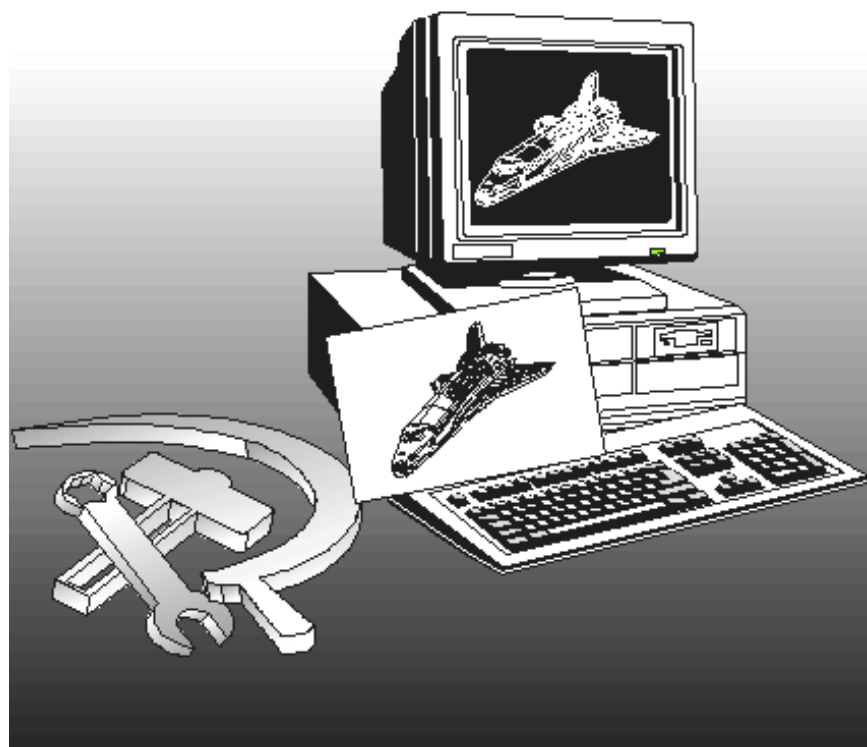


САПР

В ТЕХНОЛОГИИ

МАШИНОСТРОЕНИЯ



Государственный комитет Российской Федерации
по высшему образованию.

Ярославский государственный технический университет

САПР в технологии машиностроения



Рекомендовано Учебно-методическим объединением по образованию в области автоматизированного машиностроения в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 552900 "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств", специальностям: 120100 - "Технология машиностроения", 120200 - "Металлорежущие станки и инструмент"

Ярославль
1995

ББК 32.973.2

С19

УДК 621.9.014.001.24:631.3

Рецензенты: кафедра "Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава" Московского института инженеров транспорта;

Рехтер А.Д., начальник отдела САПР АО "Автодизель".

Митрофанов В.Г., Калачев О.Н., Схиртладзе А.Г., Басин А.М., Балаболин В.Н., Крюков В.В., Кузьменков П.Б., Платонов В.Л.

С 19 САПР в технологии машиностроения: Учебное пособие. - Ярославль; Яросл. гос. техн. ун-т, 1995. - 298 с.

ISBN 5-230-15308-3

Рассматривается состав и структура систем автоматизированного проектирования (САПР) как совокупность подсистем и обеспечений: технического, программного, информационного, математического, лингвистического. В качестве технических средств САПР приняты ПЭВМ стандарта IBM. Кратко излагаются основы операционной системы MS-DOS, возможности оболочки Norton Commander, классификация и архитектура прикладного программного обеспечения (ПО). Дается представление о ведении информационного обеспечения на примере использования СУБД FoxPro. Описаны возможности компьютерной графики, реализованные в пакете AutoCAD. Другие виды обеспечений рассматриваются с привлечением отечественных и зарубежных программных продуктов, в том числе — разработок МГТУ (Станкин) и ЯГТУ. Содержание иллюстрируется схемами, распечатками экранов и результатов проектирования.

Для студентов спец. 120100 "Технология машиностроения" и других машиностроительных специальностей.

Илл. 152, табл. 37, библиогр. 77.

С $\frac{2402000000 - 025}{4K5(03) - 95}$ без объявл.

ISBN 5-230-15308-3

© Коллектив авторов, 1995

© Оригинал-макет, обложка Калачев О.Н., 1995



Предисловие

50-летию Великой Победы

В настоящее время все более возрастает роль ЭВМ в сфере деловых операций, в государственной деятельности, в военном деле, в конструкторской работе и в научных исследованиях. ЭВМ превратились в мощное средство автоматизации проектирования и управления технологическими процессами в машиностроении.

Термин "автоматизация проектирования" характеризует любую деятельность, в рамках которой ЭВМ находит применение для выполнения трудоемких расчетов, организации хранения и поиска информации, геометрического моделирования и графического отображения результатов, редактирования документации с целью разработки, анализа и видоизменения изделий и процессов.

Автоматизация проектирования реализуется с помощью систем автоматизированного проектирования (САПР). САПР — это разумное сочетание возможностей человека и ЭВМ, где пользователь выполняет неформализованные (и, возможно, не формализуемые) операции, требующие интеллектуальных способностей, а ЭВМ поручаются задачи, требующие высокой скорости вычислений, визуального отображения информации и запоминания больших объемов данных. В результате такого гармоничного взаимодействия эффективность проектирования в САПР оказывается большей, чем сумма эффектов работы человека и ЭВМ в отдельности.

При функционировании САПР у пользователя создается впечатление, что решение конкретных задач проектирования выполняется только программным обеспечением, введенным в аппаратные средства ЭВМ. Однако созданное разработчиками САПР программное обеспечение (ПО) — это всего лишь воплощенное на языках программирования математическое обеспечение: математические модели и алгоритмы. К тому же ПО, как правило, взаимодействует с информационным обеспечением предметной области проектирования, которое обычно во много раз превышает размеры программных продуктов. Пользователь, со своей стороны, для полноценной работы в составе САПР должен освоить, по крайней мере, методическое и лингвистическое обеспечение конкретной прикладной системы.

Таким образом, САПР — это система, включающая пользователя (инженера, конструктора, технолога) и комплекс средств автоматизации проектирования, который образуют техническое

(ЭВМ), программное, математическое, информационное, лингвистическое, методическое, организационное обеспечение.

Создание САПР является весьма сложной комплексной проблемой, требующей обеспечения методологического единства всех этапов проектирования, учета во взаимосвязи обширных функциональных, информационных и лингвистических потребностей проектировщиков, тщательной проработки технологических аспектов организации аппаратно-программных средств системы, обеспечения возможности развития САПР. При разработке САПР требуется обоснованный выбор методов машинного решения широкого круга задач, который подразумевает правильную оценку возможностей вычислительной математики и ЭВМ для обеспечения согласия между требованиями высокой точности, степени универсальности, минимальных затрат машинного времени, памяти и труда проектировщиков на сбор исходной информации.

САПР конкретных отраслей имеет свою специфику. Однако, для многих областей техники ряд фундаментальных положений теории и практики САПР имеет достаточно общий характер. К ним можно отнести, например, принципы построения общего и специального программного обеспечения, формирование типовых последовательностей задач и программ, подходы к разработке моделей объектов проектирования, организация диалогового взаимодействия "человек-ЭВМ" и т.д.

Среди САПР значительное распространение получили САПР технологических процессов (ТП) машиностроения. Успехи, достигнутые в этой области, тесно связаны с трудами таких советских ученых, как Г.К.Горанский, В.Д.Цветков, Н.М.Капустин, С.П.Митрофанов, Б.Е.Челищев, И.П.Норенков, С.Н.Корчак, В.В.Павлов, А.Ф.Прохоров, Ю.М.Соломенцев, и др.

Имеющаяся учебная литература по САПР в технологии машиностроения (в том числе и учебник 1988 г. под редакцией С.Н.Корчака) ориентирована на технические средства советских аналогов мэйнфреймов IBM и компьютеров DEC — ЕС и SM ЭВМ — и не отражает современных достижений, ставших доступными производству, благодаря применению персональных ЭВМ (ПЭВМ). В предлагаемой работе изложение материала базируется на техническом обеспечении, воплощенном в персональных компьютерах и периферии стандарта IBM. С общеметодологических позиций дано представление о структуре САПР и основных видах обеспечений; показана роль САПР как дисциплины, интегрирующей накопленные в процессе обучения знания по математике, информатике, программированию, металлорежущему инструменту, технологии машиностроения и другим дисциплинам.

В главе "Технические средства САПР" кратко рассматривается состав ПЭВМ типа IBM и организация работы в сети; в других разделах делается акцент на особенностях диалогового интер-

фейса на уровне взаимодействия с операционной системой и с прикладными программами САПР. Автоматизированная подготовка машиностроительных чертежей изучается на базе типичной САПР — пакета машинной графики AutoCAD, ставшего фактически международным стандартом в классе недорогих систем компьютерной графики. Дается понятие о создании прикладных программ проектирования чертежей режущего инструмента на базе языка AutoLISP. Для формирования базы данных (БД) и поиска в ней технологической информации рассматривается использование системы управления базами данных (СУБД) FoxPro как на уровне команд собственного языка программирования и средствами интегрированной диалоговой среды, так и на уровне специально созданного пользовательского интерфейса. Освещены различные методики автоматизированного проектирования ТП с использованием диалоговых САПР ТП. В частности, большое внимание уделяется различным аспектам практически реализованной учебной САПР ТП — “ТЕМП” (СТАНКИН), аккумулирующей наиболее характерные элементы интерактивных САПР ТП.

В данном издании отражены также особенности построения компьютерно-интегрированного производства — Computer Integrated Manufacturing (СІМ), как объединения нескольких ранее автономных систем, таких, как “САПР изделий” и “САПР технологии изготовления”, на основе общей БД и информационных потоков между ЭВМ, соединенными в локальные вычислительные сети (ЛВС).

Многочисленные примеры иллюстрируют работу с прикладными системами, которые реально используются в рамках лабораторного практикума по дисциплинам “САПР технологических процессов” и “Основы САПР” в Московском государственном технологическом и Ярославском государственном техническом университетах.

В работе с той или иной степенью подробности упоминаются программные продукты зарубежных фирм Autodesk, Microsoft, Borland, Syntantec, проектных организаций бывшего Союза: ИПМ АН СССР (Москва), НПО ДИАЛОГ (Новосибирск), СП ЕВРАЗИЯ (Пермь), СП АЛТИМ (Краснодар), ярославских заводов ЯЗТА и ЯМЗ, НТП ПолиКом, разработки (в том числе студентов-дипломников) кафедры технологии машиностроения ЯГТУ.

Главы 1,2 написаны А.Г.Схиртладзе, главы 3,4,5, §2.7-2.10 — О.Н.Калачевым, гл.6 — А.М.Басиным, В.Н.Балаболиным, О.Н.Калачевым, В.Г.Митрофановым, гл.7 — А.М.Басиным, О.Н.Калачевым, П.Б.Кузьменковым, В.Л.Платоновым, гл.8 — А.М.Басиным, В.Л.Платоновым, В.В.Крюковым, гл.9 — В.Н.Балаболиным, В.Г.Митрофановым.

1. Общее представление о САПР

1.1. САПР как объект проектирования

Проектированием называют процесс составления описания, необходимого для создания в заданных условиях еще не существующего объекта, на основе первичного описания данного объекта и (или) алгоритма его функционирования. Проектирование является сложным творческим процессом целенаправленной деятельности человека, основанным на глубоких научных знаниях, использовании накопленного практического опыта и навыков в определенной сфере. Проектирование включает в себя значительный комплекс исследовательских, расчетных и конструкторских работ, целью которых является получение описания предмета проектирования, необходимого и достаточного для создания нового изделия или реализации нового процесса, удовлетворяющих заданным требованиям.

Автоматизированным проектированием называется проектирование, которое выполняется в процессе взаимодействия (обычно в режиме диалога) пользователя и ЭВМ. Автоматизация проектирования основана на систематическом использовании средств вычислительной техники при рациональном распределении функций между проектировщиком и ЭВМ и обоснованном выборе методов машинного решения задач.

Рациональность распределения функций между проектировщиком и ЭВМ подразумевает, что человек должен решать в основном задачи творческого характера, а ЭВМ — задачи, допускающие формализованное описание в виде алгоритма. Преимуществом машинных методов проектирования является возможность проводить на ЭВМ эксперименты на математических моделях объектов проектирования, что значительно сокращает дорогостоящее физическое моделирование. Математические модели при этом должны удовлетворять требованиям универсальности, адекватности, точности и экономичности.

Система автоматизированного проектирования (САПР) — комплекс средств автоматизации проектирования, взаимосвязанных с подразделениями или коллективом специалистов (пользователем системы), выполняющий автоматизированное проектирование. САПР объединяет технические средства, математическое, программное, методическое, информационное, лингвистическое и организационное обеспечения, параметры и характеристики которых выбирают с максимальным учетом особенностей задач проектирования и конструирования.

САПР как объект проектирования

7

Основной функцией САПР является выполнение автоматизированного проектирования на всех или отдельных этапах проектирования объектов и их составных элементов.

Объектами проектирования может быть продукция производственно-технического назначения (средства производства — технологическое оборудование и оснастка); технологические процессы, в результате реализации которых проекты объектов воплощаются в материально-вещественную форму; здания, инженерные сооружения; транспортные средства, средства связи, вычислительной техники; организационно-управленческие системы и т.д.

В процессе проектирования получают *решения*. Под решением понимают результат, который может носить форму промежуточного или окончательного описания объекта проектирования. Все решения должны удовлетворять по содержанию и форме. Требования, касающиеся содержания, определяются замыслом проектировщика. Представление проектного решения в виде, выполненном по заданной форме, является проектным документом.

Проектом называется совокупность проектных документов, соответствующая заданному перечню. Проектирование по содержанию является процессом переработки определенного объема различной информации. Входы такого процесса — это, во-первых, замысел (цель) проектирования, который выражается в виде определенной совокупности условий и требований. Последним должен удовлетворять искомый объект (желаемый результат). Во-вторых, средства, т.е. факторы, которыми можно варьировать при проектировании. Выход процесса представляет собой такое описание искомого объекта (его информационную модель в виде схем, чертежей, диаграмм, спецификаций, таблиц и другой документации), которое необходимо и достаточно для материально-вещественного воплощения идеи проектирования в конкретный физический объект.

Таким образом, смысл процесса проектирования, регулируемого в любой САПР независимо от объекта проектирования, один и тот же: получить в соответствии с замыслом такую информационную систему-модель, которая позволяет создать систему-оригинал, полностью соответствующую замыслу.

В процессе проектирования с помощью САПР в качестве промежуточных или окончательных решений используют модели:

- формы и геометрических параметров;
- структуры;
- временных и пространственно-временных отношений;
- функционирования;
- изменения состояний или значений свойств предмета;
- имитационные.

Модели формы и геометрических параметров представляют собой плоские и объемные изображения объектов проектирова-

ния, выполненные в соответствии с правилами ЕСКД, ЕСТД и ЕСТП. К ним относятся также упрощенные схемы, схемы размещения каких-либо предметов на плоскости или в пространстве. Модели структуры представляют собой кинематические, гидравлические, электронные, релейно-контактные и другие схемы.

Модели временных и пространственно-временных отношений, существующих между составными частями процесса функционирования изделия или процесса его изготовления, представляют собой циклограммы, сетевые графики и т.д. Модели функционирования являются движущимися схемами изображениями, например, кинематические схемы.

Модели состояний или значений свойств предмета, используются для получения решений проектно-конструкторских задач, носящих расчетный характер, для анализа полученных решений или для выполнения числового эксперимента. Будучи математическими, эти модели представляют собой формальное описание некоторого упрощенного процесса, в котором представлены лишь те явления, входящие в реальный процесс, которые существенны с точки зрения поставленной задачи. Такие модели могут иметь табличный или аналитический (формульный) вид. Эти модели применяют для анализа проектируемых систем, например, динамической, системы массового обслуживания.

Имитационные (статистические) модели позволяют, учитывая большую совокупность случайных факторов, проигрывать (имитировать) на ЭВМ многочисленные и разнообразные реальные ситуации, в которых может оказаться в будущем объект проектирования.

Процесс проектирования может быть описан схемой "процесс — процедура — операция".

Операция заключается в отыскании промежуточного решения (например, нахождение элементарного технологического маршрута механической обработки).

Процедура — это нахождение части общего решения. Например, формирование технологического маршрута обработки на основе элементарных технологических маршрутов. Операции и процедуры представляют собой формализованные совокупности действий.

Формализация заключается в том, что используют: либо арифметические, либо логические операции, либо их сочетание. Арифметические операции — сложение, вычитание, умножение, деление, возведение в степень, получение целевого результата деления, логические операции — отрицание (НЕ), логическое умножение (И), логическое сложение (неисключающее ИЛИ, записываемое как И/ИЛИ), эквивалентность (ТОГДА И ТОЛЬКО ТОГДА..., КОГДА), следование (ЕСЛИ..., ТОГДА).

Совокупность программ выполнения операций, составляющих процедуру, образуют *пакет программ*.

Проектирование технологических процессов (ТП) заключается в разработке принципиальной схемы, технологических маршру-

САПР как объект проектирования

рутов, операции, переходов изготовления и сборки изделий и их элементов, включая выбор режимов обработки или сборки, приспособлений, инструмента и т.д.

Для создания САПР необходимы: совершенствование проектирования на основе применения математических методов и средств новейшей вычислительной техники; автоматизация поиска, обработки и выдачи информации; использование методов оптимизации и многовариантности проектирования; применение эффективных математических моделей проектируемых объектов; создание банков данных, содержащих систематизированные справочные сведения, обеспечивающие автоматизацию проектирования; повышение качества оформления проектной документации; унификация и стандартизация методов проектирования; подготовка специалистов в области САПР; взаимодействие проектных подразделений с автоматизированными системами различного уровня и назначения.

При создании САПР и их составных частей нужно руководствоваться принципами системного единства, совместимости, типизации, развития.

Принцип *системного единства* обеспечивает целостность системы и системную "свежесть" проектирования отдельных объектов и всего объекта проектирования в целом (иерархичность проектирования).

Принцип *совместимости* обеспечивает совместное функционирование составных частей САПР и сохраняет открытой систему в целом.

Принцип *типизации* предусматривает разработку и использование типовых и унифицированных элементов САПР. Типизируют элементы, имеющие перспективу многократного использования. Создание САПР с учетом данного принципа должно предусматривать разработку базового варианта комплекса средств автоматизации проектирования (КСАП) и его отдельных компонентов, а также создание модификации КСАП и его компонентов на основе базового варианта.

Принцип *развития* дает возможность пополнения, совершенствования и обновления составных частей САПР. Этот принцип обеспечивает взаимодействие и расширение взаимосвязи с автоматизированными системами различного уровня и функционального назначения.

Создание САПР является сложной научно-технической проблемой. Внедрение САПР требует значительных капитальных затрат можно отметить ряд основных особенностей построения САПР.

САПР является человеко-машинной системой. Важная роль в ней принадлежит инженеру, разработывающему проект технического средства. Человек решает в САПР задачи, формализация которых еще не достигнута, а также задачи, решение которых на основе его эвристических способностей более эффективно, чем

на современной ЭВМ. Одним из принципов построения и эксплуатации САПР является тесное взаимодействие человека и ЭВМ в процессе проектирования.

САПР представляет собой иерархическую систему. Она реализует комплексный подход к автоматизации всех уровней проектирования. Иерархия уровней проектирования отражается в структуре специального программного обеспечения (ПО) САПР в виде иерархии подсистемы.

САПР является совокупностью информационно-согласованных подсистем. Это означает, что все или большинство последовательностей задач проектирования обслуживаются информационно-согласованными программами. Две программы будут информационно согласованы, если все данные, представляющие собой объект переработки в той и другой программе, входят в числовые массивы, не требующие изменений при переходе от программы к программе. Информационные связи могут проявляться в том, что результаты решения одной задачи могут быть использованы в качестве исходных данных для другой задачи. Программы, требующие для их согласования значительной переработки общего массива данных с участием человека путем добавления недостающих параметров, ручной перекомпоновки массива или изменения значений отдельных параметров, являются информационно плохо согласованными. Последнее обстоятельство превращает САПР в набор автономных программ. При этом из-за неучета в ряде подсистем некоторых факторов, оцениваемых в других подсистемах, ухудшается качество проектных решений.

Важным аспектом является связь между САПР и внешней средой. Если при проектировании каждого последующего объекта в систему вводятся заново не только специфические новые исходные данные, но и данные справочного характера, то связь САПР с внешней средой организована нерационально. Весь многократно используемый при проектировании массив данных должен храниться системой в банке данных. САПР должна быть открытой системой, способной к развитию, т.е. обладать свойством включения новых методов и средств.

САПР должна представлять собой систему с максимальным использованием унифицированных модулей. Требования универсальности и эффективности противоречивы. Эффективность САПР прежде всего определяется временными и материальными затратами при решении проектных задач. Уменьшение указанных затрат обеспечивается путем специализации САПР. Однако, в этом случае увеличивается число различных САПР. Для снижения расходов специализированных САПР, последние следует строить на основе максимального использования унифицированных составных частей. Неотъемлемым условием унификации является нахождение общих положений в моделировании, анализе и синтезе разнородных технических объектов.

Состав и структура САПР

11

Современные САПР базируется на новой информационной технологии. Вследствие этого для этих систем характерен ряд признаков.

1. Объектно-ориентированное взаимодействие человека и ЭВМ, когда пользователь работает в режиме манипулирования (изображениями заготовок, деталей, сборочных единиц, машин, либо схемами, либо текстами и др.) в реальном масштабе времени. В основу манипулирования, заложено программирование соответствующих процедур, затем выполняемых ЭВМ. Человек видит информационные объекты, получаемые посредством средств вывода информации, и воздействует на них за счет средства ввода информации.

2. Сквозная информационная поддержка на всех этапах обработки информации на основе интегрированной базы данных. Последняя предусматривает единую унифицированную форму представления, хранения, поиска, отображения, восстановления и защиты информации. Банки данных обладают обширной процедурной (методы, методики, правила рекомендации) и декларативной (данные о свойствах используемых технологических средств, материалов, типовых объектов, процессах обработки и т.д.) информацией.

3. Безбумажный процесс обработки информации. Все промежуточные варианты и необходимые численные данные записываются на машинных носителях и доводятся до пользователя через экран монитора. На бумаге может фиксироваться только окончательный вариант документа: технологическая карта, технологический процесс и др.

4. Интерактивный режим решения задач, выполняемый в режиме диалога. Новая информационная технология требует высокого интеллектуального уровня, профессиональной и психологической подготовки пользователя. Пользователь должен досконально знать принцип работы САПР, ее возможности, уметь свободно пользоваться средствами общения с ЭВМ, ставить задачи и осмысливать их результаты.

1.2. Состав и структура САПР

Составными структурными частями САПР являются подсистемы. В подсистемах посредством специализированных комплексов средств решается функционально-законченная последовательность задач САПР.

Независимо от назначения каждая САПР состоит из подсистем собственного проектирования и обслуживания. Эти подсистемы имеют различное назначение.

Проектирующие подсистемы выполняют процедуры и операции получения новых данных. Они имеют объектную ориентацию и реализуют определенный этап проектирования или группу взаимосвязанных проектных задач. Примерами проектирую-

щих подсистем являются: эскизное проектирование изделий, проектирование деталей (корпусных, валов, зубчатых колес и др.), проектирование технологических процессов сборки, механической обработки, других видов обработки.

Обслуживающие подсистемы имеют общесистемное применение и служат для обеспечения функционирования подсистем собственного проектирования, а также для оформления, передачи и вывода полученных в них результатов. Примеры обслуживающих подсистем: система управления базой данных; подсистемы документирования, графического ввода-вывода.

Системное единство САПР обеспечивается за счет комплекса взаимосвязанных моделей, которые целиком определяют объект проектирования, а также совокупностью системных интерфейсов, осуществляющих эту взаимосвязь. Внутри проектирующих систем системное единство обеспечивается наличием единой информационной модели той части объекта проектирования, проектное решение по которой дается данной подсистемой.

Формирование и использование моделей объекта проектирования в прикладных задачах выполняется КСАП системы или подсистемы (рис.1.1). В общем случае КСАП — совокупность различных видов обеспечения автоматизированного проектирования (АП). Пользователь воспринимает КСАП как “черный ящик”, т.е. систему с известными только входами и выходами, но не известными структурой и параметрами. Пользователь общается с КСАП через средства ввода — вывода информационных потоков. Эти средства не дают представления о том, откуда и какая информация берется в КСАП и каким образом она в нем перерабатывается. Поэтому нужно четко знать принципы функционирования КСАП как информационной системы.

Структурными частями КСАП системы являются комплексы средств, а также компоненты организационного обеспечения. *Комплекс средств* — это совокупность компонентов и (или) комплексов средств, предназначенная для тиражирования и ориентированная на проектирование объектов определенного класса (вида, типа) и (или) выполнения унифицированных процедур, которая используется в соответствующих проектирующих и (или) обслуживающих подсистемах САПР.

Комплексы средств относят к промышленным изделиям, подлежащим изготовлению, тиражированию и использованию в составе САПР. Их документируют как специфицируемые изделия. Комплексы средств подразделяют на комплексы одного вида обеспечения (технического, программного, информационного) и комбинированные (рис.1.2). Первые включают в себя комплексы и (или) компоненты одного вида обеспечения. Вторые содержат совокупность комплексов и компонентов разных видов обеспечения. Комбинированные КСАП подразделяют на: программно-методические (ПМК), программно-технические (ПТК).

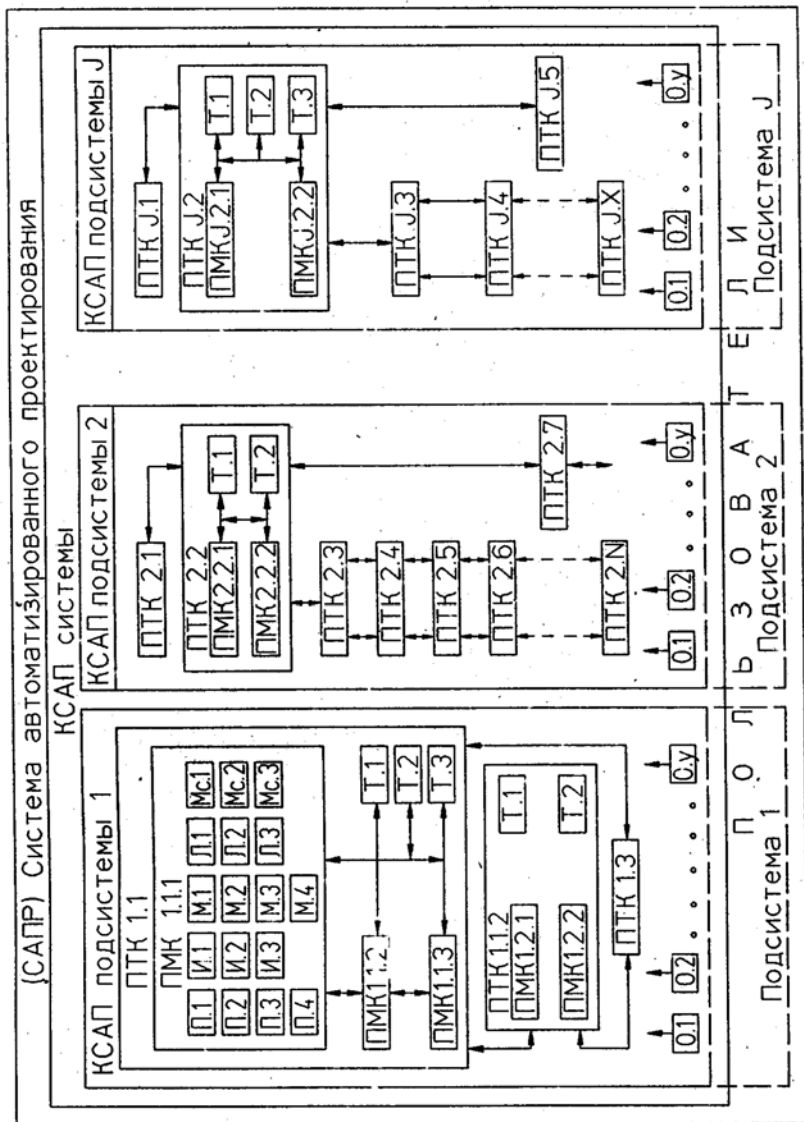


Рис.1.1. Структурная схема САПР

ПМК — совокупность взаимосвязанных компонентов программного, информационного и методического обеспечений (включая компоненты математического и лингвистического обеспечений), предназначенная для выработки законченного проектного решения по объекту проектирования в целом или одной или нескольким его частям или выполнения унифицированных процедур. ПМК имеют различное служебное назначение. В зависимости от него ПМК подразделяют на: общесистемные, базовые (в том числе проблемно-ориентированные и объектно-ориентированные).

Проблемно-ориентированные ПМК могут состоять из программных средств, служащих для автоматизированного упорядочения исходных данных, требований и ограничений к объекту проектирования в целом или его составным частям; выбора физического принципа действия объекта проектирования его структуры и технических решений; оценки показателей качества (технологичности) конструкций; проектирования маршрута обработки.

Объектно-ориентированные ПМК отражают особенности объектов проектирования. Такими ПМК являются комплексы, поддерживающие автоматизированное проектирование сборочных единиц, деталей на основе стандартных или заимствованных решений; технологических процессов по видам обработки деталей и др.

ПТК — совокупность взаимосвязанных ПМК с комплексами и (или) компонентами технического обеспечения. В зависимости от назначения ПТК подразделяют на автоматизированные рабочие места (АРМ); центральные вычислительные комплексы (ЦВК). Структурными частями комплексов средств являются



Рис.1.2.Виды комплексов и компонентов САПР

компоненты следующих 7-ми видов обеспечения: математического, программного, информационного, технического, лингвистического, методического, организационного.

Эти компоненты выполняют заданную функцию и являются наименьшими, неделимыми, разработанными самостоятельно или покупными элементами САПР. К ним относятся, например, программа, инструкция, дисплей и т.д. Эффективность функционирования КСАП и взаимодействия структурных частей САПР всех уровней достигается путем использования стандартных интерфейсов и протоколов связи, обеспечивающих взаимодействие комплексов средств, а также за счет согласованной разработки оригинальных компонентов комплексов с покупными.

Общесистемные ПМК состоят из программного, информационного, методического и других видов обеспечений. Они служат для реализации функций, которые являются общими для подсистем или САПР в целом. К этим функциям относятся, например, выполнение унифицированных процедур по управлению, планированию, контролю вычислительного процесса, распределение ресурсов САПР. К общесистемным ПМК относятся: мониторные системы управления, системы управления базой данных (СУБД), информационно-поисковые системы (ИПС), средства машинной графики, подсистема обеспечения диалогового режима и др.

Мониторные системы управления функционированием технических средств САПР. Эти системы выполняют следующие основные функции: формирование заданий с контролем пакета задач, наличных и необходимых ресурсов, права доступа к базе данных с установлением приоритета и номера очереди; обработка директив языков управления заданиями и задачами; обслуживание потоков задач с организацией диалогового и интерактивнографического сопровождения при параллельной работе подсистем; управление проектированием в автоматических режимах с контролем качества выполнения проектных операций, выбором альтернативных вариантов маршрута; оптимизация эксплуатации САПР; распределение ресурсов САПР с учетом приоритетов потоков информации и подсистем; защиты ресурсов САПР от непредусмотренных воздействий.

Информационно-поисковые системы САПР. ИПС выполняют следующие основные функции: заполнение сведениями информационного фонда (инфотеки); лексическую обработку текстов и арифметическую обработку цифровых данных; обработку информационных запросов для поиска необходимых сведений; обработку выходных данных и формирование выходных документов.

Запросы к ИПС формируются непосредственно пользователем (а не программным путем) на естественном языке, представляющим собой последовательности ключевых слов — дескрипторов.

Номенклатура дескрипторов, содержащихся во всех хранящихся описаниях представляет собой словарь дескрипторов (тезаурус). Этот словарь служит для формирования поисковых предписаний.

Наиболее высоким уровнем организации информатики в САПР являются автоматизированные банки данных. Они построены на основе проблемно-ориентированной системы обработки информации и включают в себя базу данных (БД), являющуюся упорядоченной совокупностью данных, охватывающих конкретную предметную область, а также СУБД.

Система управления базами данных (СУБД). С У Б Д является ПМК, обеспечивающим работу с информационной базой, организованной в виде определенной структуры данных. Основными функциями СУБД являются: определение баз данных (БД), состоящее из концептуального описания внешнего и внутреннего уровней схем; запись данных в БД; организация хранения данных с их изменением, заполнением и реорганизацией; поиск и выдача данных. СУБД обладает языковыми средствами, обеспечивающими поиск данных и доступ к ним. Так, определение данных заключающееся в описании их структур обеспечивается посредством языка определения данных. Функции доступа к данным реализуются с помощью языка манипулирования и языка запроса. По типу поддерживаемых структур СУБД подразделяют на иерархические, сетевые и реляционные.

ПМК машинной графики. Данные комплексы служат для обеспечения взаимодействия пользователя с ЭВМ при обмене графической информацией, решении геометрических задач, формировании изображений и автоматической разработке графической информации. Взаимодействие пользователя с ЭВМ в графическом режиме основано на использовании подпрограмм ввода - вывода, обеспечивающих прием и обработку команд от устройства "ввода - вывода" и формирование и выдачу управляющих воздействий на эти устройства. Геометрическое моделирование (решение геометрических задач) базируется на том, что формируется такая математическая модель проектируемого изделия, которая может быть воспринята ЭВМ. При геометрическом моделировании осуществляется преобразование геометрической информации, представляющей собой определенную последовательность выполнения элементарных графических операций типа сдвиг, поворот, масштабирование и др. ПМК графического моделирования, который кроме отдельных элементарных графических операций, может выполнять также графические преобразования трехмерных изображений, процедуры построения проекций, сечений и др. В таких ПМК имеются средства для формирования часто используемых изображений, управления графической базой данных, коррекции графических подпрограмм.

ПМК диалогового режима. Диалоговый режим обеспечивается ПМК, осуществляющими ввод и вывод информации на диалоговый терминал (в виде буквенного и/или графического дисплея); выдачу пользователю справок, инструкций и сообщений об ошибках; регистрацию процесса диалога и управления им, в том числе формально-логический контроль диалога и защиту от ошибок пользователя; редактирование данных и манипулирование ими.

В САПР могут применяться диалоговые ПМК общего назначения и специализированные диалоговые ПМК. Первые целесообразно использовать на начальных стадиях создания и эксплуатации САПР для обработки методологии проектирования технологии обработки данных и программ. Затем ПМК может быть модифицирован с учетом определенных требований по организации диалога в САПР.

Вычислительные сети. Информационные и вычислительные ресурсы КСАП могут быть объединены в локальные вычислительные сети подсистемы или систем в целом.

Локальные вычислительные сети представляют собой территориально-распределенные (на расстоянии до 10 км) многомашинные системы сбора, хранения и переработки информации. Их строят на основе двух- или трехуровневой иерархической структуры. Верхние уровни составляют компоненты ЦВК, реализуемый посредством мощных ЭВМ и состоящий из разнообразного периферийного оборудования — устройств крупноформатной, многоцветной графики, средств электронной почты, аппаратуры дальней связи для передачи данных, множительной техники и др. ЭВМ верхнего уровня служат для коллективного пользования.

Нижний уровень обеспечивает связь пользователей с ЭВМ верхнего уровня. Нижний уровень это рабочие места, которые оснащены терминалами. Многоместный терминальный комплекс называют рабочей станцией данной вычислительной сети.

1.3. Виды обеспечения САПР

Математическое обеспечение САПР

Наиболее сложным этапом создания САПР является разработка математического обеспечения (МО). Последнее во многом определяет производительность и эффективность работы САПР в целом. МО САПР базируется на алгоритмах, по которым разрабатывают программное обеспечение (ПО) САПР. МО САПР включает разнообразные элементы, среди которых имеются инвариантные — принципы разработки функциональных моделей, методы численного решения уравнений, поиски экстремума. По назначению и способом реализации МО САПР подразделяется на две части:

- 1) математические методы и построение на их основе математические модели объектов проектирования;
- 2) формализованное описание технологии автоматизированного проектирования.

Информационное обеспечение САПР

Основой информационного обеспечения (ИО) САПР являются данные, которые используют проектировщики для выработки проектных решений. Совокупность данных, используемых всеми компонентами САПР, составляет ее информационный фонд. Данные могут быть представлены на различных носителях в виде тех или иных документов, содержащих справочные сведения о материалах, типовом оборудовании, типовых проектных решениях, параметрах элементов, сведения о состоянии текущих разработок.

Данные, которые являются результатом какого-либо одного процесса преобразования, могут являться исходными для другого процесса преобразования. Основным назначением ИО САПР является ведение информационного фонда, которое заключается в обеспечении создания, поддержки и организации доступа к данным. ИО САПР представляет собой, таким образом, совокупность информационного фонда и средств его ведения.

Вся разнообразная по содержанию информация, используемая в САПР, аккумулируется в базе данных (БД). Последняя создается на основе единой системы классификации, кодирования всей совокупности информации по форме, а также централизации БД для того, чтобы одними и теми же БД могли пользоваться и технологи конструкторы. Информацию, используемую, в САПР можно подразделить на *декларативную* (например, описание типовых элементарных поверхностей, элементов формы и деталей; типовых технологических процессов обработки указанных элементов или заготовки в целом) и *процедурную* (например, процедуры формирования технологических маршрутов сборки, механической обработки).

Декларативная информация может быть статической или динамической. Статическая характеризуется редкими изменениями. Динамическая информация состоит из промежуточных и результирующих данных процесса проектирования. Динамическая информация переходит в статическую в случае, когда САПР запрограммирована на постоянное пополнение своей БД, за счет вновь встречающихся случаев проектирования (создание прецедентов). В БД в общем случае аккумулируются: *директивная информация*, представляющая собой задание на проектирование, стандарты серий ЕСКД, ЕСТД и ЕСТПП, руководящие материалы и документы, стандарты предприятий; *нормативная информация*, представляющая собой классификаторы, правила кодирования и декодирования, методы расчета и конструирования, анализа и синтеза, моделирования, практические рекомен-

Виды обеспечения САПР

19

дации эвристического характера, обобщающие опыт ручного проектирования и т.д.; *фактографическая* информация являющаяся неколичественными и количественными справочными, каталожными и паспортными данными, типовыми решениями, прототипами, аналогами и прецедентами.

Первоначальная форма информации может быть документальной (например, в виде "технологической карты обработки типовой детали"), иконографической (например, чертеж инструмента, приспособления) или фактографической (например, технологический диапазон параметров оборудования, взятый из его паспорта).

БД должна постоянно пополняться информацией на основе разработки систем классификации и кодирования. Это позволяет, например, эффективно использовать принципы групповой технологии сборки или обработки и избежать повторных разработок путем применения вместо них выполненных ранее разработок.

Программное обеспечение САПР

Программное обеспечение САПР представляет собой совокупность машинных программ и сопутствующих им эксплуатационных документов, необходимых для выполнения автоматизированного проектирования. Полнота, свойства и характеристики ПО определяют функциональные возможности, область и эффективность использования САПР.

ПО САПР состоит из документов с текстами программ, программ на всех видах машинных носителей, а также эксплуатационных документов (инструкций по применению и т.д.).

Совокупность машинных программ, представленных в заданной форме, необходимых для выполнения какой-либо машинной процедуры называют *пакетом прикладных программ (ППП)*.

Часть ПО, служащая для управления процессом переработки информации на ЭВМ, называется *операционной системой (ОС)*. Последняя неотделима от комплекса аппаратуры, которая является частью КСАП и воспринимается пользователем как ее продолжения.

Программное обеспечение САПР подразделяют на общесистемное (общее) и прикладное (специальное).

Общесистемное ПО служит для организации функционирования технических средств. С совершенствованием ЭВМ возрастает значение ОС. Возможности, которые представляют пользователям современные вычислительные средства, в большей мере определяются их операционными системами, чем техническими устройствами. ОС выполняет организацию одновременного решения на ЭВМ различных задач, динамическое распределение каналов передачи данных и внешних устройств между задачами, планирование потоков задач и последовательность их решения, динамическое распределение памяти ВК. Однако для работы ОС

требуются определенные ресурсы: процессор, внешняя и основная память. Ресурсы определяют возможности ОС. Генерацию операционных систем можно выполнять применительно к определенным наборам технических средств и кругу решаемых задач. Так, например, на ВК с объемом основной памяти до 128 К байт возможен только однопрограммный режим работы. Для обеспечения режима с фиксированным числом задач необходим объем основной памяти в 256-512 К байт, а с переменным числом задач еще больший объем.

Прикладное ПО ориентировано на конкретную предметную область автоматизированного проектирования. В прикладном ПО реализуется МО для непосредственного выполнения проектных процедур. Прикладное ПО, как правило, имеет форму ППП. Каждый из этих пакетов имеет четкую профессиональную направленность и облуживает определенный этап процесса проектирования или группу аналогичных задач внутри различных этапов.

Программы, входящие в ПО, должны: 1) обеспечивать экономичность использования ресурсов ЭВМ (памяти и времени процессора), т.е. быть эффективными; 2) обладать надежностью; 3) обладать структурностью и модульностью, которые заключаются в том, что сложная задача может быть разделена на более простые, каждой из которых соответствует определенный программный модуль; 4) допускать модифицируемость, т.е. вносимые в программы изменения не должны ухудшать их качества; 5) допускать переносимость на новые виды вычислительной техники и технологических задач; 6) быть согласованными, т.е. данные, которые используются в двух и более программах, должны входить в числовые массивы, не требующие коррекций при переходе от одной программы к другой; 7) быть "дружественными", т.е. удобными для пользования.

Лингвистическое обеспечение САПР

Лингвистическое обеспечение САПР представляет собой совокупность представленных в заданной форме языков (включая термины и определения, правила формализации языка, а также методы сжатия и развертывания текстов), необходимых для автоматизированного проектирования. Языки, которые используются в вычислительной технике, являются алгоритмическими. Они служат для задания определенных алгоритмов переработки информации и построены посредством набора символов и систем правил соответствующего языка.

В САПР применяются языки программирования и языки общения человека с ЭВМ.

С помощью языков программирования составляются программы, входящие в состав общесистемного или прикладного ПО. Эти языки подразделяют на языки низкого и высокого уровней. Языки низкого уровня — машинные языки, операторы которых со-

стоят из машинных команд, и ассемблеры, т.е. языки символического кодирования, в которых использованы мнемонические обозначения машинных команд. Языки высокого уровня не предполагают знания пользователем машинного языка. Они не связаны с определенным типом ЭВМ. Поэтому возможен перевод программ с одной ЭВМ на другую. Одна команда языка высокого уровня переводится на несколько команд машинного кода. Выражения языка соответствуют области его применения и имеют жесткую табличную форму. К языкам такого уровня относятся алгоритмические языки программирования ФОРТРАН, ПЛ/1, БЕЙСИК, КОБОЛ, АЛГОЛ, ПАСКАЛЬ, АПЛ и др.

Входной язык САПР ориентирован на проблему проектирования объектов определенной области, т.е. является проблемноориентированным языком (ПОЯ) и предназначен, как правило, для использования в диалоговом режиме. В ряде случаев ПОЯ строят так, что описание любой задачи или задание на ее решение включает в основном оригинальные термины физического и функционального содержания. Переход от физического и функционального описания какой-либо задачи к программам для ЭВМ выполняется затем автоматически посредством транслятора. В других случаях, например, при решении задач геометрического типа, ПОЯ объединяет средства алгоритмического языка высокого уровня, обеспечивающие решение вычислительных математических задач и специальное языковые средства моделирования геометрических объектов. Транслятор алгоритмического языка, при этом, дополняют специальными программами.

Таким образом, ПОЯ может подробно описать: 1) характеризованные в следующей главе задания на проектирование, т.е. описать совокупность констатирующих и ограничительных условий, образующих "модель выхода"; 2) объекты, рассматриваемые при проектировании (описать набор всех вариантов всех объектов, фигурирующих как "выбираемые факторы"), все промежуточные и результирующие решения; 3) все те процедуры, которые необходимо выполнить, чтобы получить решение. Первые два условия определяют ПОЯ как язык описания объекта, третье — как язык описания задания.

Входные языки САПР должны отвечать следующим основным требованиям: полно описывать любые объекты, на проектирование которых ориентирована данная САПР; иметь удобный алфавит и синтаксис текста, а также привычность геометрических построений; обеспечивать лаконичность записи; обеспечивать однозначность интерпретирования и толкования всех текстовых и графических построений; допускать возможность развития и корректировки языка в соответствии с совершенствованием САПР.

Лингвистическое обеспечение диалоговых САПР основывается на естественных языках (наиболее распространен английский), общепринятых символьных и графических образах. Про-

ектирование в диалоговом режиме построено так, что пользователь, контактируя с КСАП по схеме "вопрос - ответ - вопрос - ответ - ...," выдает инструкции управления проектированием, которые имеют характер либо распоряжения ЭВМ, либо ответа на ее запросы.

Техническое обеспечение САПР

Использование ЭВМ значительно уменьшает трудоемкость и продолжительность вычислительных работ. Однако их доля в процессе проектирования различных изделий и технологических процессов в среднем не превышает 15-20%. Поэтому автоматизация проектных работ потребовала создания специализированных средств САПР, которые составляют техническое обеспечение системы.

Техническое обеспечение САПР представляет собой совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих технических средств (компонентов), служащих для выполнения автоматизированного проектирования; при этом каждое средство выполняет определенную функцию проектирования.

Технические средства классифицируются следующим образом.

Подготовки и ввода данных предназначены для автоматической подготовки, кодирования, визуального контроля и редактирования вводимой в ЭВМ буквенноцифровой и графической информации, а также нанесения данных на различные машинные носители информации.

Передачи данных обеспечивают дистанционную связь технических средств по различным каналам связи.

Программной обработки данных осуществляют прием цифровых данных, их обработку, накопление и вывод на машинные носители, устройства отображения и в каналы связи.

Отображения данных оперативно представляют информацию либо на экранах дисплеев, либо в на бумажных носителях принтерами или плоттерами; устройствами для микрофильмирования и изготовления микрофиш на фотопленку; устройствами для получения твердых копий на фотобумагу.

Ведения архива проектных решений выполняют хранение, контроль, восстановление и размножение данных о проектных решениях и др.

Методическое обеспечение САПР

Под методическим обеспечением САПР понимают совокупность документов, устанавливающих состав и правила выбора и эксплуатации средств обеспечения автоматизированного проектирования, необходимых для его выполнения.

Организационное обеспечение САПР

Под организационным обеспечением САПР понимают совокупность документов, устанавливающих структуру и функции предприятия или организации, взаимодействующих с САПР, а также определяющих порядок ведения документации. Организационное обеспечение САПР как самостоятельная компонента содержит различные положения, инструкции, приказы, квалификационные требования, штатные расписания и ряд других документов, регламентирующих организационную структуру подразделений проектной организации, а также взаимодействие подразделений со средствами автоматизированного проектирования.

Эффективное функционирование САПР возможно только при наличии и заданном порядке взаимодействия данных выше компонентов обеспечения автоматизированного проектирования.

1.4. Классификация САПР

САПР классифицируют с целью решения ряда задач: составления укрупненного формализованного описания САПР согласно установленным признакам классификации; обозначения САПР, разрабатываемых в организациях различных отраслей промышленности; планирования повышения значений уровня автоматизации проектирования, эффективности САПР; задания условий для определения технически обоснованных норм обеспечения процесса создания, эксплуатации и развития САПР необходимыми ресурсами (специалистами, техническими средствами, информацией, энергией и т.д.).

К признакам, характеризующим САПР, относятся: тип, разновидность, сложность объекта проектирования; уровень, комплексность автоматизации проектирования; характер, число выпускаемых проектных документов; число уровней в структуре технического обеспечения САПР. Для получения представления о конкретной САПР она должна быть оценена по всем признакам.

Тип объекта проектирования. САПР подразделяются по этому признаку на девять групп: 1) изделий машиностроения; 2) изделий приборостроения; 3) технологических процессов в машино- и приборостроении; 4) объектов строительства; 5) технологических объектов в строительстве; 6) программных изделий; 7) организационных систем. Группы 8 и 9 относятся к резервным и служат для выделения и кодирования САПР, которые не относятся к указанным группам.

Разновидность объектов проектирования. Специальных обозначений объектов проектирования не установлено. Их указывают и кодируют согласно действующим в каждой отрасли промышленности системам обозначения документации на проектируемые системой объекты.

Сложность объекта проектирования. По этому признаку различают САПР: 1) простых объектов с числом составных частей до 10^2 ; 2) объектов средней сложности ($10^2 - 10^3$); 3) сложных объектов ($10^3 - 10^4$); 4) очень сложных объектов ($10^4 - 10^6$); 5) супер сложных объектов ($>10^6$).

Составной частью объекта проектирования, представляющего собой какое-либо изделие, является деталь. Если объектом проектирования является технологический процесс, то определить его составные части гораздо сложнее. В этом случае технологический процесс разделяют на элементарные технологические операции или разделяют объект проектирования на части условно согласно номенклатуре выпускаемой технологической документации.

Уровень автоматизации проектирования. По данному признаку различают САПР: 1) низкоавтоматизированные (до 25%: проектных процедур); 2) среднеавтоматизированные (25 - 50%); 3) высокоавтоматизированные (свыше 50%).

Комплексность проектирования. По этому признаку САПР подразделяют на: 1) одноэтапные; 2) многоэтапные; 3) комплексные. Если автоматизирован какой-либо один этап проектирования определенного объекта, то САПР относят к первой группе. В случае, когда автоматизированы все этапы, САПР является комплексной.

Выпускаемые проектные документы. САПР подразделены на пять групп согласно выпускаемым ими проектным документам: 1) на бумажной ленте и (или) листе; 2) на машинных носителях; 3) на фотоносителях; 4) комбинированные (выдают документы на двух и более типах носителей). Пятая группа оставлена резервной.

Число проектных документов. Число выпускаемых проектных документов характеризует производительность САПР. В соответствии с этим различают САПР малой, средней и высокой производительности.

Число уровней в структуре технологического обеспечения. По этому признаку САПР подразделяют на одно-, двух- и трехуровневые.

Основой одноуровневого комплекса технических средств (КТС) являются ЭВМ средней или высокой производительности и штатный набор периферийных устройств. В этих ЭВМ осуществляется программная обработка данных и их хранение. Одна или несколько ЭВМ образуют уровень, который называют центральным вычислительным комплексом (ЦВК). Если используются мини-ЭВМ, то КТС принято называть автоматизированным рабочим местом (АРМ).

Для эффективной связи пользователя с САПР и решения, помимо выполнения наиболее сложных программных процедур, большого количества простых задач в последней организуют второй уровень.

САПР в компьютерно-интегрированном производстве 25

Трехуровневые САПР, кроме технических средств двухуровневой системы, имеют периферийное программно-управляемое оборудование: комплекс для контроля управляющих программ к станкам с ЧПУ; чертежные автоматы; установки для изготовления фотошаблонов.

1.5. САПР в компьютерно-интегрированном производстве

Одной из основных функций инженера является проектирование изделий или технологических процессов их изготовления. Традиционно эти функции разделены как при подготовке специалистов, так и в сфере их деятельности на производстве. Отражая сложившуюся практику последовательной реализации процессов конструирования и разработки технологии, САПР принято делить по крайней мере на два основных вида:

- САПР конструирования изделий (САПР И);
- САПР технологии их изготовления.

САПР конструирования изделий, которые на Западе называют CAD (Computer Aided Design), выполняют объемное и плоское геометрическое моделирование, инженерный анализ, оценку проектных решений, получение чертежей. Заметим, что исследовательский этап САПР изделий иногда выделяется в самостоятельную автоматизированную систему научных исследований (АСНИ) или, используя западную терминологию, инжиниринга — CAE (Computer Aided Engineering).

САПР технологии изготовления, которые в России принято называть автоматизированной системой технологической подготовки производства (АСТПП), а на Западе — CAPP (Computer Automated Process Planning), выполняют разработку технологических процессов, технологической оснастки, управляющих программ (УП) для оборудования с ЧПУ. Задачей САПР технологических процессов (САПР ТП) является разработка технологической документации (маршрутной, операционной), доводимой до рабочих мест и с разной степенью подробности регламентирующей будущий процесс изготовления детали.

Более конкретное описание обработки на оборудовании с ЧПУ — в виде кадров УП — вводится в систему автоматизированного управления производственным оборудованием (АСУПР), которую на Западе принято называть CAM (Computer Aided Manufacturing).

Помимо этих видов САПР различают систему производственного планирования и управления PPS (Produktionsplaungs system), что соответствует отечественному термину АСУП, и систему управления качеством CAQ (Computer Aided Quality Control).

Самостоятельное, не связанное между собой, функционирование систем САД и САМ дает экономический эффект, размер которого может быть существенно увеличен интеграцией этих систем (рис.1.3) посредством САПР. Такая интегрированная система САД/САМ на информационном уровне поддерживается единой БД, в которой хранится информация о структуре и геометрии изделия (как результат проектирования в системе САД), о технологии изготовления (как результат системы САПР) и УП для оборудования с ЧПУ (как исходная информация для обработки в системе САМ на оборудовании с ЧПУ). На схеме (см. рис.1.3) функционирование АСТПП, или по-английски САПР, представляет процесс преобразования конструкторской информации, хранимой в БД, в технологические решения, касающиеся маршрутов обработки деталей, режимов обработки на определенных операциях, выбора инструмента и т.п.

Другим примером частичной интеграции САПР является объединение САПР конструирования изделий с организационно-технической системой АСУП в единый комплекс, называемый также САД/ППС.

В настоящее время основной тенденцией в достижении высокой конкурентной способности западных предприятий является переход от отдельных замкнутых САПР и их частичного объединения к полной интеграции технической и организационной сфер производства. Такая интеграция связывается с внедрением модели компьютерно-интегрированного производства (КИП), или по-английски СІМ (Computer Integrated Manufacturing). На рис.1.4 представлены основные этапы построения и организационно-технические САПР, реализующие СІМ.

Практический опыт создания и эксплуатации СІМ показывает, что стратегическая концепция создания СІМ должна охватывать процессы проектирования, изготовления и сбыта продук-

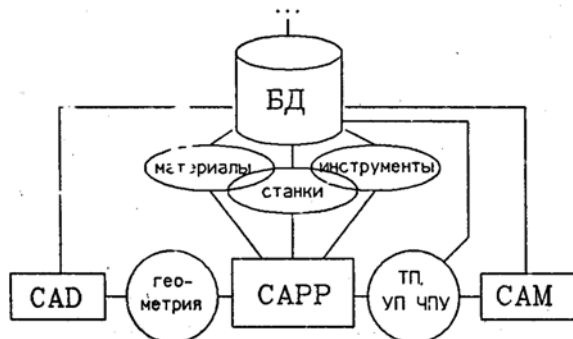


Рис. 1.3. Элементы интегрированной системы

САПР в компьютерно-интегрированном производстве 27

ции. Проектирование должно начинаться с изучения конъюнктуры рынка и кончатся вопросами доставки продукции потребителю. Рассматривая структуру СИМ (рис.1.5), можно выделить три основных, иерархически связанных между собой уровня. К подсистемам СИМ верхнего уровня относятся подсистемы, выполняющие задачи планирования производства. Средний уровень занимают подсистемы проектирования производства. На нижнем уровне находятся подсистемы управления производственным оборудованием.

Построение СИМ включает решение проблем: • информационного обеспечения (отход от принципа централизации и переход к координированной децентрализации на каждом из рассмотренных уровней как путем сбора и накопления информации внутри отдельных подсистем, так и в центральной БД); • обработки информации (стыковка и адаптация программного обеспечения различных подсистем) и • физической связи подсистем (интерфейсы, т.е. стыковка, аппаратных средств ЭВМ, включая использование вычислительных сетей).

В заключение отметим, что внедрение СИМ значительно сокращает общее время прохождения заказа за счет снижения времени передачи с одного участка на другой и снижения времени простоя при выполнении заказа, а также вследствие перехода

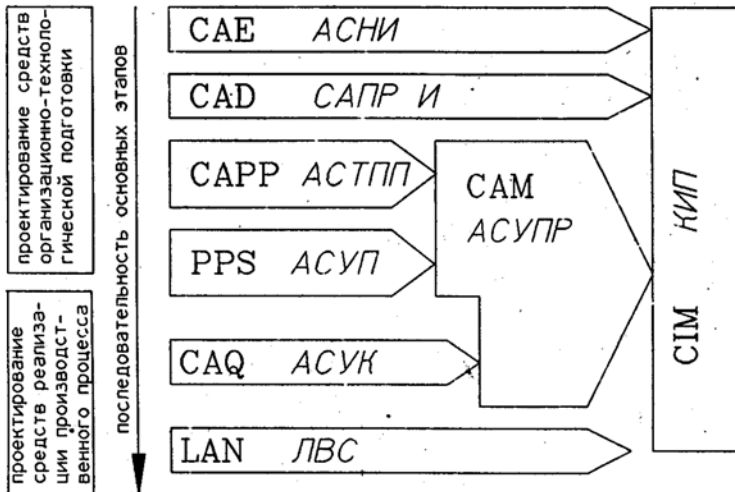


Рис. 1.4. Основные системы СИМ

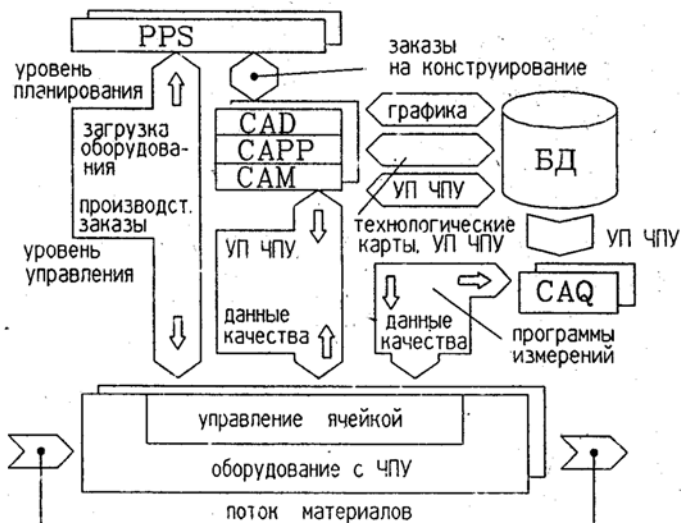


Рис. 1.5. Информационная структура СИМ

от последовательной к одновременной обработке; повышает производительность путем устранения или существенного ограничения повторяемых ручных операций подготовки и передачи данных (например, машинное отображение геометрических данных можно использовать во всех отделах, связанных с конструированием изделий).

В последующих главах мы познакомимся более подробно как со структурой абстрактной САПР, так и с особенностями различных компонентов САПР технологии изготовления изделий.

