

ЧАСТЬ I

К. А. АБГАРЯН

БАЗОВАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ И ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РАЗРАБОТОК

Введение

Система автоматизированного проектирования предназначена для одновременного обслуживания всех проектных и научно-исследовательских работ, проводимых в организации, проектируемой новый объект техники, и как таковая является системой коллективного пользования. Рассматривая САПР как систему коллективного пользования, мы исходим из более широкой трактовки термина, принятого в литературе. Обычно системой коллективного пользования называют систему, обеспечивающую одновременный доступ к ВК для большого коллектива пользователей в режиме разделения времени. Такая система коллективного пользования, как САПР, должна, кроме того, обеспечивать коллективное использование данных, вводимых в систему или полученных во время работы с системой, всеми ее пользователями. В этом случае САПР можно рассматривать как коллективный интеллект проектной организации, как хранитель и распорядитель данных, обрабатываемых организацией в процессе ее деятельности.

Таким образом САПР осуществляет управление деятельностью проектной организации, обеспечивая оперативный и регламентированный обмен данными как в рамках каждого из разрабатываемых проектов, так и между проектами (это позволяет, например, оперативно учитывать ошибки, допущенные в одном из проектов, в других проектах), а также обмен данными между конструкторскими и исследовательскими подразделениями (это дает возможность эффективной проверки результатов научных исследований в практике проектирования, а также быстрого внедрения результатов исследований и т. д.).

Разработка САПР, предназначенная для одновременного обслуживания нескольких больших проектов и научно-исследовательских работ, связана с преодолением многочисленных трудностей из-за необходимости включения в САПР достаточно развитого ВК, состоя-

щего из нескольких мультипроцессоров вычислительных систем. Трудности вызываются необходимостью разработки архитектуры ВК, включаемого в САПР, а также необходимостью разработки программного обеспечения для осуществления режима коллективного использования ВК и коллективного доступа к данным.

Структура САПР

САПР рассматривается нами как объединение в единую систему двух систем (рис. 1): системы проектирования (СП) и имитационной автоматизированной системы (ИАС), которая в свою очередь является объединением системы автоматизации (СА) и имитационной вычислительной модели (ИВМ).

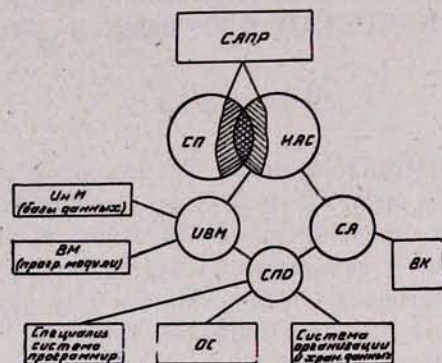


Рис. 1

Под СП понимается совокупность условий и методов принятия проектных решений, характерных для данной проектной организации. СП включает в себя имитационную модель проектируемого объекта-систему математических и иных моделей, описывающих всевозможные состояния объекта (от первых набросков до готового реального состояния), и его информационную модель—совокупность всех параметров, фигурирующих явно или неявно в математических моделях, составляющих имитационную модель, а также численные значения параметров, если эти значения известны.

ИВМ представляет собой имитационную и информационную модели в памяти ЭВМ и является обобщением понятия вычислительной модели.

Информационная модель представляется в памяти ЭВМ системой баз данных, а имитационная модель—совокупностью программных модулей.

Под СА мы понимаем совокупность средств, обеспечивающих автоматизацию процесса проектирования. СА включает в себя вычислительный комплекс (ВК) и его системное программное обеспечение (СПО), т. е. операционную систему (ОС), систему организации и хранения данных, компиляторы со входных языков и т. п. Существенной частью СА является специализированная система программи-

рования (СПСА), предназначенная для организации режима коллективного пользования, обеспечения удобной работы с данными и программами для всего коллектива пользователей САПР.

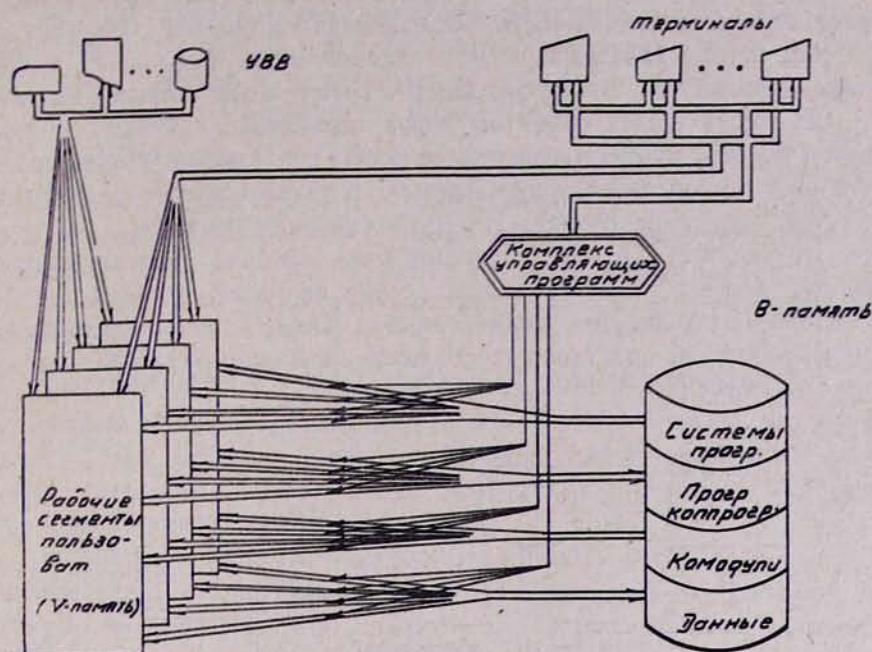


Рис. 2

Цель настоящего сообщения—изложение структуры СА, которая была разработана с последующими улучшениями на факультете прикладной математики МАИ, в Институте механики АН Армянской ССР и в ВЦ АН Армянской ССР.

Об универсальности САПР

Возможность построения универсальной САПР связана с возможностями реализации универсальных СП и ИАС.

Отметим три подхода к построению САПР.

Первый подход предполагает изучение процесса работы проектных организаций методами системного анализа с целью разработки наиболее реальной системы проектирования достаточно широкого класса родственных объектов. Такую систему проектирования далее приверженцами этого подхода предполагается использовать в качестве основы для некоторой универсальной САПР. При этом считается, что автоматизация проектирования должна быть достигнута разработкой достаточного числа емких пакетов прикладных программ, обеспечивающих автоматизацию расчетов, связанных с принятием проек-

ных решений, а также автоматизацию единого процесса принятия решений на основе алгоритмов многокритериальной оптимизации. Этот подход нам кажется мало перспективным, так как в нем недостаточно учитывается специфика отдельных проектных организаций и переоцениваются возможности формализации принятия решений.

Нам представляется наиболее рациональным следующий подход, вытекающий из той структуры САПР, которую мы описали выше.

СП определяется объектом проектирования и местными условиями (опытом, кадрами, традициями и т. п.). Говоря об универсальности СП, можно лишь применительно к узкому классу родственных объектов и то лишь в части ИМ (имитационной модели).

Что касается СА, то она может быть сделана довольно универсальной, ибо СА универсальна уже сама по себе, по своей природе.

Область применения универсальной СА не должна ограничиваться одной группой родственных объектов, а может охватывать многие различные группы родственных объектов.

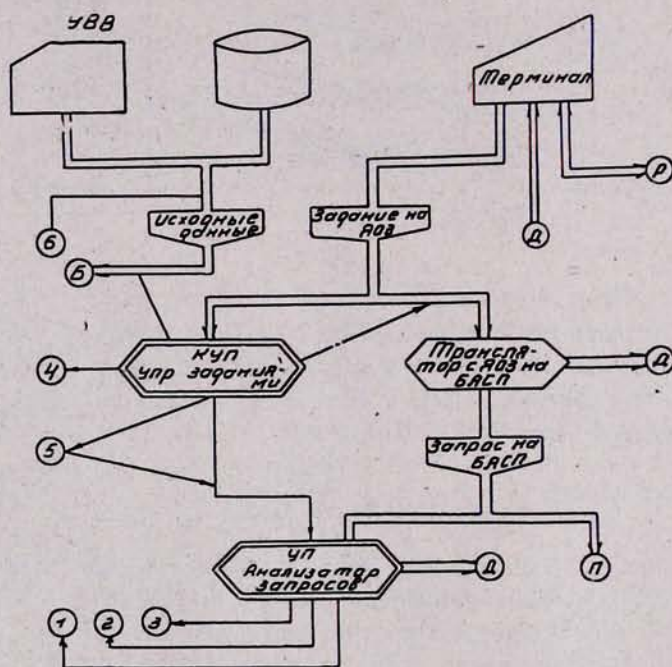


Рис. 3

Примечание. Пока нет универсальной СА, разумеется, целесообразность разработок систем автоматизации применительно к конкретным СП не подвергается сомнению.

Вывод. Сейчас представляется весьма актуальной разработка автоматизированной системы, ориентированной на конкретный СП и на базе универсальной СА.

Система программного обеспечения САПР (СПО САПР)

В состав СПО входят:

- а) ОС (в ее качестве предполагается использовать ОС ЕС).
- б) Специализированная система программирования СП СА (она разрабатывается заново, система программирования ОС ЕС в эту новую систему может и не входить).
- в) Система организации и хранения данных.

Назначение ИАС как основного инструмента САПР

ИАС предназначается для обслуживания большого числа пользователей, имеющих разную специальность, разную квалификацию, решающих разные задачи, подчиненных общим целям (целей может быть несколько—одновременно несколько проектируемых объектов).

Требования к ИАС и чем они удовлетворяются

Можно сформулировать много требований к ИАС, таких, как „диалог“, разделение времени и т. д. Мы здесь выделим некоторые из этих требований, являющихся по тем или иным причинам объектами нашего наибольшего внимания.

1. Доступ к данным должен быть удобным для всех категорий пользователей, от которых этот доступ не должен требовать специальной профессиональной подготовки по линии вне его специализации.

Это помимо других средств (диалог и т. д.) может быть достигнуто реализацией некоторого семейства входных языков, удовлетворяющих условиям:

а) Семейство должно включать широкий набор входных языков, ориентированных на различные категории пользователей (подсемейства: язык программирования, язык генерации программ, язык описания задач).

б) Семейство языков должно быть полным: для ввода любой информации найдется хотя бы один подходящий язык.

в) Каждый язык описания задач в своей предметной области допускает возможность описания любого запроса из этой области.

Другое важное требование к входным языкам САПР состоит в их **референтности** (т. е. расширяемости средствами самого языка).

Примером референтного языка программирования может служить язык РЕФАЛ 1, разработанный ИПМ.

Таким образом, СПСА должна быть многоязыковой системой. При этом важно, чтобы СПСА включала широкий набор входных языков, ориентированных на различные категории пользователей САПР.

Рассмотрим некоторые классы входных языков, которые, по нашему мнению, должны входить в состав СПСА.

1) Языки программирования, предназначенные для описания программного обеспечения самой СПСА, а также для описания

расчетных и управляющих программ, применяемых в проектных расчетах. Этот язык ориентирован на программистов. При реализации на ЕС ЭВМ СПСА должна включать следующие языки программирования: язык Ассемблер, PL/1, а также, возможно, и некоторые другие языки программирования.

2) Языки генерации программ, предназначенные для специалистов по автоматизации проектирования и специалистов по численным методам, хорошо владеющих программированием на ЭВМ; эти языки дают возможность описания классов расчетных и управляющих программ и обеспечивают адаптируемость указанных программ и проектной организации (точнее, к ее системе проектирования) к проектируемому объекту (см. ниже). Примером языка этого класса может

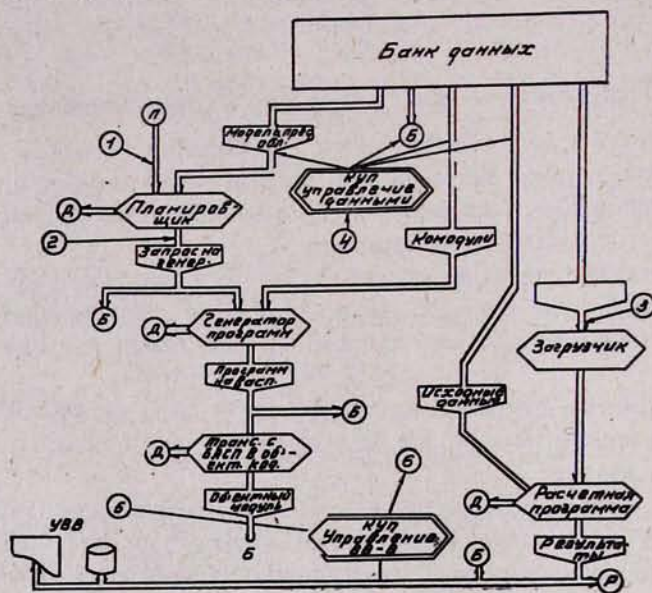


Рис. 4

служить язык МАКФОР IV, разрабатываемый в МАИ, и его более ранняя версия МАКФОР.

3) Языки описания задач, предназначенные для инженеров-конструкторов, которые могут программировать плохо либо вовсе не умеют программировать; эти языки обеспечивают возможность общения с ЭВМ и описание тех задач, которые должны решать ЭВМ. В отличие от программы (т. е. последовательности действий ЭВМ, приводящих к решению задач) на этих языках ЭВМ представляется описание задачи, причем выбор программы решения указанной задачи предоставляется самой ЭВМ (точнее, такой выбор реализует программное обеспечение соответствующего языка, входящее в состав СПСА).

К языкам описания задач относятся также языки управления процессом проектирования, предназначенные для описания последовательностей примеров проектных решений. Они рассчитаны на инженеров и научных работников, занимающихся разработкой опти-

мальных стратегий проектирования. Языки, входящие в состав СПСА, должны быть взаимосвязаны в том смысле, что введение в СПСА новых текстов на языках программирования или на языках генерации программ должно сообщать новые возможности языкам описания задач. С другой стороны, необходимо, чтобы пользователи языков описания задач могли вводить новые программы в СПСА непосредственно с этих языков (требование референтности языков описания задач).

Программное обеспечение всех языков, входящих в СПСА, должно быть организовано таким образом, чтобы обеспечить диагностику ошибок во вводимых текстах непосредственно в терминах соответствующего входного языка. Для этого в системе должен быть предусмотрен генератор сообщений.

Из других требований к СПСА необходимо отметить ее расширяемость и адаптируемость к СП и к разрабатываемому проекту.

Под расширяемостью СПСА мы понимаем обеспечение возможности включения в СПСА новых средств, не меняя ее структуры. Расширяемость СПСА достигается путем введения базового языка (БАСП) и обеспечения модульной структуры СПСА.

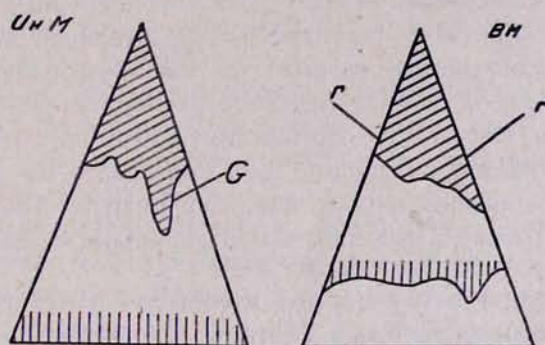


Рис. 5

Адаптируемость СПСА к СП состоит в обеспечении возможности автоматического приспособления расчетных и управляющих программ, применяемых при проектировании объектов с помощью СПСА и СП, принятой в данной организации. Адаптируемость СПСА к разрабатываемому проекту предполагает автоматический учет в расчетных и управляющих проектных программах уже принятых проектных решений (т. е. динамическое уточнение вычислительной модели проектируемого объекта), что способствует повышению эффективности и точности проектных расчетов. Адаптируемость СПСА и СП к разрабатываемому проекту обеспечивается путем систематического применения генерации программ 9.

2. Рассмотрим упрощенные схемы функционирования СПСА. При рассмотрении функционирования СПСА мы будем различать два

основных процесса (которые могут происходить параллельно)—введение в СПСА данных, сообщающих САПР новые возможности („обучение“), и обработка запросов пользователей („проектирование“).

Данные, расширяющие возможности САПР, обычно вводятся в систему в виде программных модулей, написанных на языках программирования, либо комодулей, написанных на языках генерации программ. Каждый программный модуль или комодуль вводится в систему вместе со спецификациями его параметров, по которым в системе строятся описатели этих параметров. Описатель каждого параметра строится в системе только один раз. Таким образом, при введении в систему нового модуля (либо комодуля) строятся описатели только тех его параметров, которые отсутствуют у других модулей, ранее введенных в систему (модели, вообще говоря, имеют много общих параметров). В силу референтности языков описания задач тексты, написанные и введенные в систему на этих языках, могут быть, по требованиям пользователя, преобразованы в программные модули или в комодули и включены в систему. В этом случае спецификации новых параметров, необходимые для построения их описателей, заменяются описаниями этих параметров на языке описания задач. Система описателей параметров определенным образом упорядочивается и образуют тезаурус вычислительной модели. С каждым описателем параметра связывается ключевое слово, стандартная единица измерений и таблица перевода размерностей. Ключевое слово представляет семантику соответствующего параметра. Наличие ключевых слов дает возможность всем пользователям системы пользоваться своими обозначениями для параметров. Таблица перевода размерностей позволяет пользоваться различными единицами измерений в разных программах и запросах.

Модули (комодули), вводимые в систему, помещаются в каталогизированные наборы данных. Система каталогов организуется по иерархическому принципу и позволяет быстро находить нужные модули (комодули). Программные модули могут храниться в системе в стандартном внутреннем представлении на базовом языке системы либо в виде объектных или загрузочных модулей. Комодули хранятся в системе в стандартном внутреннем представлении на базовом языке. В стандартном внутреннем представлении определены системные преобразования модулей и комодулей, позволяющие преобразовать их, либо генерировать новые модули. Эти преобразования реализуются копрограммами, которые могут быть как системными, так и написаны пользователем.

Модули и комодули, введенные в систему, вместе с их каталогами и тезаурусом составляют имитационную вычислительную модель (ИВМ) класса проектируемых объектов, или предметную область проектирования. Процесс „обучения“ системы состоит в организации ИВМ и в ее последующем уточнении и расширении. Адаптация системы к СП и к проекту реализуется за счет изменения ИВМ, либо генерации новой ИВМ.

ИВМ хранится в банке данных системы. Кроме того, в банке данных хранятся текущие значения параметров проектируемого объекта.

Функционирование ИАС

С х е м а

В процессе своего функционирования ИАС обслуживает: пользователей языков описания задач (инженеров-проектировщиков, специалистов по методологии проектирования, инженеров-математиков и др.);

пользователей языков программирования и языков генерации программ (алгоритмистов, программистов и др.). Каждый пользователь вводит в систему одно или несколько заданий.

Каждое задание содержит:

- а) управляющие данные (они определяют обработку задания);
- б) данные для обработки.

Пользователи языков описания задач все данные (т. е. управляющие данные и данные для обработки) вводят в систему на языке описания задач.

Пользователи языков программирования и языков генерации программ вводят на этих языках только данные для обработки.

Управляющие данные вводятся на языке управления заданиями (в системе ОС ЕС ЭВМ).

Управляющие данные поступают в управляющие программы системы и вместе с состоянием внутренней памяти комплекса управляющих программ (информационных таблиц) определяют работу системы по обработке данного запроса.

Процесс имеет перманентный характер, что не отвечает этапности планирования и фиксирования результатов проектирования. Перенос этапности планирования и фиксирования результатов на функционирование ИАС приведет к снижению эффективности ИАС.

4. Ա. ԱՐԳԱՐՅԱՆ

ԳԻՏԱՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ԵՎ ՓՈՐՁԱԿՈՆՍՏՐՈՒԿՏՈՐԱԿԱՆ ՄՇԱԿՈՒՄՆԵՐԻ ԱՎՏՈՄԱՏԱՑՄԱՆ ԲԱԶԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳ

Հոդվածում քննված է նախագծման ավտոմատացման համակարգի կառուցվածքը, որը իրականացնում է նախագծային կազմակերպության գործունեության ղեկավարումը, միաժամանակ ապահովելով տվյալների օպերատիվ և սահմանափակված փոխանակումը:

Նկարագրված են ունիվերսալ ՆՀԱՍ-ի կառուցման մեթոդները:

Տրված են համակարգի առանձին մասերի աշխատանքի պարզեցված սխեմաները և նրանց դերը, դրանց նկատմամբ ներկայացվող պահանջները և այդ պահանջների բավարարման համար կիրառվող հնարավոր մեթոդները:

Հոդվածում քննարկվում են մոտքի լեզուների որոշ դասեր, որոնք մտնում են համակարգի կազմի մեջ և կողմնորոշված են ըստ ՆՀԱՍ-ի գործադրողների զանազան կարգերի, ինչպես նաև ապահովում են ցանկացած հայցման նրկարագրությունը իր առարկայական ոլորտում: