

## **ФОРМИРОВАНИЕ ПАКЕТА ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ САМОЛЕТА**

**Проскурин В.Д., Тимаков Е.В.**

**Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

Процесс создания новых летательных аппаратов включает в себя этапы, соответствующие общему алгоритму проектирования: формирование технического задания – структурный синтез – параметрический синтез – анализ результатов проектирования – корректировка параметров или изменение структуры с повторным анализом (параметрическая или структурная оптимизация). Значительная часть проектных задач решается с использованием итерационных методов, которые заключаются в многократном повторении процедур синтеза и анализа с последовательным приближением к оптимальному проектному решению. В то же время условия рыночной экономики требуют существенного сокращения сроков проектирования и создания конкурентоспособной авиационной техники с оптимальными тактико-техническими и технико-экономическими характеристиками. Это существенно повышает объем и интенсивность проектно-конструкторских работ и вызывает необходимость дальнейшего развития методов и средств автоматизации проектирования [1, 2. 3. 4].

При создании летательных аппаратов применяется комплекс средств автоматизации конструкторской и технологической подготовки производства, включающий универсальные системы автоматизированного проектирования (САПР) и специализированные пакеты прикладных программ. Интегрированные САПР типа CAD/CAPP/CAE/PDM охватывают задачи конструкторско-технологической подготовки производства на стадиях технического и рабочего проектирования: разработка конструкций на основе создания электронных моделей изделия, выполнение прочностных, динамических, тепловых расчетов, разработка технологических процессов с использованием типовых решений и информационных ресурсов, управление процессом проектирования. Однако основные проектные решения, определяющие летные и технико-экономические характеристики машины, закладываются на начальных этапах разработки, на стадиях предварительного и эскизного проектирования, для которых необходимы специализированные средства автоматизации проектирования в виде пакетов прикладных программ. С этой связи актуальной проблемой является разработка новых и совершенствование существующих специализированных САПР и прикладных программ, применяемых для проектирования авиационной техники.

Разработка прикладных программ для автоматизированного проектирования летательных аппаратов базируется на методиках, использующих статистическую информацию о прототипах, включающих графоаналитические зависимости между параметрами, требующих эвристического подхода к выбору оптимального проектного решения. Это затрудняет формализацию решаемых задач и автоматическое получение

точного математического решения. Прикладное программное обеспечение должно поддерживать диалоговый режим работы с возможностью корректировки входных параметров и уточнения математических моделей проектируемых объектов. Для сокращения количества вводимых переменных и варьируемых параметров целесообразно специализировать прикладные программы не только по классам решаемых задач, но и по типам проектируемых машин, так как соотношения, характерные для одних летательных аппаратов могут быть неприемлемы для других. Например, при проектировании реактивных самолетов рассчитывают тягу двигателей, а для турбовинтовых самолетов – эффективную мощность. Вместе с тем номенклатура основных прикладных программ, применяемых на начальных этапах проектирования, в принципе не связана с типом проектируемого самолета, что позволяет применять общие подходы к формированию пакетов программ.

По классу решаемых проектных задач прикладные программы можно разделить на несколько групп.

Прикладные программы структурного синтеза предназначены для автоматизации выбора и разработки аэродинамической схемы самолета, схемы расположения двигателей, шасси, оперения. Алгоритм структурного синтеза реализует перебор хранящихся в базе данных или генерируемых вариантов, расчет основных параметров самолета и ожидаемых летно-технических характеристик по упрощенной модели, вычисление целевой функции для оценки каждого варианта и выбора наиболее оптимальной структуры. В качестве целевой функции выбирается взвешенный аддитивный критерий, отражающий совокупность наиболее значащих летных, тактико-технических и технико-экономических характеристик самолета.

Программы для решения задач структурного синтеза необходимы и при проектировании отдельных агрегатов и систем самолета, например, при определении типа и состава системы управления, при разработке конструкции и системы механизации крыла, при формировании компоновки пассажирской кабины.

Пакет прикладных программ для параметрического синтеза целесообразно формировать по блочному принципу. При этом в состав одного блока могут входить программы, относящиеся к некоторому аспекту проектирования и предназначенные для расчета параметров определенного вида. К основным аспектам параметрического синтеза при проектировании самолетов относятся:

- геометрическое проектирование;
- весовое проектирование;
- аэродинамическое проектирование;
- проектирование силовой установки;
- прочностное проектирование;
- расчет центровки.

Программы, входящие в блок геометрического проектирования предназначены для автоматизированного решения следующих задач:

- расчет размеров крыла в зависимости от выбранной формы (прямое, трапециевидное, стреловидное, треугольное);
- вычисление длины и положения средней аэродинамической хорды;
- расчет размеров горизонтального и вертикального оперения, рулей, элеронов, закрылков;
- определение размеров фюзеляжа в зависимости от назначения самолета и характера транспортируемых грузов;
- определение координат расположения двигателей.

Программы, относящиеся к блоку весового проектирования, разрабатываются на основе существующих методик расчета массы конструкции планера, массы устанавливаемого в самолете оборудования, массы силовой установки, шасси, топлива, взлетной и полетной массы самолета. При разработке программ следует предусмотреть возможность корректировки весовых коэффициентов и прочих варьируемых входных величин, определяемых на основе статистической информации, в соответствии с современным состоянием и перспективными направлениями в повышении весовой эффективности авиатехники.

Результаты геометрического и весового проектирования являются исходными данными для последующих расчетов и должны передаваться в соответствующие блоки программ. Геометрические параметры летательного аппарата вводятся в блок программ аэродинамического расчета, в результате работы которых вычисляются основные аэродинамические характеристики:

- коэффициенты аэродинамического индуктивного и волнового сопротивления;
- критическое число Маха;
- коэффициенты подъемной силы крыла, стабилизатора в зависимости от угла атаки;
- аэродинамическое качество самолета с различной конфигурацией механизации крыла;
- зависимость силы аэродинамического сопротивления от скорости и высоты полета.

Результаты аэродинамического проектирования в свою очередь используются в блоке программ для расчета характеристик силовой установки. В блок входят программы для различных типов применяемых двигателей: турбовинтовых, турбореактивных одно- и двухконтурных, турбовентиляторных. Методики расчета характеристик различных типов двигателей отличаются алгоритмом и вычисляемыми параметрами. Например, для турбовинтовых двигателей рассчитывается мощность двигателей, а для реактивных – сила тяги, имеются отличия в расчете высотно-скоростных характеристик, удельного расхода топлива. По результатам расчета программа должна предложить подходящую модель двигателя из базы данных.

Блок программ проектирования компоновки предназначен для решения уравнения компоновки и вычисления положения центра масс самолета относительно средней аэродинамической хорды крыла, координат фокуса самолета для различных вариантов загрузки, заправки топливом и

расположения частей, агрегатов и систем. Пересчет нескольких вариантов позволяет найти оптимальное компоновочное решение.

Блок прикладных программ, реализующих процедуры анализа проектных решений, включает программы для расчета динамики полета, летно-технических характеристик, эксплуатационных и технико-экономических показателей, необходимых для проверки соответствия проектных выходных параметров техническому заданию. На основе полученных в результате параметрического синтеза данных вычисляются:

- параметры взлета и набора высоты до 400 м, длина разбега, скорость отрыва, взлетная дистанция, потребная длина взлетно-посадочной полосы;
- время и дистанция набора высоты крейсерского полета, крейсерская скорость;
- скорости и дистанции снижения, планирования и посадки;
- показатели статической и динамической устойчивости и управляемости.

Для оценки конкурентоспособности проектируемого самолета необходима разработка блока программ для расчета технико-экономических показателей и затрат на стадии проектирования, производственных и эксплуатационных затрат.

Задачи параметрического синтеза и процедуры анализа достаточно хорошо формализуются на основе существующих расчетных методик, однако, во многих случаях требуется адаптация этих методик к алгоритмам автоматизированного проектирования. С учетом вычислительного характера большинства алгоритмов параметрического синтеза и анализа для разработки прикладных программ целесообразно применять математические системы и пакеты, например, Matlab [5].

Результаты проведенного анализа позволяют определить проблемы и задачи разработки прикладного программного обеспечения для автоматизированного проектирования самолетов, выбрать среду программирования, соответствующую типу решаемых задач и разработать методы их компьютерной реализации.

#### Список литературы

1. Егер, С. М. Основы автоматизированного проектирования самолетов : учеб. пособие для студентов авиационных специальностей вузов / С. М. Егер, Н. К. Лисейцев, О. С. Самойлович. – М. : Машиностроение, 1986. – 232 с.
2. Тарасов, Е. В. Методы проектирования летательных аппаратов / Е. В. Тарасов, В. М. Балык. – М. : Вузовская книга, 2011. 322 с. ISBN 978-5-9502-0538-5
3. Камалетдинов, Н. Н. Алгоритмизация расчета проектных параметров самолета : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Н. Н. Камалетдинов. – Казань, 2011. – 18 с.
4. Пухов, А. А. Автоматизация проектирования дозвуковых грузопассажирских самолетов : дис. ... докт. техн. наук / А. А. Пухов. – М., 2005. – 248 с.
5. Stengel, Robert F. Flight dynamics / Robert F. Stengel. NJ, Princeton : Princeton University Press, 2004. - 845 p. ISBN: 0-691-11407-2