

АДАПТАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И
СИСТЕМНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИБОРОВ И АГРЕГАТОВ
К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В НОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

В. Н. Борисенко
А. С. Богомолов
М. И. Трегубов
М. Л. Угрюмов
Ю. К. Чернышев

Системное моделирование сложных технических систем, к которым, в частности, относятся агрегаты и большинство приборов летательных аппаратов, - является единственно возможным средством для разработки современных конструкций и проектов. Без предварительного создания общей структуры математической модели сложной технической системы со включением блоков различной степени проработанности в настоящее время невозможно осуществить полноценное проектирование.

Новые экономические условия, требующие сокращения промежутка времени между моментом начала разработки новой конструкции и моментом начала получения дохода от ее продажи, воздействуют на процесс системного моделирования двояко. С одной стороны, как было сказано выше, только системный подход позволяет сократить указанный отрезок времени. С другой, - по мере разработки отдельных крупных блоков полной системной математической модели сложной технической системы эти блоки сами по себе могут являться предметом предложения на рынке и в случае заинтересованности - источником финансирования для продолжения работ по созданию полной системы. Этот факт необходимо учитывать, поскольку возможности государства в настоящий момент очень ограничены.

В связи с этим общий подход к разработке структуры и математического обеспечения системных математических моделей нуждается в корректировке. Она заключается в требовании повышения уровня законченности отдельных разрабатываемых подсистем

и тем самым придания большей гибкости всему комплексу алгоритмов и пакетов программ.

Помехоустойчивость и скорость передачи цифровой информации в значительной степени зависят от параметров используемого канала связи. [1 - 3]. К их числу, в первую очередь, относятся характеристики неравномерности остаточного затухания и группового времени прохождения каналов тональной частоты (ТЧ). Процесс оптимизации указанных характеристик является составной частью разрабатываемой системной математической модели. В рамках развиваемого системного подхода он реализован в виде отдельного блока, использующего в качестве входной информации базу данных характеристик корректоров на основе схем полосовых фильтров и фильтров нижних частот. Изучение потребностей промышленности показало, что представляют интерес как комплекс программ по оптимизации, инвариантный к физическому содержанию целевой функции, так и реальная информация об имеющихся схемах, которая может быть получена путем использования соответствующей базы данных. В связи с этим указанные части блока оптимизации оформлены в виде, позволяющем использовать их как совместно, так и независимо. Это потребовало значительной перестройки интерфейса соответствующего комплекса программ, но привело к повышению возможности применения разработок.

Для передачи СВЧ - сигналов в радиотехнических устройствах и антенной технике используются волноведущие и резонансные системы П и Н - образной формы. Рассматривается определение собственных частот и добротностей резонансных систем сложной формы, имеющих слоистые импедансные стенки с отверстиями в них [4]. В общем случае задача сводится к решению уравнения Максвелла с соответствующими граничными условиями третьего рода на стенках резонаторов. Данная задача при непосредственном решении приводит к существенным трудностям математического характера. Эффективными методами решения краевых задач для областей сложной формы являются вариационные методы, сочетаемые со структурным методом R-функций. С их помощью представляющие интерес характеристики краевых задач получаются с закономерно возрастающей и в ряде случаев хорошо оцениваемой точностью. Данные методы позволяют не упрощать и идеали-

зировать конкретные прикладные задачи еще в постановочной части, а решать их численно в необходимо полной и адекватной модели.

Создано программное обеспечение для определения собственных частоты и добротности резонаторов в зависимости от геометрических размеров, радиуса отверстий и их координат, а также покрытия стенок резонансных систем. Соответствующий пакет прикладных программ позволяет пользователю вводить непосредственно в диалоговом режиме координаты расположения отверстий, параметры слоистых стенок резонаторов, изменять геометрию системы, наблюдать эти изменения на экране дисплея, а также менять количество координатных функций, по которым производится разложение в ряд; это позволяет анализировать динамику изменения электродинамических характеристик и точность. Тем самым разрабатываемое математическое обеспечение оказывается применимым для широкого круга прикладных задач.

Сложной задачей, имеющей как чисто теоретический, так и прикладной характер и использующей при своем решении сходные с вышерассмотренными идеи, - является проблема конструирования оптимального профиля аэрогидродинамической системы по заданным ее характеристикам (обратная краевая задача аэрогидродинамики). Развиваемый подход состоит в конструировании такого оператора, действующего на функцию из заданного множества, что каждой такой функции соответствует лишенный точек самопересечения профиль в диффузорной решетке, ограниченный замкнутым кусочно-гладким контуром и обладающий заданными априори свойствами. Предлагается способ задания фиксированного многопараметрического семейства распределения давления вдоль контура профиля для поиска квазирешения вариационной смешанной краевой задачи аэрогидродинамики (СКЗА) построения диффузорных решеток профилей при установившемся безотрывном обтекании в гоке идеального политропного газа с учетом вязкости в приближении пограничного слоя. Это приводит к алгоритму получения гидродинамически целесообразного распределения давлений, удовлетворяющего условию совместности исходных данных и условию разрешимости СКЗА. Особую значимость в современных экономических условиях представляет то, что указанные методы реализованы в достаточно

гибком виде; это позволило рассмотреть задачу профилирования как для осевых, так и для центробежных компрессоров, получающих в последние годы все большее распространение в автомобилестроении (системы турбонаддува), при разработке компрессоров холодильных установок, а также в конструировании нестандартных источников энергии типа ветроустановок.

При создании математических моделей сложных технических систем необходимо на каждом этапе использовать тот или иной метод геометрического моделирования линий, поверхностей и полей размерностей три и более. Основным методом в настоящее время при решении этого круга задач является метод сплайн-функций. В данной работе используется класс кусочно-параболических и дробно-рациональных функций [5]. Отличие результатов, получаемых при использовании сплайн-функций указанного вида, от результатов применения широко распространенных стандартных кубических дефлекта один заключается в том, что устраняются трудности при моделировании профилей, графиков характеристик и иных кривых и поверхностей с заданными условиями выпуклости. Это позволило решить задачу создания обобщенного образа поля характеристик компрессора ГТД на базе множества экспериментальных зависимостей. Решение задачи создания обобщенного образа оказалось применимым в гораздо более широком круге задач обработки данных; это позволило создать достаточно универсальный пакет программ с развитым меню [6].

Для пространственного описания поверхностей и полей создан метод, получивший название метода "порций" [7]. Порционное задание поверхностей оказалось исключительно гибким средством для машинного представления полей температур и поверхностей деталей сложной формы, к которым относятся, например, лопатки осевых и центробежных компрессоров и замки. Для расширения возможностей использования метода порций при решении задач, отличных от задач аэрогидродинамики, предложено обеспечить доступ к как можно большему объему памяти ЭВМ; создание гибкого в применении пакета программ вынудило разработать и применить ассемблерные блоки. В результате создан пакет программ порционного описания поверхностей, позволяющий визуализировать и синтезировать поверхности, встречающиеся не только в аэрогидродинамике, но и в

других областях техники.

Рассмотренный подход обеспечения гибкости в применении отдельных блоков системы позволил расширить круг традиционных потребителей научно-технических разработок по проектированию агрегатов и приборов летательных аппаратов; в частности, отдельные блоки общей системы используются не только на ЗМКБ "Прогресс" (г. Запорожье), НПО "Турбоатом" (г. Харьков), СПБ "Машпроект" (г. Николаев), но и на ряде других предприятий, не связанных напрямую с авиадвигателестроением.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.

1. Борисенко Б. Н., Трегубов М. И., Борисенко А. Б. и др. Построение многоуровневой иерархической системы оптимального проектирования с помощью системных математических моделей. / ХАИ : деп. в УкрИНТЭИ, инв. N 0293И000262, 1992 - 42 с.
2. Шварцман В. С., Емельянов Г. А. Теория передачи дискретной информации. / М.: Связь, 1979 - 424 с.
3. Чернега В. С., Василенко В. А., Бондарев В. Н. Расчет и проектирование технических средств обмена и передачи информации. / М.: Высшая школа, 1990 - 224 с.
4. Богомоллов А. С., Кравченко В. Ф. Электродинамические характеристики резонаторов сложной формы с импедансными стенками. / М.: Изд. стандартов, 1992, Измерительная техника N 2 - 45 с.
5. Чернышев Ю. К. Выпуклое дробно-рациональное сплайн-интерполирование // Математические модели, методы и системы обработки информации и принятия решений. Харьков, ХАИ, 1988 - с. 12 - 15.
6. Чернышев Ю. К., Мирошниченко Г. А., Трегубов М. И. Специальное математическое и программное обеспечение построения статистико-математических и геометрических моделей агрегатов и деталей тепловых машин / ХАИ: деп. в УкрИНТЭИ, инв. N 0293И000261, 1992 - 52 с.
7. Чернышев Ю. К., Трегубов М. И. Синтез трехмерных регулярных сеток / Тез. / Новые технологии в машиностроении / Вторая международная конф. / Харьков, Рыбачье, 1993.