

1. РОЛЬ И МЕСТО КОМПЬЮТЕРНОЙ (МАШИННОЙ) ГРАФИКИ В САПР. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Общие сведения о САПР (CAD/CAM/CAE/PDM) и компьютерной (машинной) графике САПР(MCAD)

CAD/CAM/CAE/PDM-системы занимают особое место среди других приложений компьютерной поддержки инженерной деятельности, поскольку представляют индустриальные технологии, непосредственно направленные в наиболее важные области материального производства. В настоящее время общепризнанным фактом является невозможность изготовления сложной наукоемкой продукции (военной, ракетно-космической и авиационной техники, различных видов промышленного оборудования и др.) без применения CAD/CAM/CAE/PDM-систем. За последние годы они прошли путь от сравнительно простых чертежных приложений до интегрированных программных комплексов, обеспечивающих единую поддержку всего цикла разработки, начиная от этапа технического предложения и заканчивая технологической подготовкой производства, изготовлением, испытаниями, эксплуатацией и сопровождением (рис. 1.1). К конструкторским докумен-

там (КД) относят графические и текстовые документы, которые в отдельности или совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта. Виды и комплектность конструкторских документов на изделия всех отраслей промышленности установлены ГОСТ 2.102-68.

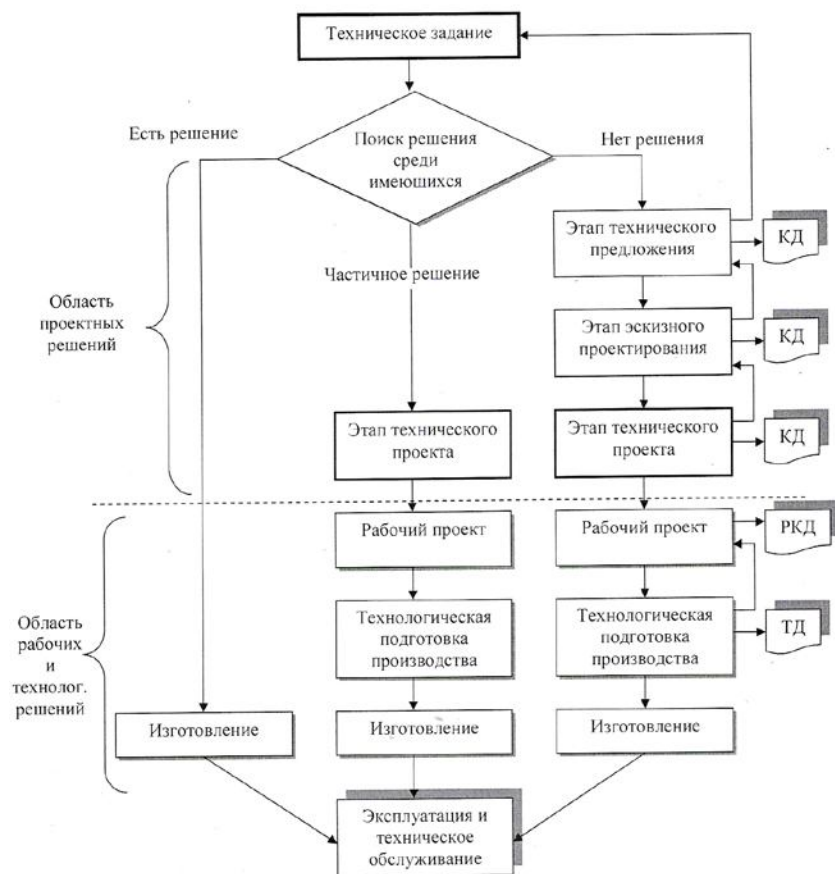


Рис. 1.1. Стадии разработки изделия и этапы выполнения работ
Современные CAD/ CAE /CAM/ PDM-системы не только позволяют сократить срок внедрения новых изделий, но и существенно влияют на технологию производства. В результате повышаются качество и надежность выпускаемой продукции, а следова-

тельно, ее конкурентоспособность. В частности, путем компьютерного моделирования сложных изделий конструктор может зафиксировать «нестыковки» в конструкции изделия и сэкономить на стоимости изготовления физического прототипа.

По отраслевому назначению выделяют следующие программные средства САПР:

MCAD (mechanical computer-aided design) – автоматизированное проектирование механических устройств. Это машиностроительные САПР, применяемые в авиа-космической промышленности, автомобилестроении, судостроении, производстве товаров народного потребления. Включают в себя разработку деталей и сборок (механизмов) с использованием параметрического проектирования на основе конструктивных элементов, технологий поверхностного и объемного моделирования (CATIA, Autodesk, Inventor, SolidWorks, КОМПАС-3D);

EDA (electronic design automation) или ECAD (electronic computer-aided design) – САПР электронных устройств, радиоэлектронных средств, интегральных схем, печатных плат и т.п. (OrCAD, Altium Designer);

AEC CAD (architecture, engineering and construction computer-aided design) или CAAD (computer-aided architectural design) – САПР, используемые в области архитектуры и строительства для проектирования зданий, промышленных объектов, дорог, мостов и проч. (ArchiCAD, Autodesk Architectural Desktop, AutoCAD Revit Architecture Suite).

По целевому назначению:

CAD (Computer-Aided Design – компьютерная поддержка проектирования). Предназначены для решения конструкторских задач и оформления конструкторской документации (более привычно они именуются системами автоматизированного проектирования – САПР). Как правило, в современные CAD-системы входят модули моделирования трехмерной (объемной) конструкции (детали) и оформления чертежей и текстовой конструкторской документации (спецификаций, ведомостей и т.д.). Ведущие трехмерные CAD-системы позволяют реализовать идею сквозного цикла подготовки и производства сложных промышленных изделий. Как результат работы такой системы может быть представлена трехмерная модель космического летательного аппарата (рис. 1.2);

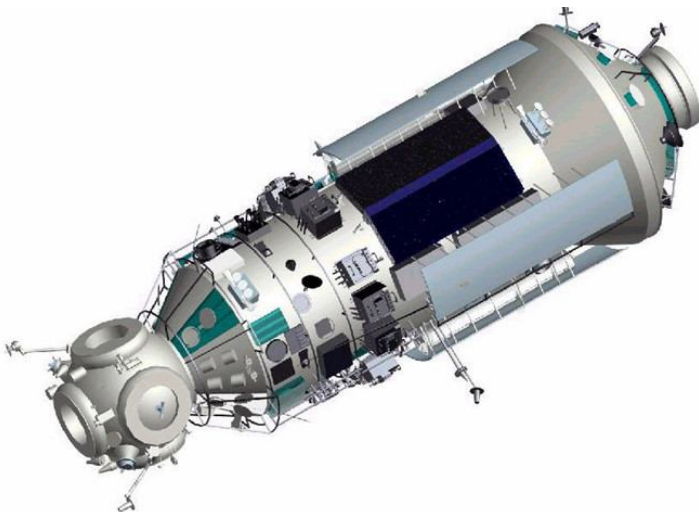


Рис. 1.2. Трехмерная модель космического летательного аппарата

CAE (Computer-Aided Engineering – поддержка инженерных расчетов) представляют собой обширный класс систем, каждая из которых позволяет решать определенную расчетную задачу (группу задач), начиная от расчетов на прочность, анализа и моделирования тепловых процессов до расчетов гидравлических систем и машин, расчетов процессов литья. В CAE-системах также используется трехмерная модель изделия, созданная в CAD-системе; CAE-системы еще называют системами инженерного анализа (рис. 1.3);

CAM (Computer-Aided Manufacturing – компьютерная поддержка изготовления) предназначены для проектирования обработки изделий на станках с числовым программным управлением (ЧПУ) и выдачи программ для этих станков (фрезерных, сверлильных, эрозионных, пробивных, токарных, шлифовальных и др.). CAM-системы еще называют системами технологической подготовки производства (рис. 1.4). В настоящее время являются практически единственным способом для изготовления сложных в геометрическом отношении деталей и сокращения цикла их производства. В CAM-системах используется трехмерная модель детали, созданная в CAD-системе;

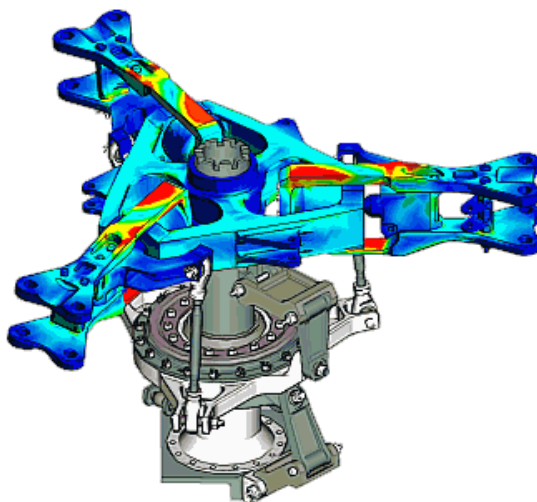


Рис. 1.3. Пример визуализации результатов прочностного расчета, ротора винта вертолета методом конечных элементов (система Design Space v.5.0)

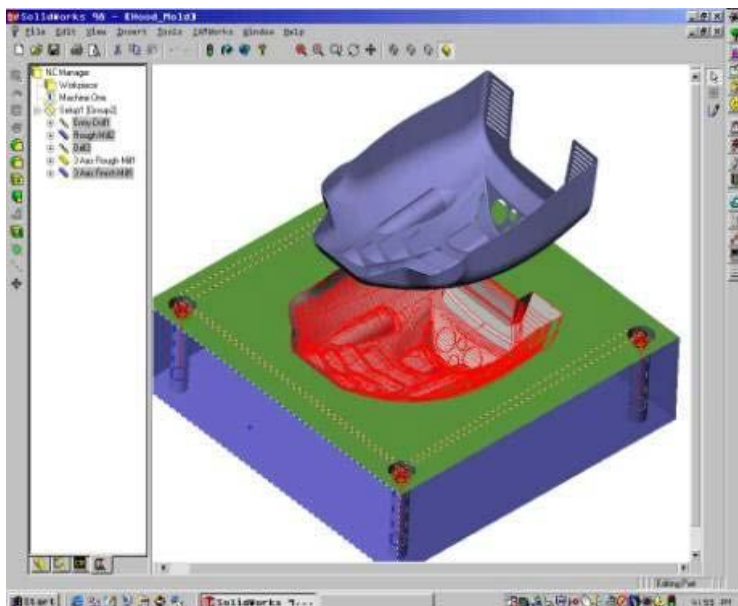


Рис. 1.4. Пример использования системы CAMWorks при технологической подготовке производства

CAPP (computer-aided process planning) – средства автоматизации планирования технологических процессов, применяемые на стыке систем CAD и CAM.

PDM (Product Data Management – система управления проектными и инженерными данными предприятия). Относятся к числу технологий, позволяющих значительно снизить временные затраты в процессе проектирования и сопровождения изделия.

Многие САПР совмещают в себе перечисленные типы: CAD/CAM, CAD/CAE, CAD/CAE/CAM. Такие системы называют комплексными или интегрированными.

В последние годы ведущие фирмы западных стран разработали и успешно применяют в различных отраслях промышленности новые компьютерные технологии электронного сопровождения разработки, производства и эксплуатации сложной наукоемкой продукции – так называемые технологии CALS (Continues Acquisition and Life cycle Support).

CALS – технологии позволяют решать задачи электронного информационного взаимодействия сотен фирм, занятых производством сложной наукоемкой продукции независимо от используемых программных и аппаратных средств. Решения, основанные на базе стандарта ISO серии 10303(STEP), предполагают применение «нейтрального» формата данных независимо от типа используемой CAD/CAM/CAE/PDM-системы.

1.2. Классификационные группы стандартов на САПР

В соответствии с ГОСТ23501.101-87 САПР представляет собой организационно-техническую систему, состоящую из комплекса средств автоматизации проектирования, взаимосвязанную с подразделениями проектной организации и выполняющую автоматизированное проектирование.

САПР – это человеко-машинная система, позволяющая на базе ЭВМ автоматизировать определенные функции, выполняемые человеком, с целью повышения темпов и качества проектирования, представляющего собой вид информационного процесса и лежащего в основе технической подготовки производства.

Упрощенно ее можно представить как систему, объединяющую пользователей (конструкторов, инженеров), технические (вычислительная техника и периферия) и программные (пакеты про-

грамм и программы расчетов, геометрического моделирования, визуализации, формирования и выпуска конструкторской документации, ведение баз данных и архивов и пр.) средства. Совокупность этих элементов должна способствовать решению проблемы (проектирования изделия) с учетом ограничений (стоимостных, временных, технологических и производственных).

Классификацию и обозначение комплекса государственных стандартов на системы автоматизированного проектирования устанавливает ГОСТ 23501.001-83. Комплекс стандартов на САПР имеет класс 23501 и делится на девять групп.

Классификационные группы стандартов на САПР

| Код группы | Наименование классификационных групп |
|------------|--|
| 0 | Основные положения комплекса стандартов САПР |
| 1 | Основные положения, организация работ по созданию САПР и правила оформления документации на САПР |
| 2 | Инвариантные компоненты и комплексы средств САПР |
| 3 | Автоматизация проектирования изделий машиностроения |
| 4 | Автоматизация проектирования изделий приборостроения (в том числе радиоэлектроники) |
| 5 | Автоматизация проектирования объектов строительства |
| 6 | Автоматизация проектирования технологических процессов |
| 7 | Автоматизация проектирования организационных систем |
| 8 | Резервная группа |
| 9 | Прочие стандарты |

Обозначение стандарта соответствует схеме, приведенной на рис. 1.5.

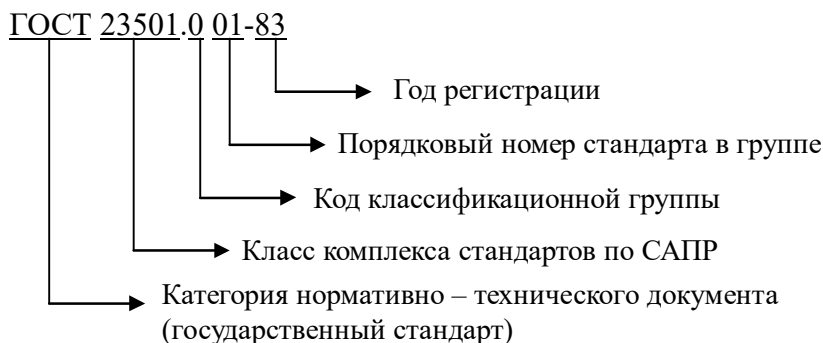


Рис. 1.5

1.3. Базовые компоненты САПР

Структурно САПР, состоящая из базовых и функциональных компонентов, подразделяется на ряд подсистем (рис. 1.6). Одной из них является обеспечивающая (процесс проектирования) подсистема – компьютерная (машинная) графика. Однако сегодня статус компьютерной графики в связи с широким использованием геометрического моделирования резко возрос, и она может рассматриваться не только как обслуживающая подсистема, но и как подсистема, формирующая геометрический облик проектируемого изделия.

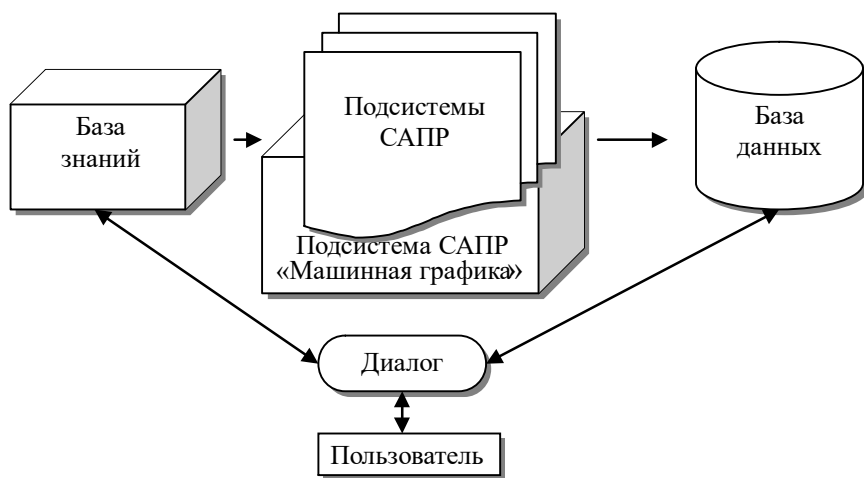


Рис. 1.6. Базовые компоненты САПР

САПР включает в себя следующие виды обеспечения:

- методическое – совокупность документов, в которых отражены состав, правила отбора и эксплуатации средств обеспечения автоматизированного (автоматического) проектирования;
- лингвистическое (языковое) – совокупность языков проектирования, включая термины и определения, правила формализации естественного языка и методы сжатия и развертывания текстов, необходимых для выполнения автоматизированного проектирования, представленных в заданной форме;

- математическое – совокупность математических методов, алгоритмов и математических моделей, необходимых для выполнения автоматизированного проектирования;
- программное – совокупность машинных программ, представленных в заданной форме, вместе с необходимой программной документацией;
- техническое – совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих технических средств, предназначенных для выполнения автоматизированного (автоматического) проектирования;
- информационное – совокупность представленных в заданной форме сведений, необходимых для выполнения автоматизированного проектирования;
- организационное – совокупность документов, устанавливающих состав проектной организации и ее подразделений, их функции, связи между ними, а также форму представления результатов проектирования и порядок рассмотрения проектных документов, необходимых для выполнения автоматизированного проектирования.

Компьютерная (машинная) графика может быть определена как совокупность технических (аппаратных), программных, языковых средств и методов связи пользователя с ЭВМ на уровне зрительных образов при решении различных классов задач. В связи с тем, что вышеуказанные средства базируются на уровне зрительных образов, они непосредственно связаны с понятиями, положениями и особенностями инженерной графики. Подсистема «машинная графика» пронизывает все этапы проектирования (см. рис. 1.6), т.е. практически на каждом из этапов приходится решать те или иные геометрические или графические задачи. Более того, отображение (прорисовка) проектируемого объекта позволяет уязвлять порой противоречивые решения, появляющиеся в процессе проектирования, т.е. проводить оптимизацию конструкции изделия средствами инженерной графики.

В общем процессе проектирования можно выделить три этапа, на которых целесообразно использовать средства машинной графики:

- 1) ввод в систему исходных данных,
- 2) документирование объекта и процесса проектирования,

3) организация режима графического взаимодействия в реальном масштабе времени при выполнении операций геометрического моделирования, анализа и технологической подготовки производства.

Достижению целей, поставленных перед САПР(CAD/CAM/CAE/PDM), способствуют следующие особенности, обеспечиваемые машинной графикой:

1. Информация об объекте представляется проектировщику для анализа в удобной для него графической форме.

2. Язык общения проектировщика с системой использует привычные для специалиста понятия и определения.

3. Обеспечивается легкость внесения изменений в модель объекта.

4. Исходные данные могут вводиться в подсистему непосредственно с эскизов и подоснов.

5. Автоматизируются трудоемкие рутинные чертежные операции, оформление и выпуск проектной документации.

Все многообразие геометрических задач решаемых средствами машинной графики можно разделить на два основных класса:

1) формирование и описание геометрических структур различной сложности и решения на них комплекса прикладных задач;

2) визуализация на различных этапах проектирования входной, выходной и промежуточной информации.

Разработка эффективных алгоритмов геометрического моделирования является на данном этапе важнейшей задачей специалистов в области САПР(CAD/CAM/CAE/PDM), прикладной геометрии и инженерной графики.

С учетом сформулированных задач, стоящих перед подсистемой САПР "Компьютерная (машинная) графика", ее функциональные возможности, определяются перечисленными обеспечениями и ресурсами. Требуются вычислительные средства высокой производительности, эффективная периферия, ориентированная на выполнение графических работ (устройства ввода и позиционирования, визуализации и документирования) и соответствующая программная поддержка, в виде пакетов программ, обеспечивающих эффективное функционирование технических средств и решение поставленной задачи.