

МЕТОДОЛОГИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ ДВИГАТЕЛЕЙ

Кривошеев И.А.

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа

Двигатели, в том числе авиационные, как техническая система, достигли такой стадии развития, когда резервы совершенствования смещаются в область методов их проектирования, изготовления и доводки. По результатам ряда выполненных работ предлагается методология автоматизации системной разработки двигателей и энергоустановок на их основе. Она опирается на произведенный структурный анализ (по методике SADT, в среде IDEF) процесса создания двигателей (см. пример на рис.1).

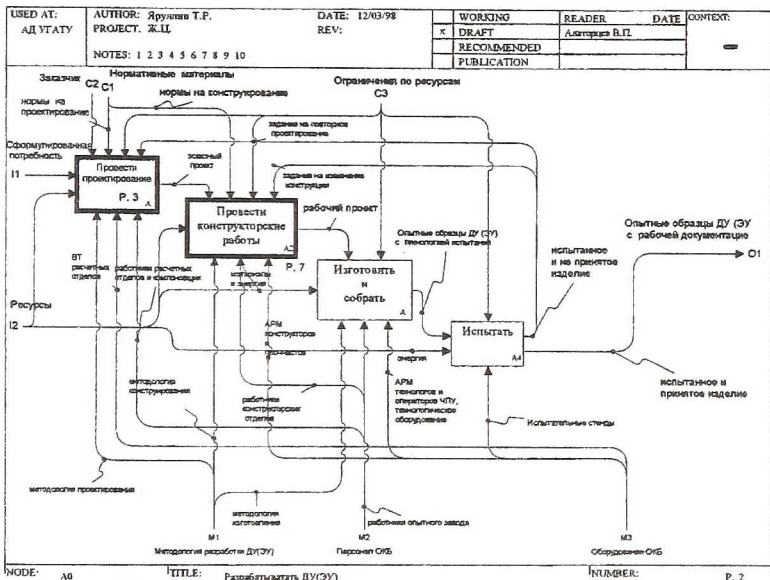


Рис.1. Структура процесса создания двигателя

В результате выделены и сгруппированы по уровням функциональные (ФЭ), конструкторские (КЭ) и технологические (ТЭ) элементы, используемые при моделировании двигателя на разных этапах жизненного цикла (в соответствии с CALS-технологией).

На основе построения функциональных и информационных IDEF - моделей проанализированы проектные задачи, в них выделена общая часть и построена структура взаимно вложенных обобщенных проектных процедур (рис.2). Для этих задач предложены унифицированные

алгоритмы, которые реализуются универсальными управляющими программами – Планировщиком, Решателем и СППР (системой поддержки принятия решений – по структурным признакам двигателя и его элементов).

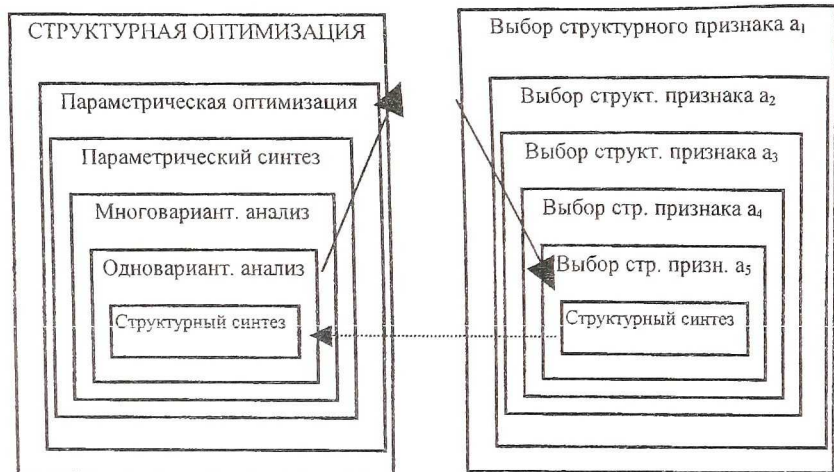


Рис.2. Структура проектных процедур

Предложена IDEF-модель процесса, отличающегося от традиционного (рис.3). Выделена логическая последовательность (взаимная вложенность) принимаемых проектных решений, сформирован универсальный алгоритм СППР (рис.8) и универсальная структура используемых для этого баз статистической информации (в том числе экспертно задаваемые «экстремальные точки», физические диапазоны – для нормализации по А.Н. Тихонову и распределения вероятности выигрыша для альтернатив при разных частных критериях надсистем, используемые для определения коэффициентов уверенности). Для выполнения обобщенных проектных процедур (вложенных друг в друга задач параметрического и структурного синтеза, анализа и оптимизации) сформированы управляющие программы - Решатель и Планировщик.

В соответствии с объектным подходом сформирована универсальная сетевая структура объектов (рис.4,5), моделирующих элементы двигателя, учитывающих и в значительной мере реализующих внутри себя функции Решателя, анализатора постановки задачи, организации информационного обмена. Благодаря этому значительно упрощены алгоритмы внешних управляющих программ (Решателя, Планировщика и СППР). Для формирования объектов используются классификаторы, отражающие специфику ФЭ, КЭ и ТЭ.

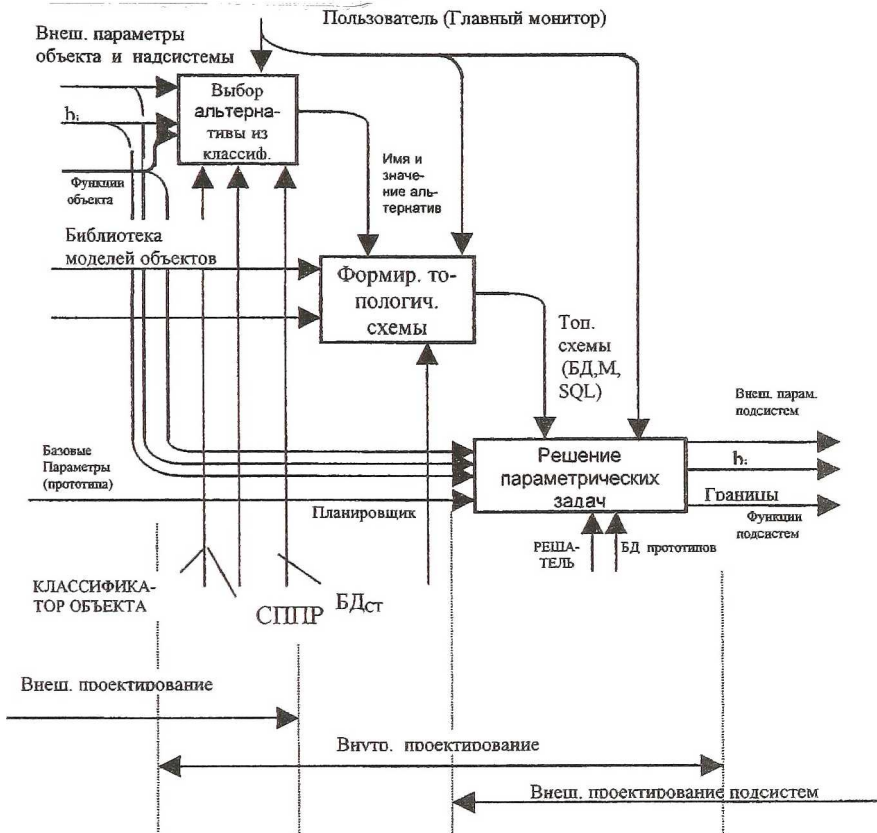


Рис.3. Предложенная IDEF-модель процесса

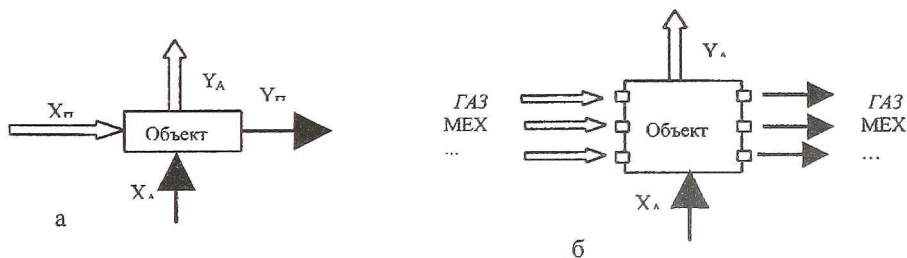


Рис. 4. Сетевая структура объектов

В процессе проектирования многоуровневая многоаспектная информационная модель двигателя (рис.6) динамически формируется по мере принятия решений из объектов, которые выделяются из классификаторов и библиотек. Она имеет сетевую структуру и формируется в

виде дерева проекта средствами PDM- системы, дополненной возможностями современных инструментальных компьютерных сред (Framework), одна из которых (САМСТО) разработана в УГАТУ (рис.7).

Используемые структурные элементы (СЭ) получаютсЯ декомпозицией по аспектам, вертикальной и горизонтальной морфологии двигателя, учету факторов (в предложенной последовательности).

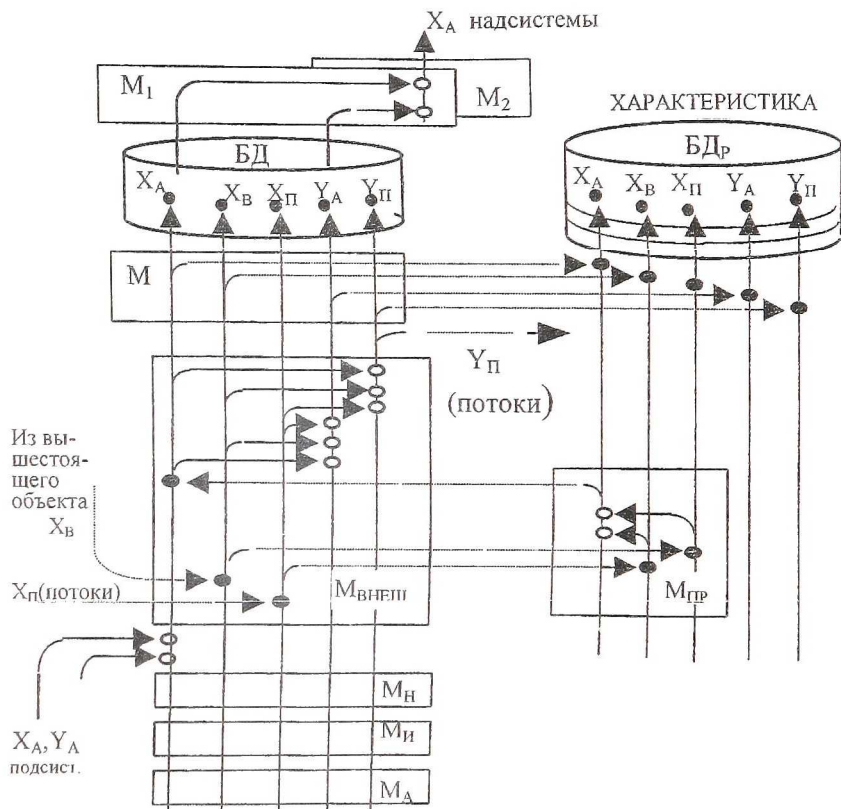


Рис.5. Структура объекта

Границы декомпозиции увязаны с регламентированными (ГОСТом) стадиями разработки двигателя.

Процесс проектирования (функционального, конструкторского и технологического) сводится к динамическому построению дерева проекта (PDM с доработками для функционального проектирования).

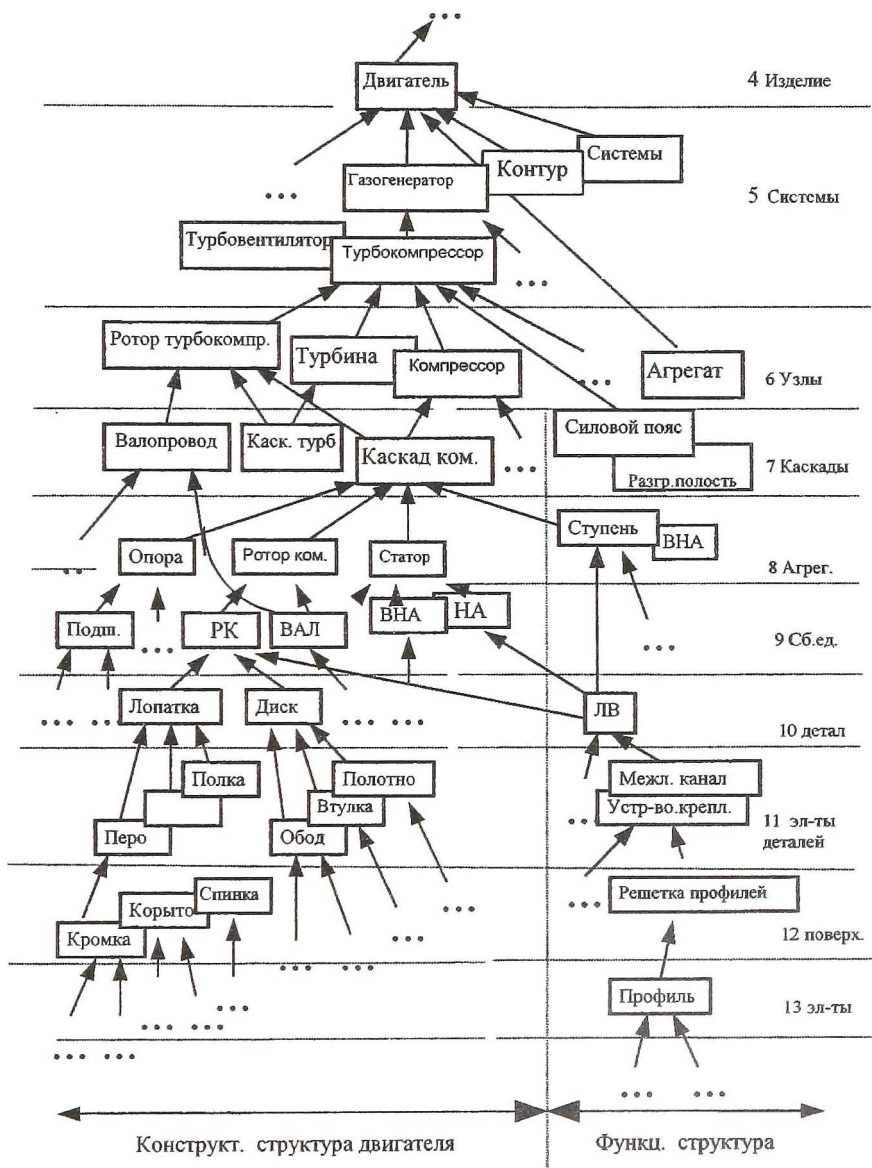


Рис. 6. Информационная модель двигателя

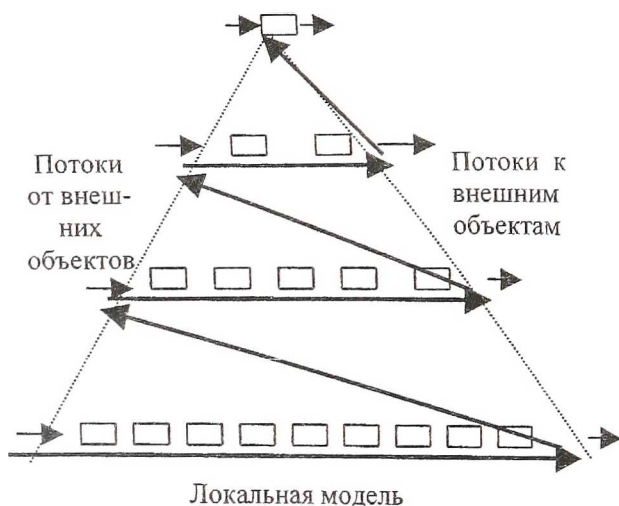


Рис.7. Последовательность активизации объектов на каждом шаге итераций при работе с локальной многоаспектной многоуровневой моделью, выделенной из дерева проекта (PDM)

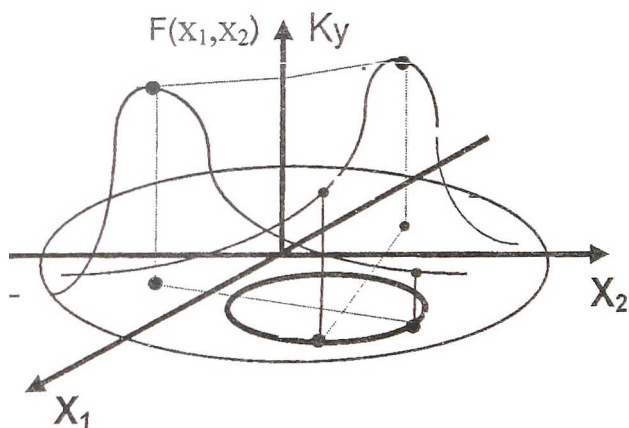


Рис.8. Определение с использованием СППР частных коэффициентов уверенности K_{y_1} и K_{y_2} для конкретной альтернативы

При этом поэтапно принимаются структурные решения с помощью СППР (рис.8), получают промежуточные проектные решения, уточняются с их помощью базовые значения (которые в начале берутся по прототипу), имеется возможность возвратов.

При необходимости из вышестоящих в нижестоящие объекты передаются границы поиска решения и весовые коэффициенты оптимизации. Структура описаний (БД) двигателя, его СЭ и структура и алгоритмы объектов определяются принимаемыми проектными решениями и потребностями Решателя. Для этого в наборах данных объектов (БД) выделены столбцы - текущих значений параметров, границ, признаков оптимизации, базовых значений (прототипа, предыдущих приближений,..). Кроме оптимизации и согласования (идентификации) Решатель обеспечивает передачу границ поиска решений (области компромиссов) и признаков оптимизации в нижележащие страты. Окончательный выбор параметров производится с использованием построенного дерева проекта в рамках задачи условной оптимизации.

Реализация произведена в среде параллельного проектирования - системе CPDM (Cimatron). На уровне параметрических моделей функционального моделирования применена разработанная в УГАТУ среда (Framework) САМСТО и приложения (DVIG, КОМ, TUR) на ее основе. На этапе конструкторско-технологического проектирования использована CAD/CAM Cimatron. При этом предложена «виртуальная технология» конструирования двигателя «сверху вниз», параллельно с его проектированием (в среде систем функционального моделирования и CAE-систем) на основе уточняемых и взаимно замещаемых в логической последовательности учета основных требований параметризованных 3d-элементов конструкции (ЭК).

Методология апробирована на примерах проектирования авиационного двигателя, его узлов (компрессор, турбина) и деталей, в том числе из композиционных материалов.

Список литературы

1. Теория и методы начальных этапов проектирования авиационных ГТД: Учеб. пособие / Под ред. В.Г. Маслова. - СГАУ (Самар. гос. аэрокосм. ун-т.) Самара, 1996. 147 с.
2. Румянцев С.В., Сгилевский В.А. Системное проектирование авиационного двигателя. - М.: Изд-во МАИ, 1991. - 80 с.