

ФОРМИРОВАНИЕ И ВЫБОР РЕШЕНИЙ ЗАДАЧИ СИСТЕМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНО РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

к.т.н. В.В. Бескорвайный
(представил д.т.н., проф. Г.Ф. Кривуля)

Анализируются особенности проблемы структурного синтеза территориально распределенных систем. Определены требования, которым должны удовлетворять подходы к ее решению. На основе ранее определенной последовательности решения задач проблемы предложена структура итерационной схемы логического проектирования подобных систем.

В процессе проектирования систем обработки информации, при их реорганизации или планировании развития, неизбежно возникают задачи синтеза структуры. При этом синтезируются организационная, топологическая, функциональная, другие виды структур. Важность подобных задач возрастает для территориально распределенных систем (транспорта, управления, обработки информации, других). Учет топологии служит еще одним фактором, влияющим на стоимостные и функциональные характеристики систем [1 – 4].

Основными задачами, связанными с решением вопросов системного проектирования ТРСОИ, являются [5]: $Task_1^2 = \{Task_i^2\} (i = \overline{1, 6})$, где $Task_1^2$ – выбор принципов построения системы; $Task_2^2$ – выбор структуры системы; $Task_3^2$ – определение топологии элементов и связей; $Task_4^2$ – выбор технологии функционирования; $Task_5^2$ – определение параметров элементов и связей; $Task_6^2$ – оценка эффективности вариантов и выбор решений.

В процессе разработки метода формирования решений для базовой задачи системного проектирования территориально распределенной системы обработки информации (ТРСОИ) необходимо провести анализ ее разрешимости на трех уровнях: по входам, по ресурсам, по процессу [6 – 7]. Из разрешимости задачи на каждом из уровней будет следовать ее разрешимость в целом. При этом следует учитывать характерные особенности задачи системного проектирования ТРСОИ [3]: тесная взаимосвязь задач структурного, топологического, параметрического, технологического синтеза, требующая их совместного решения; комбинаторный характер большинства входящих в ее состав задач (подзадач); необходимость ре-

шения задач большой размерности; наличие в постановках задач трудно формализуемых факторов; высокая динамичность или неопределенность исходных данных; широкий диапазон условий решения задач.

Анализ приведенных выше особенностей задач позволяет сформулировать требования, которым должны удовлетворять эффективные методы и процедуры их решения.

1. Тесная взаимосвязь задач и неполная информационная определенность задач выбора принципов построения ТРСОИ, структурного, топологического, параметрического и технологического синтеза, а также анализа и выбора проектных решений $Task_i^2$ по наборам исходных данных $InDat_i^2$ и ограничений $Res_i^2 (i = \overline{1, 6})$ обуславливает итерационный характер методов и процедур их решения. Таким образом, обеспечивается разрешимость задач $Task_i^2 (i = \overline{1, 6})$ по входам.

2. Высокая сложность методов решения (решающих процедур) $MetDec_i^2$, обусловленная комбинаторным характером большинства задач $Task_i^2$, и широкий диапазон условий их решения требуют при их решении использования множества методов $\{MetDec_{i_k}^2\} (i = \overline{1, 6})$, имеющих различную сложность и точность решения. Это обеспечит разрешимость задач системного проектирования по ресурсам.

3. Для более полного использования опыта проектировщиков и учета трудно формализуемых факторов процесс решения целесообразно строить на основе интерактивных (человеко-машинных) процедур. Процесс поиска проектного решения при этом будет состоять из взаимодополняющих процедур автоматического и интеллектуального синтеза с участием оператора.

4. На всех этапах проектирования целесообразно использовать приемы, снижающие трудоемкость решения задач системного проектирования $Task_i^2 (i = \overline{1, 6})$. С этой целью могут быть использованы различного рода эвристики, учитывающие специфику задач, решения, полученные с помощью "быстрых" процедур, формальные или экспертные оценки.

С учетом выделенных особенностей задач и перечисленных требований к процедурам их решения, определенной последовательности решения задач, а также аксиом системного проектирования [6] метод формирования решения задачи системного проектирования предлагается строить на основе итерационной логической схемы [7].

Вследствие неразрешенности задач по данным в линейной последовательности $Task_i^2 (i = \overline{2, 5})$ формирование входных данных $InDat_i^2$ и ограничений Res_i^2 для них на начальной итерации будет осуществляться на основе прогнозных (в частности, экспертных) данных. На других ите-

рациях в качестве входных данных $InDat_i^2$ и ограничений Res_i^2 будут использоваться результаты решения следующих задач $DesDec_j^2$ ($j > i, \overline{i=1,5}$) последовательной схемы.

Суть предлагаемого метода системного проектирования ТРСОИ на основе итерационно-последовательной схемы логического проектирования может быть представлена следующим образом.

1. Начало решения. Ввод исходных данных $InDat_2^1$ и ограничений Res_2^1 задачи $Task_2^1$.

2. Формирование стратегии поиска решения.

3. Выбор варианта структуры системы ($Task_2^2$).

4. Определение топологии элементов и связей ($Task_3^2$).

5. Выбор технологии функционирования ($Task_4^2$).

6. Определение параметров элементов и связей ($Task_5^2$).

7. Проверка системы ограничений задачи $Task_2^1$. Если оценки свойств полученного варианта построения системы $K(s)$ не удовлетворяют ограничениям задачи Res_2^1 , перейти к п. 3.

8. Оценка эффективности и выбор лучшего из сформированных вариантов.

9. Если стратегия поиска решения не исчерпана, переход к п. 3.

10. Формирование решений оператором, оценка их эффективности и выбор лучшего варианта.

11. Окончание решения. Определены лучший вариант построения ТРСОИ s^0 и его оценка $K(s^0)$ по множеству частных критериев K .

Исходные данные $InDat_2^1$ и ограничения Res_2^1 включают: $ObjS$ – множество характеристик подлежащих обслуживанию объектов; K – множество частных критериев, используемых для оценки эффективности системы; Q^* , C^* – предельные уровни показателей эффекта и стоимости системы; $S' = \{s\}$ – подмножество вариантов, определяющих область существования системы; Π – возможные принципы построения системы.

Стратегия поиска решения, формируемая в п. 1, определяет условия итерационной реализации пунктов 3 – 8, а также выбор проектных процедур $ProcDec_i^2$ для получения решений по задачам $Task_i^2$ ($i = \overline{1,6}$). Выбор стратегии осуществляется на основе решения задачи, формирующей область допустимых вариантов построения ТРСОИ $S^* = \{s\}$, исходя из выбранных принципов построения системы $\pi \in \Pi$. Конкретные положения стратегии во мно-

гом определяются требуемой точностью решений $DesDec_i^2$ ($i = \overline{1, 6}$) и имеющимися вычислительными ресурсами. Пункты 3 – 6 предполагают реализацию проектных процедур $ProcDec_i^2$, ($i = \overline{2, 5}$) для решения задач выбора структуры системы, определения топологии элементов и связей, выбора технологии функционирования, определения параметров элементов и связей в условиях исходных данных $InDat_i^2$ и ограничений Res_i^2 . Каждая из процедур $ProcDec_i^2$ базируется на одной из моделей задачи $ModTask_i^2 = \{ModTask_{ik}^2\}$ и использует один из методов ее решения $MetDec_i^2 = \{MetDec_{il}^2\}$.

Проверка ограничений Res_i^2 производится в процессе решения каждой из задач $Task_i^2$ ($i = \overline{1, 5}$). Пункт 5 предполагает проверку ограничений общей задачи $Task_1^1$. Оценка эффективности и выбор лучшего варианта построения ТРСОИ (пункт 8) осуществляется с использованием формальных или экспертных процедур многофакторного оценивания и выбора из множества $\{ProcDec_{\delta p}^2\}$ [8]. Пункт 9 предполагает проверку условий завершения итерационного цикла решения задач комплекса $Task_i^2$ ($i = \overline{2, 5}$), в частности, количества циклов процедуры "мультистарт" для поиска глобального экстремума целевой функции. В пункте 10 предполагается формирование решений $s \in S^*$ оператором системы проектирования и автоматизированная оценка их свойств по множеству критериев $K(s)$, сравнение их с лучшим из полученных ранее и выбор лучшего среди них s^0 . В зависимости от имеющихся в наличии средств автоматизации проектирования и выбранной стратегии формирования проектных решений возможны различные формы участия оператора в формировании решений в пунктах 2 – 10: оператор-программист, оператор-исследователь, оператор-координатор [6].

Разрешимость по процессу задачи системного проектирования ТРСОИ в целом $Task_1^1$ вытекает из разрешимости составляющих ее задач $Task_i^2$, $i = \overline{1, 6}$ и сходимости всей итерационной процедуры их решения. При этом проектные решения $DesDec_i^2$ задач $Task_i^2$, $i = \overline{1, 6}$ на последующих итерациях предложенной схемы станут более точными, так как будут формироваться исходя из решений, полученных на предыдущих итерациях. Как следствие повысится и качество решения $DesDec_1^1$ исходной задачи.

Дальнейшая детализация описанной логической схемы проектирования и предложенного метода формирования проектных решений предполагает выбор или разработку новых математических моделей $ModTask_i^2$

и методов решения $MetDec_i^2$ всех частных задач $Task_i^2$ ($i = \overline{1, 6}$).

Предложенный подход к решению задач системного проектирования территориально распределенных объектов использован при проектировании информационных систем и систем обслуживания [3, 9 – 11]. Практическое применение полученных результатов позволяет сократить сроки решения задач проектирования и планирования развития объектов, сократить затраты на их создание и эксплуатацию, за счет совместного решения задач повысить качество решений и на этой основе улучшать функциональные характеристики создаваемых объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цвиркун А.Д., Акинфиев В.К., Филиппов В.А. Имитационное моделирование в задачах синтеза структуры сложных систем. – М.: Наука, 1985. – 174 с.
2. Зайченко Ю.П., Гонга Ю.В. Структурная оптимизация сетей ЭВМ. – К.: Техника, 1986. – 168 с.
3. Петров Э.Г., Пискалова В.П., Бескоровайный В.В. Территориально распределенные системы обслуживания. – К.: Техника, 1992. – 208 с.
4. Денисов А.А., Колесников Д.Н. Теория больших систем управления. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 288 с.
5. Бескоровайный В.В. Системологический анализ проблемы структурного синтеза территориально распределенных систем // АСУ и приборы автоматики. – 2002. – Вып. 120. – С. 29 – 37.
6. Построение современных систем автоматизированного проектирования / Жук К.Д., Тимченко А.А., Родионов А.А. и др. – К.: Наук. думка, 1983. – 248 с.
7. Тимченко А.А. Основы системного проектирования та аналізу складних об'єктів : У 2-х кн. Кн. 1. Основы САПР та системного проектирования складних об'єктів / За ред. В.І. Бикова. – К.: Либідь, 2000. – 272 с.
8. Овезгельдыев А.О., Петров Э.Г., Петров К.Э. Синтез и идентификация моделей многофакторного оценивания и оптимизации. – К.: Наук. думка, 2002. – 164 с.
9. Бескоровайный В.В., Имангулова З.А., Стадник И.А. Комплекс интерактивного проектирования топологических структур ИВС // Вестник ХГТУ. – 1999. – № 1(5). – С. 33 – 36.
10. Бескоровайный В.В., Имангулова З.А. Алгоритмы оптимизации топологии ИВС на множестве радиально-узловых структур // Радиоэлектроника и информатика. – 2000. – № 2. – С.100 – 104.
11. Бескоровайный В.В., Имангулова З.А. Математическая модель задачи синтеза централизованных информационных сетей // Вестник ХГТУ. – 2000. – Вып. 118. – С. 11 – 14.

Поступила 31.10.2002

БЕСКОРОВАЙНЫЙ Владимир Валентинович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры системотехники Харьковского национального университета радиоэлектроники. Область научных интересов – структурный синтез территориально распределенных систем; математическое моделирование; теория оценивания и выбора решений.