

УДК 004.728 : 519.87

А.А. Коваленко

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭВОЛЮЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ, ОБРАЗУЮЩЕЙ СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОМ КРИТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

В статье рассмотрены подходы к формализации задач, связанных с построением моделей эволюции информационных структур, учитывающих динамику развития конкретных компонентов компьютерной системы, лежащей в основе системы управления. Произведена формализация задач, связанных с планированием эволюции компьютерных систем, и предложены модели, учитывающие динамику развития информационной структуры компьютерной системы.

Ключевые слова: формализация, управление, эволюция, затраты, планирование, интервал, информационная структура, система, уровень, компонент, связь.

Введение

Планирование эволюции компьютерных систем (КС) представляет собой недостаточно формализованную современную актуальную задачу и определяется, в первую очередь, динамически изменяющимися потребностями абонентов таких систем, техническими характеристиками используемых каналов связи и существующих компонентов КС.

В настоящее время обширный спектр задач, неразрывно связанных с жизненным циклом систем управления (СУ) объектами, является недостаточно изученной задачей вследствие существования множества факторов, подходов и применимых критериев. Особую актуальность такие задачи имеют в аспекте реализации мониторинга и управления объектами критического применения (КП). Формализация задач, связанных с планированием эволюции информационной структуры компьютерных систем, подразумевает, как правило, построение моделей, учитывающих динамику развития конкретных компонентов таких КС [1 – 7]. Основная проблема, возникающая при построении таких моделей, заключается в выборе наилучшего способа формализации процесса динамической эволюции компонентов КС, что особенно важно для КС объектами КП.

Целью статьи является разработка подходов к формализации задач, связанных с планированием эволюции КС (на уровне информационной структуры), образующей систему управления объектом КП.

Особенности планирования эволюции информационной структуры компьютерной системы

При планировании эволюции информационной структуры КС, необходимо рассматривать:

- множество компонентов КС, включая источники информации и адресаты информации, характеризующиеся интенсивностями информацион-

ных потоков и потребностями, соответственно, в текущий период планирования;

- множество связей между компонентами КС, а также их характер и количество.

Такой подход позволяет представить процесс эволюции в виде определенного набора путей на многодольном альтернативном графе. Вершины графа в таком случае представляют состав технических средств, возможных в конкретном компоненте КС, в период планирования, а дуги отражают возможности соответствующих переходов.

Таким образом, задача планирования эволюции информационной структуры КС заключается в поиске оптимального плана ее развития с учетом момента времени ввода в эксплуатацию новых компонентов, структуры сети, лежащей в основе КС, в каждый из периодов планирования эволюции, а также интенсивностей информационных потоков. Такая задача достаточно удобно может быть представлена линейной задачей математического программирования. Для удобства введем следующие переменные:

- булеву переменную x_{ikt} , принимающую единичное значение только в случае, когда компонент i имеет состав k технических средств в период планирования t ;

- u_{it} – интенсивность информационного потока между двумя компонентами различных уровней иерархии в период планирования t ;

- Q_{it} – интенсивность информационного потока от компонента i в период планирования t ;

- Q_k – производительность технических средств k компонента;

- I_R – количество компонентов верхнего уровня иерархии;

- I_j – количество компонентов следующего уровня иерархии, имеющих каналы связи с компонентом j более высокого уровня иерархии;

- I – общее число компонентов в КС;

- c_{it} – пропускная способность канала связи компонента i в период планирования эволюции t ;

- d_{it} – коэффициент, отражающий величину среднего объема передаваемой информации на единицу производительности компонента, зависящий от структуры задач управления, решаемых компонентом в период планирования эволюции t ;

- K_{it}^* – минимально необходимый набор технических средств, реализованных в компоненте i , для удовлетворения потребностей абонентов в период планирования эволюции t ;

- M_t – максимальное число компонентов КС, которое еще можно не вводить в эксплуатацию в период планирования эволюции t ;

- R_k – капитальные затраты на реализацию компонента с набором технических средств k ;

- R_i – степень взноса компонента i в капитальные затраты на реализацию канала связи;

- μ_i – коэффициент увеличения капитальных затрат вследствие неблагоприятных условий.

Пусть $q_{ikt} = Q_{it} - Q_k$ и

$$\bar{q}_{ikt} = \begin{cases} q_{ikt}, & \text{если } q_{ikt} > 0; \\ 0 & \text{иначе,} \end{cases}$$

$$\tilde{q}_{ikt} = \begin{cases} -q_{ikt}, & \text{если } q_{ikt} < 0; \\ 0 & \text{иначе.} \end{cases}$$

Тогда справедливо следующее выражение для баланса нагрузки внутри КС:

$$\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^{I_R} \sum_{k=1}^K \left(\bar{q}_{jkt} x_{jkt} + \sum_{i \in I_j} (\tilde{q}_{ikt} x_{ikt} - y_{it}) \right). \quad (1)$$

Условием выбора определенного состава технических средств для реализации компонента КС является следующее:

$$\sum_{k=1}^K x_{ikt} = 1, \quad i = \overline{1, I}, \quad t = \overline{1, T}.$$

Смысловым ограничением на интенсивность информационных потоков между компонентами соседних уровней иерархии, утверждающем что агрегированный информационный поток от компонентов более высокого уровня иерархии к компонентам более низкого уровня не должен превышать избытка производительности компонента j более высокого уровня, является следующее:

$$0 \leq \sum_{i \in I_j} y_{it} \leq \sum_{k=1}^K \tilde{q}_{jkt} x_{jkt}, \quad j = \overline{1, I_R}, \quad t = \overline{1, T}.$$

Следующим смысловым ограничением является то, что инкремент производительности компонента i более низкого уровня иерархии не должен превышать его дефицита производительности, т.е.

$$0 \leq y_{it} \leq \sum_{k=1}^K q_{ikt} x_{ikt}, \quad i = \overline{1, I}, \quad t = \overline{1, T},$$

при следующем соответствующем ограничении на интенсивность информационного потока по каналу i , ассоциированному с компонентом, в период планирования эволюции t :

$$c_{it} \geq d_{it} y_{it}.$$

В свою очередь, состав технических средств компонента i в период планирования t ограничивается следующим условием:

$$\sum_{k=1}^K k x_{ikt} \leq K_{it}^*.$$

Тогда, можно записать условие для минимально необходимого числа компонентов в КС в период планирования эволюции t , в следующем виде:

$$\sum_{i=1}^I x_{it} \leq M_t.$$

Таким образом, выражение, описывающее сумму всех капитальных затрат на реализацию КС, имеет следующий вид:

$$\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^{I_R} \left(\mu_j \sum_{k=1}^K R_k x_{jkt} - R_k x_{jkt(t-1)} \right) + \sum_{i \in I_j} \mu_i \left(\sum_{k=1}^K R_k x_{ikt} - R_k x_{ikt(t-1)} \right). \quad (2)$$

Критерий оптимальности, при решении задач планирования эволюции информационной структуры компьютерной системы, образующей систему управления объектом критического применения, может быть представлен:

- выражением (1), если в задаче учитывается важность решения этапов задачи управления КС, существуют приоритеты пользователей, а также ограничения на затраты в процессе эволюции;

- выражением (2), если в задаче существуют ограничения по балансу нагрузки по периодам планирования эволюции внутри КС, образующей СУ.

Выводы

В статье предложены возможные решения, относящиеся к планированию эволюции КС (на уровне информационной структуры), образующей систему управления объектом КП. Таким образом, предложены подходы к формализации задач, связанных с построением моделей эволюции информационных структур, учитывающих динамику развития конкретных компонентов КС. Ближайшим **направлением дальнейших исследований** является разработка метода решения оптимизационной задачи, сформулированной выражениями (1) и (2).

Список литературы

1. Коваленко, А.А. Подходы к синтезу информационной структуры системы управления объектом критического применения / А.А. Коваленко // Системы обработки информации. – Х.: ХУ ПС, 2014. – Вып. 1 (117). – С. 180 – 184.

2. Коваленко, А.А. Подходы к синтезу технической структуры компьютерной системы, образующей систему управления объектом критического применения / А.А. Коваленко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУ ПС, 2014. – Вип. 1(38). – С. 116–119.

3. Коваленко, А.А. Подходы к оптимизации распределения задач управления по компонентам компьютерной системы, образующей систему управления объектом критического применения / А.А. Коваленко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України: науково-технічний журнал. – 2014. – Вип. 2(15). – С. 158–160.

4. Кучук, Г.А. Модель процесса эволюции топологической структуры компьютерной сети системы управления объектом критического применения / Г.А. Кучук, А.А. Коваленко, А.А. Янковский // Системи обробки інформації. – Х.: ХУ ПС, 2014. – Вип. 7 (123). – С. 93–96.

5. Кучук, Г.А. Концептуальний підхід до синтезу структури інформаційно-телекомунікаційної мережі /

Г.А. Кучук, І.В. Рубан, О.П. Давікоза // Системи обробки інформації: збірник наукових праць. – Х.: ХУ ПС, 2013. – Вип. 7 (114). – С. 106–112.

6. Кучук, Г.А. Синтез стратифікованої інформаційної структури інтеграційної компоненти гетерогенної складової Єдиної АСУ Збройними Силами України / Г.А. Кучук, О.П. Давікоза // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України: науково-технічний журнал. – Х.: ХУ ПС, 2013. – № 3(12). – С. 154-158.

7. Математическая модель и алгоритм выбора оптимальной структуры типового контура управления ЛА / А.Г. Мамиконов, А.Д. Цвиркун, В.Н. Новиков, В.К. Атинфиев // Сб. трудов ИПУ. – М.: ИПУ, 1975. – Вып. 6. – С. 180–184.

Поступила в редколлегию 9.10.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.Г. Удовенко, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЗАВДАНЬ ПЛАНУВАННЯ ЕВОЛЮЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ, ЩО СТВОРЮЄ СИСТЕМУ УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТОМ КРИТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ

А.А. Коваленко

У статті розглянуті підходи до формалізації завдань, пов'язаних з побудовою моделей еволюції інформаційних структур, що враховують динаміку розвитку конкретних компонентів комп'ютерної системи, лежачої в основі системи управління. Проведена формалізація завдань, пов'язаних з плануванням еволюції комп'ютерних систем, і запропоновані моделі, що враховують динаміку розвитку інформаційної структури комп'ютерної системи.

Ключові слова: формалізація, управління, еволюція, витрати, планування, інтервал, інформаційна структура, система, рівень, компонент, зв'язок.

FORMALIZATION of TASKS of PLANNING of EVOLUTION of INFORMATIVE STRUCTURE of COMPUTER SYSTEM, FORMAL CONTROL the system by OBJECT of CRITICAL APPLICATION

A.A. Kovalenko

In the article, going is considered near formalization of tasks, related to the construction of models of evolution of informative structures, taking into account the dynamics of development of concrete components of the computer system, lying in basis of control the system. Formalization of tasks, related to planning of evolution of the computer systems is made, and models, taking into account the dynamics of development of informative structure of the computer system, are offered.

Keywords: synthesis, formalization, management, evolution, expenses, planning, interval, informative structure, system, level, component, connection.