УДК 550.34

Романов М.О.[1], Кошель Т.А.[2], Петров С.В.[3], Линник М.Ф.[4]
[1] Головний центр спеціального контролю НЦУВКЗ ДКА, Україна, смт Городок
[2] Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Україна, Харків
[3] Українська інженерно-педагогічна академія, Харків
[4] Харківський національний технічний університет ХПІ, Україна, Харків

ФОРМУВАННЯ І ВИБІР РІШЕНЬ ЗАДАЧІ СИСТЕМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТЕРИТОРІАЛЬНО РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ ГОЛОВНОГО ЦЕНТРУ СПЕЦІАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ

Аналізуються особливості проблеми структурного синтезу територіально розподілених систем. Визначено вимоги, яким повинні задовольняти підходи до її вирішення. На основі раніше визначеної послідовності вирішення завдань проблеми, запропонована структура ітераційної схеми логічного проектування систем спостереження, передачі та обробки інформації Головного центру спеціального контролю Державного космічного агентства України

***Ключові слова**: великомасштабний об'єкт, система контролю, структура, топологія, оптимізація, логічна схема системного проетування.*

Вступ. У процесі проектування систем обробки інформації, під час їх реорганізації або плануванні розвитку неминуче виникають завдання синтезу структури різноманітних структур Головного центру спеціального контролю (ГЦСК). При цьому синтезуються організаційна, топологічна, функціональна, інші види структур ГЦСК. Важливість подібних задач зростає для територіально розподілених систем (регіональних центрів спецконтролю, управління, центру обробки інформації, інших). Урахування топології служить ще одним чинником, що впливає на вартість і функціональні характеристики систем [1-4].

Постановка задачі. Основними завданнями, пов'язаними з вирішенням питань системного проектування територіально розподілених систем обробки інформації (ТРСОІ), є [5]: $Task_2^1 = \{Task_i^2\}$, $i = \overline{1,6}$, де $Task_1^2$ – вибір принципів побудови системи; $Task_2^2$ – вибір структури системи; $Task_3^2$ – вибір топології елементів та зв'язків; $Task_4^2$ – вибір технології функціонування; $Task_5^2$ – визначення параметрів елементів і зв'язків; $Task_6^2$ – оцінка ефективності варіантів та вибору рішень.

Основний матеріал. В процесі розробки методу формування рішень для базової задачі системного проектування ТРСОІ необхідно провести аналіз її вирішення на трьох рівнях: за входами, по ресурсах, по процесу [6-7]. Від вирішення задачі на кожному з рівнів буде слідувати можливість вирішення поставленого завдання в цілому. При цьому слід враховувати характерні особливості завдання системного проектування ТРСОІ [3]:

тісний взаємозв'язок задач структурного, топологічного, параметричного, технологічного синтезу, що вимагає спільного рішення;

комбінаторний характер більшості задач (підзадач), які входять до її складу;

необхідність рішення задач великої розмірності; наявність у постановках задач складно формалізованих чинників;

висока динамічність або невизначеність початкових даних; широкий діапазон умов вирішення задач.

Аналіз наведених вище особливостей завдань ГЦСК дозволяє формулювати вимоги, яким повинні задовольняти ефективні методи та процедури їх вирішення:

1. Тісний взаємозв'язок задач та неповна інформаційна визначеність задач вибору принципів побудови ТРСОІ, структурного, топологічного, параметричного та технологічного синтезу, а також аналізу та вибору проектних рішень $Task_i^2$ по наборах вхідних даних $InDat_i^2$ та обмежень $\mathrm{Re}\, s_i^2$, $i = \overline{1,6}$, обумовлює ітераційний характер методів та процедур їх вирішення. Таким чином забезпечується можливість вирішення задач $Task_i^2$, $i = \overline{1,6}$ на вході.

2. Висока складність методів вирішення (процедур вирішення) $MetDec_i^2$, зумовлена комбінаторним характером більшості задач $Task_i^2$, і широкий діапазон умов їх вирішення вимагають при їх вирішенні використання множини методів $\left\{MetDec_{ik}^2\right\}$, $i = \overline{1,6}$, що мають різну складність та точність вирішення. Це забезпечить можливість вирішення задач системного проектування за ресурсами.

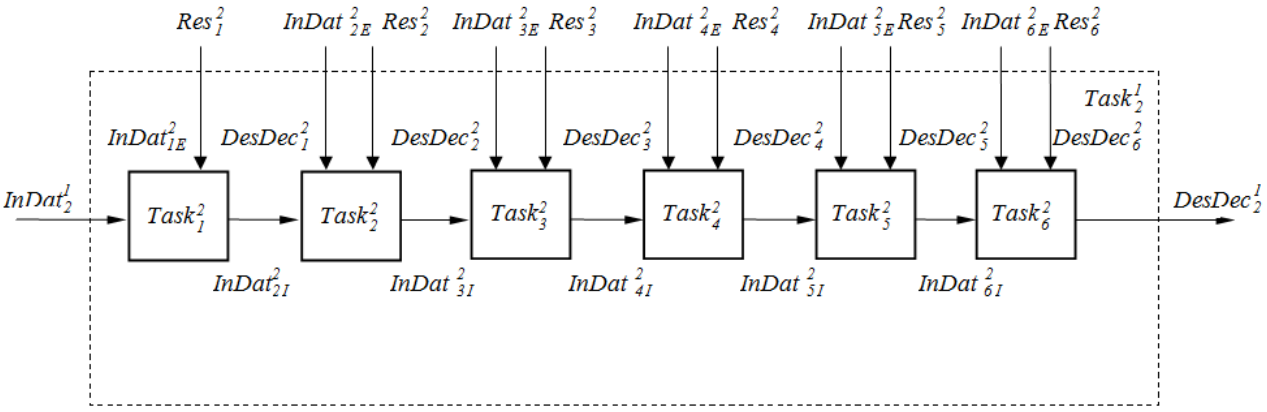
3. Для більш повного використання досвіду проектувальників та урахування чинників, які важко формалізувати, процес рішення доцільно будувати на основі інтерактивних (людина-машина) процедур. Процес пошуку проектного рішення при цьому буде складатися із взаємодоповнюючих процедур автоматичного та інтелектуального синтезу за участю оператора.

4. На всіх етапах проектування доцільно використовувати прийоми, що зменшують

трудомісткість рішень задач системного проектування $Task_i^2$, $i=\overline{1,6}$.

З цією метою можуть бути використані різноманітні роди евристики, що враховують специфіку задач, рішення, отримані за допомогою "швидких" процедур, формальні або експертні оцінки.

З урахуванням виділених особливостей задач ГЦСК і перерахованих вимог до процедур їх вирішення, послідовності рішень задач (рис. 1), а також аксіом системного проектування [6], метод формування вирішення задач системного проектування пропонується будувати на основі ітераційної логічної схеми [7].



$Task_1^2$ – задача вибору принципів побудови ТРС; $Task_2^2$ – задача вибору структури; $Task_3^2$ – задача визначення топології елементів та зв'язків; $Task_4^2$ – задача вибору технології функціонування; $Task_5^2$ – задача визначення параметрів елементів та зв'язків; $Task_6^2$ – задача оцінки ефективності варіантів та вибір рішень.

Рис. 1. Послідовність задач у лінійній схемі системного проектування ТРС

Внаслідок нерозв'язаності задач за даними в лінійній послідовності $Task_i^2$, $i=\overline{2,5}$ формування вхідних даних $InDat_i^2$ та обмежень $\mathrm{Re}\, s_i^2$ для них на початковій ітерації буде здійснюватися на основі прогнозних (зокрема, експертних) даних. На інших ітераціях в якості вхідних даних $InDat_i^2$ і обмежень $\mathrm{Re}\, s_i^2$ будуть використовуватись результати вирішення наступних $DesDec_j^2$, $j>\iota$, $i=\overline{1,5}$ послідовної схеми.

Суть запропонованого методу системного проектування ТРСОІ ГЦСК на основі ітераційно-послідовної схеми логічного проектування може бути представлена таким чином:

1. Початок рішення. Введення вхідних даних $InDat_2^1$ і обмеження $\mathrm{Re}\, s_2^1$ задачі $Task_2^1$.

2. Формування стратегії пошуку рішення.

3. Вибір варіанта структури системи ($Task_2^2$).

4. Визначення топології елементів та зв'язків ($Task_3^2$).

5. Вибір технології функціонування ($Task_4^2$).

6. Визначення параметрів елементів і зв'язків ($Task_5^2$).

7. Перевірка системи обмежень задачі $Task_2^1$. Якщо оцінки властивостей отриманого варіанту побудови системи $K(s)$ не задовольняють обмеженням задачі $\mathrm{Re}\, s_2^1$, перейти до п. 3.

8. Оцінка ефективності та вибору кращого зі сформованих варіантів.

9. Якщо стратегія пошуку рішення не вичерпана, перехід до п. 3.

10. Формування рішень оператором, оцінка їх ефективності та вибір кращого варіанту.

11. Закінчення рішення. Визначено кращий варіант побудови ТРСОІ ГЦСК та підсистем Головного Центру s^0 та його оцінка $K(s^0)$ за множиною часткових критеріїв K.

Початкові дані $InDat_2^1$ і обмеження $\mathrm{Re}\, s_2^1$ включають: $ObjS$ - множина характеристик об'єктів, що підлягають обслуговуванню; K - множина часткових критеріїв, що використовуються для оцінки ефективності системи; Q^*, C^* - граничні рівні показників ефекту та вартості системи; $S^{'}=\{s\}$ - підмножина варіантів, що визначають область існування системи; Π - можливі принципи побудови системи.

Стратегія пошуку рішення, яка формується в пункті 1, визначає умови ітераційної реалізації пунктів 3-8, а також вибір проектних процедур $\mathrm{Pr}\, ocDec_i^2$ для отримання вирішень по задачам $Task_i^2$, $i=\overline{1,6}$. Вибір стратегії здійснюється на основі рішення задачі, що формує область

допустимих варіантів побудови ТРСОІ $S^* = \{s\}$, виходячи з вибраних принципів побудови системи $\pi \in \Pi$.

Конкретні положення стратегії багато в чому визначаються необхідною точністю рішень $DesDec_i^2$, $i = \overline{1,6}$, а також обчислювальними ресурсами, які ми маємо у наявності.

Пункти 3-6 передбачають реалізацію проектних процедур $\Pr ocDec_i^2$, $i = \overline{2,5}$ для вирішення задач вибору структури системи, визначення топології елементів і зв'язків, вибору технології функціонування, визначення параметрів елементів і зв'язків в умовах вхідних даних $InDat_i^2$ та обмежень $\mathrm{Re}\, s_i^2$. Кожна з процедур $\Pr ocDec_i^2$, $i = \overline{2,5}$ базується на одній із моделей задачі $ModTask_i^2 = \{ModTask_{ik}^2\}$ і використовує один із методів її вирішення $MetDec_i^2 = \{MetDec_{il}^2\}$.

Перевірка обмежень $\mathrm{Re}\, s_i^2$ здійснюється в процесі вирішення кожної з задач $Task_i^2$, $i = \overline{1,5}$. Пункт 5 передбачає перевірку обмежень загальної задачі $Task_2^1$.

Оцінка ефективності та вибір кращого варіанту побудови ТРСОІ ГЦСК (пункт 8) здійснюється з використанням формальних або експертних процедур багатофакторного оцінювання та вибору з множини $\Pr ocDec_{6p}^2$ [8].

Пункт 9 передбачає перевірку умов завершення ітераційного циклу рішення задач комплексу $Task_i^2$, $i = \overline{2,5}$, (зокрема, кількості циклів процедури "мультистарт" для пошуку глобального екстремуму цільової функції).

В пункті 10 передбачається формування рішень $s \in S^*$ оператором системи проектування та автоматизована оцінкою їх властивостей за множиною критеріїв $K(s)$, порівняння їх з кращими із отриманих раніше та вибором кращого серед них s^0.

В залежності від наявних у наявності засобів автоматизації проектування та обраної стратегії формування проектних рішень можливі різні форми участі оператора у формуванні рішень в пунктах 2-10: оператор-програміст, оператор-дослідник, оператор-координатор [6].

Можливість вирішення у ході процесу виконання задач системного проектування ТРСОІ ГЦСК в цілому $Task_2^1$ випливає з можливості вирішення складових задач $Task_i^2$, $i = \overline{1,6}$ та збіжності всієї ітераційної процедури їх вирішення. При цьому проектні рішення $DesDes_i^2$ задач $Task_i^2$, $i = \overline{1,6}$, на наступних ітераціях запропонованої схеми стануть більш точні, тому що будуть формуватися виходячи з рішень, отриманих на попередніх ітераціях. Як наслідок, підвищиться і якість вирішення $DesDes_2^1$ початкової поставленої задачі.

Подальша деталізація описаної логічної схеми проектування та запропонованого методу формування проектних рішень передбачає вибір або розробку нових математичних моделей $ModTask_i^2$ і методів рішення $MetDec_i^2$ всіх часткових завдань $Task_i^2$, $i = \overline{1,6}$.

Висновки. Запропонований підхід до вирішення задач системного проектування територіально розподілених об'єктів Головного центру спеціального контролю було використано при проектуванні інформаційних систем та систем обслуговування [3, 9-11]. Практичне застосування отриманих результатів дозволяє скоротити терміни вирішення задач проектування та планування об'єктів розробки, скоротити витрати на їх створення та експлуатацію, за рахунок спільного вирішення завдань підвищити якість рішень і на цій основі покращити функціональні характеристики створюваних об'єктів.

Список літератури:

1. Цвиркун А.Д. Имитационное моделирование в задачах синтеза структуры сложных систем. Оптимизационно-имитационный поход / А.Д. Цвиркун , В.К. Акинфиев., В.А. Филиппов – М.: Наука, 1985. – 174 с.

2. Зайченко Ю.П. Структурная оптимизация сетей ЭВМ / Ю.П. Зайченко , Ю.В. Гонта – Киев: Техника, 1986. – 168 с.

3. Петров Э.Г., Территориально распределенные системы обслуживания / Э.Г. Петров , В.П. Писклакова , В.В. Бескоровайный. – К.: Техника, 1992. – 208 с.

4. Денисов А.А., Колесников Д.Н. Теория больших систем управления / А.А. Денисов, Д.Н. Колесников – Л.: Энергоиздат, 1982. – 288 с.

5. Бескоровайный В.В. Системологический анализ проблемы структурного синтеза территориально распределенных систем / В.В. Бескоровайный //АСУ и приборы автоматики. – 2002. – Вып. 120. – С. 29-37.

6. Построение современных систем автоматизированного проектирования / К.Д. Жук, А.А. Тимченко, А.А. Родионов и др. – К.: Наук. думка, 1983. – 248 с.

7. Тимченко А.А. Основи системного проектування та аналізу складних об'єктів / А.А.Тимченко : У 2-х кн. Кн. 1. Основи САПР та системного проектування складних об'єктів /За ред. В.І. Бикова. – К.: Либідь, 2000. – 272 с.

8. Овезгельдыев А.О. Синтез и идентификация моделей многофакторного оценивания и оптимизаци / А.О. Овезгельдыев , Э.Г. Петров, К.Э. Петров и др. – К.: Наук. думка, 2002. – 164 с.

9. Бескоровайный В.В. Комплекс интерактивного проектирования топологических структур ИВС / В.В. Бескоровайный , З.А. Имангулова, И.А. Стадник //Вестник ХГТУ. – 1999. – № 1(5). – С. 33 – 36.

10. Бескоровайный В.В. Алгоритмы оптимизации топологии ИВС на множестве радиально-узловых структур / В.В.

Бескоровайный , З.А. Имангулова //Радиоэлектроника и информатика. – 2000. – №2. – С.100-104.

11. Бескоровайный В.В. Математическая модель задачи синтеза централизованных информационных сетей / В.В. Бескоровайный , З.А. Имангулова //Вестник Харьковского государственного политехнического университета. – 2000.- Вып. 118. – С. 11-14.

References:

1. Tsvirkun A.D. Imitatsionnoe modelirovanie v zadachah sinteza strukturyi slozhnyih sistem. Optimizatsionno-imitatsionnyiy pohod / A.D. Tsvirkun, V.K Akinfiev, Filippov V.A. – M.: Nauka, 1985. – 174 p.

2. Zaychenko Yu.P. Strukturnaya optimizatsiya setey EVM / Zaychenko Yu.P., Gonta Yu.V. – Kiev: Tehnika, 1986. – 168 p.

3. Petrov E.G. Territorialno raspredelennyie sistemyi obsluzhivaniya / E.G. Petrov, V.P. Pisklakova, V.V. Beskorovaynyiy. – K.: Tehnika, 1992. – 208 p.

4. Denisov A.A., Kolesnikov D.N. Teoriya bolshih sistem upravleniya / A.A.Denisov, D.N Kolesnikov. – L.: Energoizdat, 1982. – 288 p.

5. Beskorovaynyiy V.V. Sistemologicheskiy analiz problemyi strukturnogo sinteza territorialno raspredelennyih sistem / V.V. Beskorovaynyiy //ASU i priboryi avtomatiki. – 2002. – Vyip. 120. – P. 29-37.

6. Postroenie sovremennyih sistem avtomatizirovannogo proektirovaniya / K.D. Zhuk, A.A. Timchenko, A.A. Rodionov i dr. – K.: Nauk. dumka, 1983. – 248 p.

7. Timchenko A.A. Osnovi sistemnogo proektuvannya ta analIzu skladnih ob'EktIv / A.A. Timchenko: U 2-h kn. Kn. 1. Osnovi SAPR ta sistemnogo proektuvannya skladnih ob'EktIv /Za red. V.I. Bikova. – K.: LibId, 2000. – 272 p.

8. Ovezgeldyiev A.O. Sintez i identifikatsiya modeley mnogofaktornogo otsenivaniya i optimizatsi / A.O. Ovezgeldyiev, E.G. Petrov, K.E. Petrov i. – K.: Nauk. dumka, 2002. – 164 p.

9. Beskorovaynyiy V.V. Kompleks interaktivnogo proektirovaniya topologicheskih struktur IVS / V.V. Beskorovaynyiy, Z.A. Imangulova, I.A. Stadnik //Vestnik HGTU. – 1999. – №1(5). – P. 33-36.

10. Beskorovaynyiy V.V. Algoritmyi optimizatsii topologii IVS na mnozhestve radialno-uzlovyih struktur / V.V.Beskorovaynyiy, Z.A. Imangulova //Radioelektronika i informatika. – 2000. – №2. – P.100-104.

11. Beskorovaynyiy V.V. Matematicheskaya model zadachi sinteza tsentralizovannyih informatsionnyih setey / V.V.Beskorovaynyiy, Z.A. Imangulova //Vestnik Harkovskogo gosudarstvennogo politehnicheskogo universiteta. – 2000.- Vyip. 118. – P. 11-14.

ФОРМИРОВАНИЕ И ВЫБОР РЕШЕНИЙ ЗАДАЧИ СИСТЕМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНО РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ГЛАВНОГО ЦЕНТРА СПЕЦИАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

Романов М.О., Кошель Т.А., Петров С.В., Линник М.Ф.

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 схема логического проектирования подобных систем.

Ключевые слова: крупномасштабный объект, система контроля, структура, топология, оптимизация, схема системного проектирования.

FORMATION AND SELECTION OF SOLUTIONS FOR THE TASK OF SYSTEM DESIGN OF TERRITORIALLY DISTRIBUTED INFORMATION PROCESSING SYSTEMS OF THE MAIN SPECIAL CONTROL CENTER

M.O. Romanov, T.A. Koshel, S.V.Petrov, M.F. Linnik.

The peculiarities of the problem of structural synthesis of territorially distributed systems are analyzed. The requirements to be met by approaches to its solution are defined. Based on the previously defined sequence of problem solving, the structure of an iterative scheme for the logical design of such systems is proposed.

Keywords: large-scale object, monitoring system, structure, topology, optimization, logic scheme systems design.