

Каждый функциональный компонент СИСТЕМЫ является цельным комплексом программных, информационных, а в некоторых случаях, и лингвистических средств, обладающим значительной степенью автономности в смысле управления (принцип децентрализации). ПБЗ и РТ являются абсолютно автономными в смысле управления. С целью более полного представления информационных связей на схеме дана частичная детализация внутренней структуры ИБ и ФП. На чертеже изображен один экземпляр ФП, однако организация СИСТЕМЫ предусматривает возможность параллельного выполнения нескольких ФП.

Чтобы не загромождать чертеж, на схеме не изображены потоки информации, поступающей в СП и СЖ из МИР, ИБ, ФП, ДФП и МПВ. По той же причине на схеме опущены второстепенные информационные связи, отражающие потоки управляющей информации, между ГДС и МИР, ИБ, ДФП, МПВ, а также между ДФП и ФП. Кроме того, на схеме не отражена возможность воздействия ГДС на ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПОРТЫ.

Явные связи по управлению между различными компонентами СИСТЕМЫ, также не указанные на схеме, очень немногочисленны и заключаются в том, что ГДС запускает МИР, ИБ, МПВ и ДФП, ДФП в свою очередь, запускает ФП. Эти связи не играют особо существенной роли и служат, главным образом, для автоматизации запуска СИСТЕМЫ. В принципе, их можно заменить ручной работой оператора ЭВМ, выполняемой по указаниям ГДС и ДФП.

Назначение некоторых функциональных компонентов в общих чер-

тах рассматривалось в предыдущем изложении.

## 5. Принципы функционирования СИСТЕМЫ

### 5.1 Режимы работы СИСТЕМЫ

Работа любой СИСТЕМЫ заключается в обработке ЗАДАНИЙ, поступающих в нее из внешнего мира.

Средства СМО "АСТРА" в принципе могут обеспечить три режима обработки ЗАДАНИЙ:

- пакетный (П-режим)
- первый диалоговый (Д1-режим)
- второй диалоговый (Д2-режим)

В конкретную ПРИКЛАДНУЮ СИСТЕМУ могут быть заложены все три режима или только некоторые из них. Если в СИСТЕМЕ задействовано несколько режимов обработки, то при каждом ее запуске можно устанавливать, какие из этих режимов являются допустимыми в данном цикле работ.

При работе в П-режиме ЗАДАНИЯ вводятся в ВПС с некоторого устройства ввода посредством стандартной ПВЗ или специальной программы, написанной пользователем. Все результаты обработки выдаются в виде листингов на системное устройство печати. Пользователь не имеет возможности вмешиваться в процесс обработки ни на каком его этапе.

Ввод и входной контроль ЗАДАНИЙ в П-режиме осуществляет МПВ.

Задания выбираются из ВПС последовательно, в порядке их поступления. Результаты входного контроля выдаются в виде листингов.

Если ЗАДАНИЕ содержит ошибки, препятствующие его выполнению, то обработка такого ЗАДАНИЯ ограничивается только первым этапом.

ЗАДАНИЯ, благополучно прошедшие входной контроль, ставятся в очередь на исполнение.

Все результаты работы ФП выдаются только на печать по ее окончанию.

При работе в Д1 - режиме, ввод ЗАДАНИЯ осуществляется с одного из терминалов СИСТЕМЫ под управлением МИР. Результаты входного контроля выдаются на этот же терминал, и пользователь имеет возможность оперативно исправлять ошибки, ведя диалог с СИСТЕМОЙ. Дальнейшая обработка происходит без вмешательства пользователя.

При работе в Д2 - режиме, пользователь, помимо интерактивного ввода (как в режиме Д1), имеет возможность вести диалог с ПРИКЛАДНОЙ ПРОГРАММОЙ на этапе исполнения ЗАДАНИЯ и получать на терминале результаты ее работы. Режимом Д2 также управляет МИР.

При работе в режимах Д1 и Д2 пользователь наряду с ЯОЗ может использовать ЯД, дающий ему дополнительные возможности контакта с СИСТЕМОЙ. В частности, с помощью ЯД можно запросить у СИСТЕМЫ подсказку о допустимых действиях в той или иной ситуации.

### 5.2 Общая схема функционирования СИСТЕМЫ

Обработка ЗАДАНИЙ может производиться в различных режимах. Каждый режим имеет свои особенности, но в целом, процесс обработки каждого ЗАДАНИЯ всегда проходит по единой схеме, которая в общем случае, включает три основных этапа:

- ввод ЗАДАНИЯ
- исполнение ЗАДАНИЯ
- завершение ЗАДАНИЯ

На первом этапе ЗАДАНИЕ тем или иным способом вводится в СИСТЕМУ и проходит входной контроль. В процессе входного контроля производится синтаксическая и семантическая проверка всех ОПЕРАТОРОВ ЯОЗ и полная синтаксическая проверка всех ВхФ. В некоторых случаях, может производиться также локальный семантический контроль всех или некоторых ВхФ, который заключается в проверке внутренней семантической целостности и непротиворечивости каждой проверяемой ВхФ в отдельности. В процессе входного контроля ВхФ преобразуются во внутреннюю форму представления и помещаются в ПВФ, а из управляющей информации, содержащейся в ОПЕРАТОРАХ ЯОЗ, формируется ДЕСКРИПТОР ЗАДАНИЯ, который помещается в ЦДЗ. На этом этап ввода заканчивается. В зависимости от режима обработки, ввод и входной контроль ЗАДАНИЯ осуществляет либо МПВ, либо МИР. Результаты входного контроля выдаются пользователю либо в виде листинга, либо в виде сообщений на терминал.

Второй этап обработки ЗАДАНИЯ заключается в выборке его ДЕСКРИПТОРА из ЦДЗ в соответствии с приоритетом данного ЗАДАНИЯ, очередностью и некоторыми факторами, определяющими возможность его параллельного выполнения с другими ЗАДАНИЯМИ, а также в запуске и выполнении соответствующей ФП. Эти действия (выборка ЗАДАНИЯ и активация ФП) выполняет ДФП. Каждая ФП в процессе своей работы может, в общем случае, выбрать для обработки ВхФ из ПВФ, запрашивать и модифицировать данные, хранящиеся в БД, а также добавлять туда новые данные и удалять данные из БД, может создавать из имеющихся базовых информационных структур новые временные (рабочие) структуры данных, может генерировать и выдавать на печать или терминал сообщения и ВыхФ, а также в некоторых случаях вести прямой диалог с

с пользователем через терминал. Решение проблемной задачи осуществляет ПРИКЛАДНАЯ ПРОГРАММА, входящая в ФП. Запуск этой программы и связь с остальными компонентами СИСТЕМЫ осуществляет МФП. Второй этап обработки задания заканчивается тогда, когда ШП завершает свою работу.

На этапе завершения ЗАДАНИЯ выполняются следующие действия:

- МФП формирует информацию о том, как проработала и завершилась ШП, и передает ее ДФП, после чего завершает ФП;
- выдается на печать листинг результатов работы ШП или же посылаются заключительные сообщения пользователю на терминал;
- ДФП анализирует информацию о завершении ФП и дает команду БД зафиксировать все корректировки базовых данных, запрошенных ШП (в случае нормального завершения) или аннулировать их (в случае аварийного завершения).

На этом обработка одного ЗАДАНИЯ завершается.

В процессе своей работы, все компоненты СИСТЕМЫ, за исключением ФП, периодически фиксируют в СИСТЕМНОМ ЖУРНАЛЕ информацию о своем состоянии и о состоянии соответствующих ПОРТОВ и служебных наборов данных в текущий момент времени, что позволяет в случае сбоя оборудования, восстановить состояние СИСТЕМЫ и продолжить работу. Для ФП СИСТЕМНЫЙ ЖУРНАЛ является необязательным средством. Те из них, которые не пользуются им, будут в случае сбоя повториться с самого начала. Восстановление состояния СИСТЕМЫ при рестарте после сбоя, в основном, выполняет ГДС.

В СИСТЕМНОМ ПРОТОКОЛЕ, в хронологическом порядке, накапливается информация обо всех заданиях, проходящих через СИСТЕМУ. СИ позволяет осуществлять контроль за использованием СИСТЕМЫ. В СИ, помимо информации о текущем состоянии программы, отражают-

ся изменения информации БЦД, что позволяет восстановить ее состояние в случае сбоев.

Решение о восстановлении данных принимается ГДС, а само восстановление выполняется специальной программой БЦД.

Помимо функций восстановления, ГДС осуществляет запуск СИСТЕМЫ в целом (за исключением ПВЗ и РГ), а также осуществляет установку допустимых режимов обработки, и останавливает работу СИСТЕМЫ (последние два действия выполняются по командам оператора ЭВМ). ПВЗ и РГ являются автономными компонентами СИСТЕМЫ. Их запуск производится асинхронно с остальной ее частью.

БВФ и РГ позволяют заранее накапливать массивы ВхФ, корректировать их, а затем включать в любое ЗАДАНИЕ в процессе его ввода в СИСТЕМУ.

## 6. Заключение

Унифицированное представление данных на всех этапах обработки в виде универсальных структур реляционного типа, наличие развитых средств манипулирования данными, а также гибких средств автоматизированного ввода, контроля и вывода информации обуславливает универсальность СМО "АСТРА" как инструментального средства и позволяет использовать ее для создания САЦД различного назначения.

СМО "АСТРА" рассчитана на эксплуатацию в среде операционной системы ОС ЕС 4.1 или 6.1 на моделях ЕС ЭВМ не ниже ЕС-1022.

В первой версии СМО "АСТРА" реализован только пакетный режим обработки. Режимы Д1 и Д2 будут реализованы в последующих версиях системы.

В качестве конкретных применений СМО "АСТРА" рекомендуется создание на ее базе информационно-справочных, финансово-экономических и технико-экономических систем обработки информации. Однако не исключается применение СМО "АСТРА" в области автоматизации научно-технических расчетов и научно-исследовательских работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах. Пер. с англ./Под ред. А.А. Стогниа и А.Л. Шерса. М.: Мир, 1980.
2. Гринштейн В.А., Черкасов Ю.М., Яловецкий В.И. Интерпретирующие программные средства обработки информации / Под ред. Ю.М. Черкасова. М.: Радио и связь, 1984.
3. Генератор программ ввода данных для ЕС ЭВМ/В.Н. Агафонов, М.Л. Зильбург, Н.Л. Малиновский и др. М.: Статистика, 1976.
4. Дейт К. Введение в системы баз данных. Пер. с англ. В.С. Миньева, Н.А. Маслаковой. М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1980.
5. Майерс Г. Надежность программного обеспечения. Пер. с англ./Под ред. В.Ш. Кауфмана. М.: Мир, 1980.

Рукопись поступила 26 июня 1984 г.

Х.В. АВАКИМЯН, М.М. МУГАДЯН, В.М. ТУРОВЦЕВ  
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ "АСТРА"

Редактор Л.П. Мукаян  
Технический редактор А.С. Абрамян

---

Подписано в печать 18/ХП-84г. ВФ-02985 Формат 60x84/16  
Офсетная печать. Уч.изд.л. 2,0 Тираж 299 экз. Ц. 30 к.  
Зак. тип. № 924 Индекс 3624

---

Отпечатано в Ереванском физическом институте  
Ереван 36, Маржарина 2