

УДК 658.512.011(045)

В. М. Синеглазов, д-р техн. наук, проф.,
А. В. Осадчий

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВИАЦИОННОГО ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Институт аэрокосмических систем управления НАУ, e-mail: iesy@nau.edu.ua

Изложены материалы, отражающие современное состояние и перспективы развития аппаратных средств вычислительной техники как основы технического обеспечения систем автоматизированного проектирования.

Ключевые слова: рабочая станция, вычислительный комплекс, локальная вычислительная сеть.

Введение. Автоматизация проектирования занимает особое место среди информационных технологий. Во-первых, автоматизация проектирования – синтетическая дисциплина, составными частями которой являются многие современные информационные технологии. Так, техническое обеспечение (ТО) систем автоматизированного проектирования (САПР) основано на использовании вычислительных сетей и телекоммуникационных технологий. В САПР используются персональные компьютеры (ПК) и рабочие станции (РС). Математическое обеспечение САПР отличается множеством и разнообразием используемых методов вычислительной математики, статистики, математического программирования, дискретной математики, искусственного интеллекта. Программные комплексы САПР относятся к наиболее сложным современным программным системам, основанным на операционных системах (ОС) Unix, языках программирования C, C++, Java и других современных CASE технологиях, реляционных и объектно-ориентированных системах управления базами данных (СУБД), стандартах открытых систем и обмена данными в компьютерных средах.

Требования, предъявляемые к техническому обеспечению. Используемые в САПР технические средства должны обеспечивать:

- выполнение всех необходимых проектных процедур, для которых имеется соответствующее программное обеспечение;
- взаимодействие между проектировщиками и ЭВМ, поддержку интерактивного режима работы;
- взаимодействие между членами коллектива, работающими над общим проектом.

Первое из этих требований выполняется при наличии в САПР вычислительных машин и систем с достаточными производительностью и емкостью памяти.

Второе требование касается пользовательского *интерфейса* и выполняется за счет включения в САПР удобных средств ввода-вывода данных и прежде всего устройств обмена графической информацией.

Третье требование обуславливает объединение аппаратных средств САПР в вычислительную сеть.

В результате общая структура ТО САПР представляет собой сеть узлов (узел А – передатчик данных, узел Б – приемник данных), связанных между собой средой передачи данных [2] (рис. 1). Узлами (станциями данных) являются рабочие места проектировщиков – рабочими станциями (WS – Workstation); ими могут быть также большие ЭВМ (мейнфреймы), отдельные периферийные и измерительные устройства.

Именно автоматизированные рабочие места (АРМ) должны быть снабжены средствами для интерфейса проектировщика с ЭВМ. Вычислительная мощность может быть распределена между различными узлами вычислительной сети.

Среда передачи данных представлена каналами передачи данных, состоящими из линий связи и коммутационного оборудования.

В каждом узле можно выделить оконечное оборудование данных (ООД), выполняющее определенную работу по проектированию, и аппаратуру окончания канала данных (АКД), предназначенную для связи ООД со средой передачи данных. Например, в качестве ООД можно рассматривать ПК, а в качестве АКД — вставляемую в компьютер сетевую плату.

Канал передачи данных – средство двустороннего обмена данными – АКД и линия связи.



Рис. 1. Структура технического обеспечения САПР

В настоящее время для проектирования авиационного электронного оборудования необходимы проектные организации, в сеть которых включены десятки и сотни компьютеров, относящихся к разным проектным и управленческим подразделениям и размещенных в помещениях одного или нескольких зданий. Такую сеть называют корпоративной. В ее структуре можно выделить ряд локальных вычислительных сетей (ЛВС), называемых подсетями, и средства связи ЛВС между собой. В эти средства входят коммутационные серверы (блоки взаимодействия подсетей). Если коммутационные серверы объединены отделенными от ЛВС подразделений каналами передачи данных, то они образуют новую подсеть, называемую опорной (или транспортной), а вся сеть оказывается частью иерархической структуры. Если здания проектной организации удалены друг от друга на значительные расстояния (вплоть до их расположения в разных городах), то корпоративная сеть по своим масштабам становится территориальной сетью (WAN – Wide Area Network). В территориальной сети различают магистральные каналы передачи данных (магистральную сеть), имеющие значительную протяженность, и каналы передачи данных, связывающие ЛВС (или совокупность ЛВС отдельного здания или кампуса) с магистральной сетью и называемые абонентской линией или соединением “последней мили”.

Обычно создание выделенной магистральной сети, т. е. сети, обслуживающей единственную организацию, обходится для этой организации слишком дорого. Поэтому чаще прибегают к услугам провайдера – фирмы, предоставляющей телекоммуникационные услуги многим пользователям. В этом случае внутри корпоративной сети связь на значительных расстояниях осуществляется через магистральную сеть общего пользования. В качестве такой сети можно использовать, например, городскую или междугородную телефонную сеть или территориальные сети передачи данных. Наиболее распространенной формой доступа к этим сетям в настоящее время является обращение к глобальной вычислительной сети Интернет.

Для многих корпоративных сетей возможность выхода в Интернет является желательной не только для обеспечения взаимосвязи от удаленных сотрудников собственной организации, но и для получения других информационных услуг. Под развитием виртуальных предприятий, работающих на основе CALS-технологий, подразумеваются информационные обмены через территориальные сети, как правило, через Интернет. Нужно

отметить, что использование сетей общего пользования существенно усложняет обеспечение информационной безопасности.

Структура ТО САПР для корпоративных сетей показана на рис. 2. Это типичная структура крупных корпоративных сетей САПР, называемая архитектурой клиент–сервер. В сетях клиент–сервер выделяется один или несколько узлов, называемых серверами, которые выполняют в сети управляющие или общие для многих пользователей проектные функции, а остальные узлы (рабочие места) являются терминальными – их называют клиентами, в них работают пользователи.

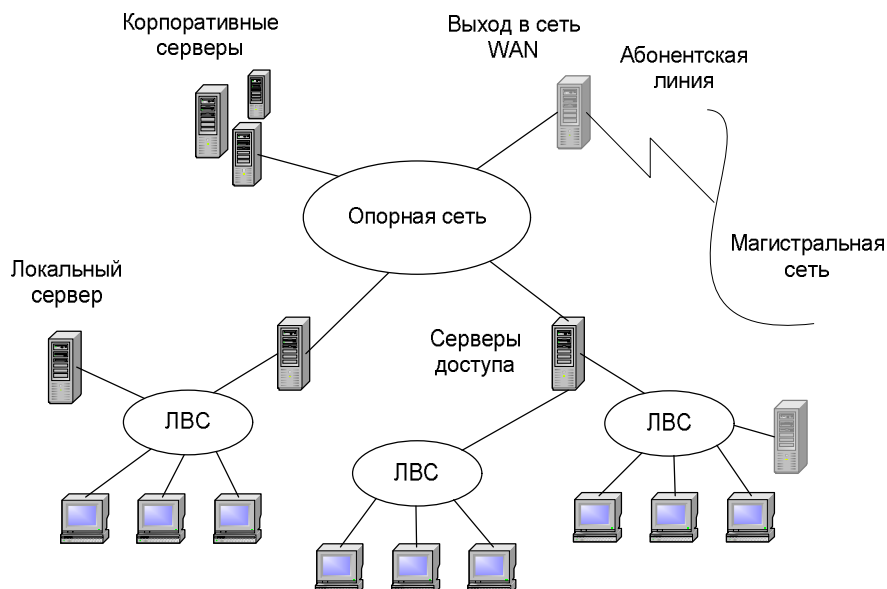


Рис. 2. Структура корпоративной сети САПР

Состав технического обеспечения САПР. Техническое обеспечение САПР включает в себя вычислительный комплекс (ВК) на базе высокопроизводительной вычислительной техники с большим объемом оперативной и внешней памяти, широким набором периферийных устройств для обеспечения диалогового режима работы, выпуска текстовой и чертежной документации и создания полноценных баз данных.

Целесообразно создавать комплексные САПР на основе двухуровневой иерархической структуры с ЭВМ средней и большой производительности на верхнем уровне и сетью терминальных станций на нижнем уровне [3].

Типовой ВК для верхнего уровня выбирают в зависимости от сложности объекта проектирования, который определяют согласно государственным стандартам по количеству составных частей.

Для верхнего уровня САПР предусмотрен выпуск различных модификаций ВК с едиными версиями операционных систем. В состав типовых ВК должны входить операционные системы для обработки графической информации, специальные графические процессоры, графические периферийные устройства.

За десятилетия своего развития технические средства САПР прошли несколько этапов, в значительной степени связанных со сменой поколений ЭВМ и совершенствованием периферийных устройств. Базовые ЭВМ первых поколений САПР авиационного электронного оборудования – АРМ – на основе универсальных ЭВМ среднего класса.

Характерной чертой развития технических средств этих поколений было стремление максимально приблизить АРМ к проектировщику авиационного электронного оборудования с помощью САПР. Возникшее при этом противоречие между требованием относительно низкой стоимости, габаритов и потребностью сохранения высоких технических параметров

базовых ЭВМ из-за сложности решаемых задач САПР привело к созданию мощных децентрализованных систем ЭВМ, объединенных ЛВС.

К настоящему времени сложился устойчиво растущий рынок сбыта аппаратных и программных средств в области САПР, который выработал собственные требования к базовым ЭВМ, периферийным устройствам и ЛВС. Эталонными базовыми ЭВМ, находящимися непосредственно на столах проектировщиков электронного оборудования, в течение уже длительного времени являются РС, связанные ЛВС между собой и другими ЭВМ.

Рабочие станции построены на процессорах Intel Xeon или AMD Opteron. Они используют либо *high-end* чипсеты для потребительского рынка, либо специализированные чипсеты для серверов и РС. Видеокарты устанавливаются тоже профессиональные. Обычно эти видеокарты являются производными от моделей потребительского класса. Они отличаются по функциям и производительности в профессиональных приложениях (пусть даже эти отличия реализованы, главным образом, через драйверы, а BIOS соответствующим образом изменён, чтобы драйверы видеокарт для РС не работали с моделями потребительского класса). Для большинства приложений для РС вполне достаточно интегрированного аудио. На рынке оборудования ведущими производителями для РС являются Intel, AMD и Nvidia.

Для проектирования электронного оборудования наиболее оптимальными основными параметрами РС являются:

- процессор – Pentium-IV 2,4 ГГц;
- RAM (оперативная память) – 2 Гбит;
- жёсткий диск – 320 Гбит;
- видеокарта SVGA – 4 Мбит;
- монитор – TFT 21;
- сетевая карта PCI – 100 Мбит.

Периферийное оборудование САПР. Помимо РС, ПК и других ЭВМ для организации САПР авиационного электронного оборудования требуется дорогостоящее периферийное оборудование.

В настоящее время существуют различные методы ввода и регистрации графической информации: высвечивание точек и линий на экране монитора, нанесение точек, вычерчивание линий и символов изображения на бумаге (в том числе специальной), изменение цвета бумаги путем химической (термической) реакции, электризация поверхности фотополупроводника, проецирование изображения с помощью луча лазера и другие.

Каждый метод и устройства, реализующие его, имеют свои преимущества и недостатки. Основными критериями для их сравнения являются:

- качество изображения;
- скорость формирования изображения;
- стоимость оборудования и его эксплуатации;
- особенности программного обеспечения.

По программному обслуживанию периферийные устройства САПР делятся на два класса: растровые и координатные (векторные).

В растровых устройствах выводится мозаичный рисунок из отдельных точек — пикселей. При этом осуществляется последовательный перебор элементов мозаики и выделение пикселей, составляющих изображение. Время вывода изображения постоянно, не зависит от сложности рисунка и определяется только количеством элементов мозаики (пикселей) и скоростью их перебора.

При векторном способе осуществляется последовательное вычерчивание линий, составляющих изображение. Время ввода-вывода изображения пропорционально суммарной

длине линий (в том числе с учетом “невидимых” линий). Для сложных изображений время вывода может быть достаточно велико.

В САПР для авиационного электронного оборудования широкое применение находят оба типа устройств.

Средства ввода-вывода с документов имеют свою специфику для ввода-вывода текста и графической информации. Это различные печатающие устройства (принтеры), графопостроители, планшеты, сканеры.

Средства непосредственного взаимодействия с ЭВМ включают в себя устройства отображения алфавитно-цифровой и графической информации (дисплеи, проекционные системы), акустические устройства ввода-вывода информации, устройства связи с реальными объектами (датчики, исполнительные устройства), а также средства ручного ввода информации: алфавитно-цифровую клавиатуру, различные планшеты и манипуляторы.

Наиболее распространенным электронным средством отображения информации является дисплей. Большинство современных дисплеев РС и ПК строится на основе платы графического адаптера (графического процессора) и монитора.

Требования к качеству графического изображения САПР весьма высокие.

Наиболее простые черно-белые изображения и каркасные трехмерные изображения могут выполняться векторными методами. Остальные виды изображений требуют растровой цветной (полутоновой) графики с высокой разрешающей способностью и богатой цветовой палитрой.

Для изображений среднего качества могут быть использованы графические адаптеры мощных ПК с разрешающей способностью не менее 1024×768 точек, 256 цветов и более.

Для визуализации реалистичных трехмерных изображений, конструкций сложных объектов и многослойных топологий больших интегральных схем требуются более высокие быстродействие и разрешающая способность графических адаптеров. Такие графические адаптеры называют графическими процессорами, а РС с графическим процессором и цветным монитором с повышенной разрешающей способностью и размера по диагонали (19 дюймов и выше) – графической РС.

В связи с высокими требованиями к качеству изображений в области САПР доминируют цветные жидкокристаллические мониторы с высокой разрешающей способностью.

Устройства графического вывода (печатающие устройства – плоттеры). Печатающие головки бывают двух типов: головки для пузырьковой печати и пьезоэлектрические головки. При пузырьковой печати (*bubble jet*) капля чернил выстреливается из сопла печатающей головки на носитель в результате мгновенного нагревания. В пьезоэлектрической головке, как следует из ее названия, для выстреливания капли чернил используется пьезоэлемент.

На некоторых плоттерах (как правило, ориентированных на производство рекламных материалов) установлена система подачи чернил из емкостей большого объема, например, по 500 мл для каждого цвета. В этом случае чернила подаются либо в картридж, либо непосредственно в печатающую головку. Применение такой системы значительно снижает себестоимость печати за счет уменьшения количества брака, вызванного преждевременным окончанием чернил. Кроме того, чернила приобретаются отдельно (без картриджа и печатающей головки), что также снижает себестоимость печати.

Одним из важнейших факторов, влияющих на производительность работы с плоттером, является наличие у него рулонной подачи – устройства, позволяющего плоттеру работать с рулонными носителями. Ввиду того, что заправка листовой бумаги в плоттер достаточно длительный процесс, применение рулонных носителей целесообразно, ибо помогает экономить до 50 % времени, затрачиваемого на печать. В следующем описании плоттеров приводятся показатели скорости печати для каждой из моделей, например, 5 мин/монокромное изображение формата A0 в черновом режиме. Этот показатель следует

воспринимать критически, так как он декларируется фирмой-производителем плоттера и, как правило, несколько завышен. Кроме того, на реальную производительность плоттера ощутимо влияет время подготовки файла драйвером плоттера, которое может даже превышать время печати.

Важно отметить некоторую особенность формата плоттера. Все модели плоттеров, предлагаемые производителями для САПР, выпускаются в двух модификациях – плоттеры формата A0 и плоттеры формата A1. Формат плоттера определяет максимальную ширину носителя, с которым может работать плоттер. Для устройств формата A1 эта ширина приблизительно равна 640 мм, для A0 – 910 мм. Все плоттеры имеют разрешающую способность 300 точек на дюйм и более.

В сканирующих устройствах (сканерах) осуществляется растровое представление вводимого документа, выполняется распознавание образов, символов, знаков. графически отредактировано на дисплее и выведено на растровое устройство вывода. В сканерах в качестве чувствительного элемента используется однокоординатная линейка фотоприемников или линейка приемников на основе приборов с зарядовой связью. По другой координате линейка перемещается с помощью шагового двигателя. Поверхность считываемого изображения освещается светодиодами, что улучшает равномерность засветки и качество считываемого изображения. Сканеры на основе таких систем позволяют получать четкость картинки до 600 точек на дюйм и более.

Выводы. Техническое обеспечение САПР базируется на эксплуатации вычислительных сетей и телекоммуникационных технологий; также САПР практикует использование ПС и РС, устройства для изготовления технической документации. Техническое обеспечение является одной из главных составляющей, от которой в большой мере зависит успех в проектировании и изготовлении авиационного электронного оборудования.

Список литературы

1. Головицына М. В. Методология проектирования РЭС / М. В. Головицына – М.: Изд-во МГОУ, 1993. – 320 с.
2. Зильбербург Л. И. Cimatron it – компьютерное проектирование и производство / Л. И. Зильбербург, С. М. Марьяновский, В. И. Молочник, Е. И. Яблочников СПб.: КППЦ “Мир”, 1998. – 166 с.
3. Яблочников Е. И. Организация единого информационного пространства технической подготовки производства с использованием PDM SmarTeam / Е. И. Яблочников // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2001. – № 3. – С. 22 – 24.
4. Черкасов Ю. М. Информационные технологии управления / Ю. М. Черкасов. – М.: ИН-ФРА-М, 2001. – 216 с.

В. М. Синеглазов, О. В. Осадчий

Технічне забезпечення систем автоматизованого проектування авіаційного електронного обладнання

Викладено матеріали, що відображають сучасний стан та перспективи розвитку апаратних засобів обчислювальної техніки як основи технічного забезпечення систем автоматизованого проектування.

V. M. Sineglazov, A. V. Osadchy

Technical Support Computer Aided Design aircraft electronics

Materials, reflecting the modern state and prospects of development of vehicle facilities of the computing engineering, being the basis of hardware of computer-aided designs, are in-process expounded.