

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ САПР ДЛЯ НАЧАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ГТД

Герасимов М.В., Григорьев В.А.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Переход от локального применения ЭВМ в проектировании, включающего в себя автоматизацию отдельных наиболее трудоемких видов расчетной деятельности, к системам автоматизированного проектирования расширяет творческий потенциал разработчиков, обеспечивает анализ значительно большего числа вариантов проектных решений, способствует использованию и обработке значительно большего объема информации.

Однако, несмотря на определенные успехи в разработке и применении САПР, существуют проблемы в их развитии. К этим проблемам можно отнести:

- нарастающую сложность функционального программного обеспечения;
- большие объемы информации;
- резкое возрастание затрат на разработку, модификацию и поддержание работоспособности программного обеспечения;
- нахождение компромисса между существующими элементами САПР и быстроизменяющимся техническим и лингвистическим обеспечением.

Решение данных проблем возможно по нескольким направлениям. Например – разработка рациональной методологической основы проектирования, создание гибкого системного обеспечения САПР и др.

Процесс проектирования авиационных малоразмерных ГТД (МГТД) представляет собой совокупность задач структурного и параметрического синтеза и анализа. Для большинства промежуточных этапов этого сложного процесса на сегодня разработаны и используются различные системы автоматизированного проектирования. Накопленный опыт создания таких систем и применения их в практике разработки двигателей наглядно продемонстрировали очевидные преимущества использования САПР. Однако, такие системы, создававшиеся на основе опыта традиционного проектирования, во многом исчерпали себя, так как реализовывались в основном по “жесткой” схеме, т.е. представляли собой комплексы технических средств и программного обеспечения, в которых программное

обеспечение однозначно согласовано с языком программирования, с применяемой ЭВМ, с объемами ее оперативной и внешней памяти, с внешними устройствами и с вполне определенным набором функциональных подсистем. "Жесткие" системы обычно построены так, что пользователь не может сам развивать систему или стыковать отдельные ее части с другими программными модулями. Это означает, что если проектная задача выходит за рамки функционирования такой САПР, то решение становится либо невозможным, либо требует трудоемкой и дорогостоящей доработки системы в целом. Аналогичные проблемы возникают при смене ЭВМ и операционной системы.

К числу других несовершенств САПР "жесткой" схемы следует также отнести:

а) назначение в качестве основного одного из языков программирования высокого уровня, что резко ограничивает возможности как разработчиков САПР, так и ее возможных пользователей;

б) отсутствие средств автоматизации программирования;

в) неэффективные диалоговые системы, отсутствие специальных входных языков пользователя;

г) некомплектность решения проектной задачи на всех этапах создания двигателя, из-за нерешенных проблем системного и информационного обеспечения.

Перечисленные проблемы реально ощущаются пользователями современных САПР, так как они непосредственно сталкиваются с ними в своей профессиональной деятельности. По мере накопления опыта практического применения разработанных систем, возникает необходимость изменения требований к вновь создаваемым САПР. Среди таких новых требований можно указать:

1. реализация совместимости технического, программного и информационного обеспечения;
2. реализация возможностей параллельного ведения нескольких проектных задач с автоматическим распределением ресурсов системы между заданиями, а также совместного решения одной задачи несколькими пользователями;
3. язык общения с системой должен быть ориентирован на пользователя-проектировщика;
4. должна быть обеспечена возможность ввода, обработки и вывода наряду с числовой также графической информации;
5. обеспечение высокой надежности системы.

Таким образом, дальнейшее совершенствование САПР зависит от обеспечения ее необходимыми программными и техническими средствами, а также от уровня взаимодействия с пользователем. Возможности программного обеспечения САПР определяют

архитектуру системы, переносимость на другие ЭВМ, способность встраиваться в другие системы, способность к расширению функций, независимость от конкретных внешних устройств, возможность использования разными категориями пользователей. В общей структуре САПР МГТД (рис. 1) выделено специальное системное наполнение, организующее весь жизненный цикл системы от разработки и модификации программного обеспечения, организации вычислительного процесса и организации информационного обеспечения, до сопровождения системы.

Основными принципами, положенными в основу построения САПР МГТД являются следующие.

Открытость системы, обеспечивающая:

- возможность включения новых программных модулей без нарушения общей структуры системы;
- возможность изменения структуры информационного обеспечения в процессе развития системы;
- предоставление пользователям максимальных удобств при работе с системой.

Гибкость и независимость отдельных модулей и подсистем, которые обеспечивают возможность оперативной модификации программного обеспечения, способствуют повышению его надежности, упрощают его отладку и эксплуатацию.

Инвариантность системы по отношению к используемой операционной системе ЭВМ и к предметной области, позволяющая расширить диапазоны ее возможного применения на различных ЭВМ, для различных этапов создания МГТД, а также для различных объектов проектирования.

Реализация перечисленных принципов построения САПР МГТД основана на:

- модульной организации структуры системы, поддерживаемой специальными средствами;
- едином подходе к организации, передаче, обработке и хранению данных в системе (организация внутренних и внешних интерфейсов по данным);
- обеспечении диалогового режима на всех этапах работы с системой, использовании специальных входных языков проектирования, ориентированных на пользователя-проектировщика;
- введении стандартных спецификаций;
- использовании динамической структуры данных и управления;
- оптимальном использовании принципов компиляции и интерпретации для организации вычислительного процесса;



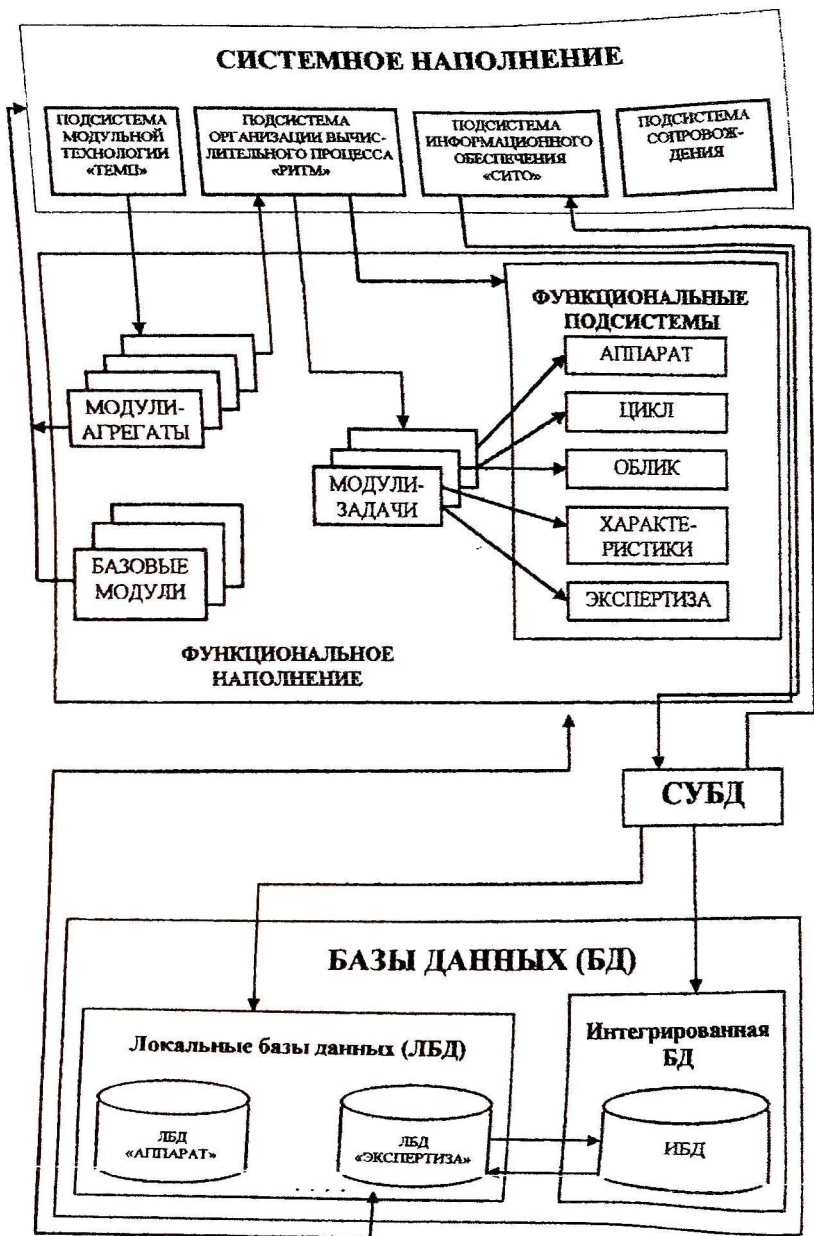


Рис. 1. Функциональная схема САПР МГТД

- выделении специальных модулей-интерфейсов, обеспечивающих функционирование системы в конкретной операционной системе ЭВМ и при использовании конкретной СУБД.

В структуре САПР МГТД выделяются три основные составляющие (рис. 1): системное наполнение; функциональное наполнение; базы данных. Системное наполнение САПР МГТД играет роль специализированной, дополняющей возможности штатной, операционной системы, ориентированной на пользователя-двигателя и состоит из следующих подсистем:

1. подсистема модульной технологии, с помощью которой осуществляется компоновка из базовых модулей функционального наполнения более сложных модулей-агрегатов и затем функционального программного обеспечения подсистем САПР МГТД для решения конкретных задач пользователя;
2. подсистема организации вычислительного процесса, предназначенная для собственно вычислений внутри подсистем и в комплексе подсистем, для реализации диалогового взаимодействия пользователя с системой, обработки программных прерываний, для организации информационного взаимодействия пользователя и программ функционального наполнения с базами данных в процессе решения конкретных проектных задач;
3. информационная подсистема, предназначенная для обеспечения связи локальных и интегрированной баз данных САПР МГТД, ведения каталогов программного и информационного обеспечения, облегчения выполнения операций над данными в системе;
4. подсистема сопровождения, с помощью которой осуществляется тиражирование и сопровождение системы и ее компонент.

Указанное системное наполнение САПР МГТД позволяет пользователю формировать программное обеспечение функционального наполнения под конкретные задачи его предприятия с использованием как имеющихся у пользователя программных модулей (как правило разработанных независимо от САПР МГТД), так и базового функционального наполнения САПР МГТД.

Последнее состоит из следующих подсистем:

1. подсистемы "АППАРАТ", служащей для выработки рационального технического задания (ТЗ) на МГТД, позволяющей производить выбор рациональных параметров и размерности двигателя по

- комплексу технико-экономических критериев эффективности ЛА с учетом его заданного полетного цикла и многоцелевого назначения, а также для согласования характеристик проектируемого МГТД и ЛА;
2. подсистемы “ЦИКЛ”, с помощью которой решаются задачи анализа и синтеза оптимального рабочего процесса МГТД под условия ТЗ на двигатель, сформированные КБ ЛА; определяются проектные дроссельные и высотно-скоростные характеристики на основе обобщенных характеристик узлов;
  3. подсистемы “ОБЛИК”, предназначенной для поиска рационального варианта схемы и конструктивно-геометрических параметров проточной части турбокомпрессора МГТД;
  4. подсистемы “ХАРАКТЕРИСТИКИ”, обеспечивающей расчет необходимого комплекса проектных характеристик МГТД с конструктивно-геометрическими параметрами, определенными в подсистеме “ОБЛИК” и выбор на этой основе рациональных законов и программ его регулирования;
  5. подсистемы “ЭКСПЕРТИЗА”, позволяющей производить оценку соответствия выбранной исходной проектной информации и полученных основных данных проектируемого двигателя достигнутому мировому научно-техническому уровню.

Для сбора и обмена информацией между подсистемами служат базы данных. Интегрированная база данных (ИБД) включает нормативно-справочную документацию, данные по двигателям-прототипам, информацию по базовому варианту проекта, а также по наиболее значимым промежуточным вариантам проектируемого двигателя, каталоги программного и информационного фонда. Информация в ИБД структурирована предметно.

Локальные базы данных предназначены для обслуживания каждой из указанных выше функциональных подсистем. Информация в них структурирована с учетом входов и выходов программных модулей, входящих в соответствующие функциональные подсистемы.

Информационная связь между функциональными подсистемами осуществляется через интегрированную базу данных с помощью подсистемы информационного обеспечения. Связь функциональных подсистем с интегрированной базой данных осуществляется через локальные (программно-ориентированные) базы данных.

Программное обеспечение системного наполнения по аналогии с функциональным имеет модульную структуру и инвариантно к



предметной области САПР.

Подсистема информационного обеспечения предназначена для организации рационального использования информационного фонда САПР МГТД и работы с базами данных. При этом решаются следующие задачи:

- организация связи интегрированной и локальных баз данных.;
- организация связи файлов, обслуживающих модули-задачи функциональной подсистемы, внутри локальной базы данных;
- обеспечение пользователя справочной информацией из баз данных, в том числе данными, полученными в процессе проектирования;
- ведение каталога информационного фонда и программного обеспечения.

Используя в своей работе штатные средства выбранной СУБД, информационное обеспечение значительно упрощает взаимодействие проектировщика с САПР МГТД за счет специальных программных средств и входного языка обработки данных.

Подсистема сопровождения предназначена для поддержания САПР МГТД в работоспособном состоянии в процессе эксплуатации. Данная подсистема программно реализует ряд сервисных функций, обеспечивающих:

- генерацию программного и информационного фонда САПР МГТД;
- выполнение работ по документированию, как результата проектирования, так и методического обеспечения САПР МГТД;
- выполнение контрольных копий программного и информационного фонда САПР МГТД в процессе ее эксплуатации;
- выдачу пользователю справочной информации по работе с системой;
- регистрацию пользователей в системе и ведение системного журнала.

В основу подсистемы положено максимально-возможное использование штатных средств операционной системы и имеющихся стандартных пакетов прикладных программ общего назначения.

Техническое обеспечение базового варианта САПР МГТД выбирается, исходя из класса решаемых задач. Решение оптимизационных задач, требующих высокого быстродействия и точности расчетов, работа с базами данных, определяющая объем внешней и оперативной памяти, обеспечение эффективного диалога с пользователем, определяет выбор ЭВМ.