

Т.В. Русак

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, tanyat@tut.by

Проблема сложности является главной проблемой, которую приходится решать при создании больших и сложных систем любой природы, в том числе и экономической информационной системы (ЭИС). Ни один разработчик не в состоянии выйти за пределы человеческих возможностей и понять всю систему в целом. Единственный эффективный подход к решению этой проблемы, который выработало человечество за всю свою историю, заключается в построении сложной системы из небольшого количества крупных частей, каждая из которых, в свою очередь, строится из частей меньшего размера и т.д., до тех пор, пока самые небольшие части можно будет строить из имеющегося материала. Этот подход известен под самыми разными названиями, среди них такие, как разделяй и властвуй (*divide et impera*), иерархическая декомпозиция и др. [1]

По отношению к проектированию сложной экономической информационной системы это означает, что ее необходимо разделять (декомпозировать) на небольшие подсистемы, каждую из которых можно разрабатывать независимо от других. Декомпозиция системы позволяет при разработке подсистемы любого уровня держать в уме информацию только о ней, а не обо всех остальных частях системы. Каждая подсистема может проектироваться и разрабатываться независимо от других подсистем, что значительно ускоряет процесс создания экономической информационной системы в целом.

Правильная декомпозиция является главным способом преодоления сложности разработки больших систем программного обеспечения. Понятие правильная по отношению к декомпозиции означает следующее [1]:

- количество связей между отдельными подсистемами должно быть минимальным;
- связность отдельных частей внутри каждой подсистемы должна быть максимальной.

Качество процесса декомпозиции экономических информационных системы чаще всего основывается на опыте и квалификации проектировщика и на его интуиции. В данном докладе предлагается графо-аналитический метод описания экономических информационных систем, который позволяет формализовать выделение подсистем.

ЭИС можно представить как некоторое множество выполняемых ей функций $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, соединенных между собой информационными цепями из множества $I_j = \{i_1, i_2, \dots, i_m\}$. Каждая функция системы имеет некоторое множество входных и выходных параметров $C_i = \{c_1, c_2, \dots, c_{ki}\}$. Кроме параметров функций, в системе присутствуют внешние параметры C_0 , которые представляют собой входные и выходные данные. Назовем такое представление информационной схемой соединения (рисунки 1).

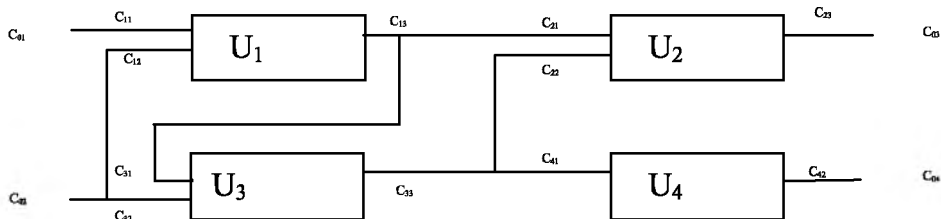


Рисунок 1 – Информационная схема соединения

Информационную схему соединения, показанную на рисунке 1, можно наглядно описать в виде графа информационной схемы (ГИС) [2]. В отличие от обычного линейного графа определяемого заданием ребер между определенными парами вершин, в ГИС будем различать несколько типов вершин.

Введем вершины трех типов: U , C , I . Вершины U соответствуют функциям системы, вершины C – входным и выходным параметрам функций, включая внешние параметры, а вершины I – информационным цепям ЭИС.

Среди ребер ГИС будем различать элементарные ребра F и сигнальные ребра W .

Элементарные ребра F определяют принадлежность параметров системы из множества C функциям из множества U и задаются парами вершин (u_i, c_k) .

Сигнальные ребра W определяют вхождение параметров C в отдельные информационные цепи и описываются парами вершин (c_k, i_j) .

Для информационной схемы соединения, показанной на рисунке 1, соответствующий ГИС приведен на рисунке 2. Для задания структуры информационной схемы соединения ЭИС способ изображения графа (положение вершин и формы ребер) не существен, главным является лишь наличие ребер между определенными вершинами.

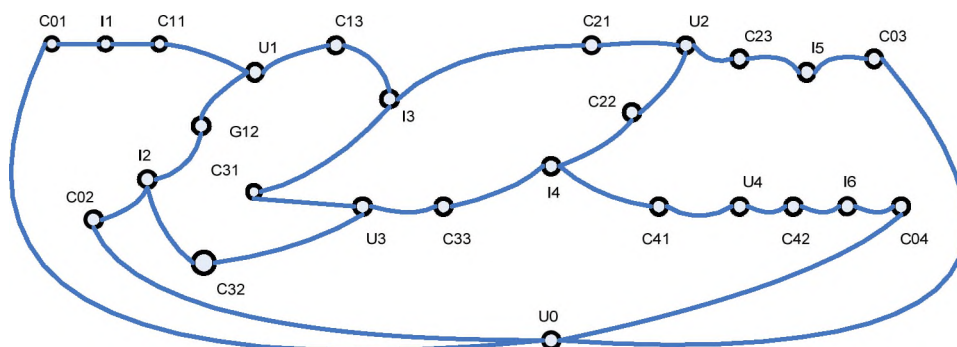


Рисунок 2 – Граф информационной схемы

Модель в виде ГИС задает полную информацию об информационных связях в ЭИС. Учет особенностей реализации информационных соединений позволяет использовать при решении задач декомпозиции системы на информационно-независимые блоки, которые представляют собой подсистемы, упрощенные модели описания информационных схем, основанные на задании «степени связанности» функций друг с другом.

Подсчитаем для каждой пары элементов число связывающих их информационных цепей. Далее построим граф $G=(U, H)$, в котором вершины u_i соответствуют функциям системы, а ребра h_{ij} с приписанными к ним весами $r_{ij} > 0$ – количеству информационных цепей между функциями u_i и u_j . Полученный граф назовем *взвешенным графом*. (ВГ).

Данный способ построения ВГ равносильно выполнению следующих преобразований в графе информационной схемы. Отождествим информационные параметры c_i с функциями u_i ЭИС. В результате этого преобразования информационные цепи i_i переходят в информационные ком-

плексы i'_j , что соответствует в ГИС «стягиванию» определенных подмножеств вершин из S в вершины из U и устранению элементарных ребер F . Таким образом, получается граф $G' = (U, I', W)$, подмножество вершин которого U и I' соответствуют функциям и информационного комплексам ЭИС, а множество ребер W определяет использование соответствующей функции для формирования определенного информационного комплекса ЭИС.

Граф G' является двудольным графом, поскольку U и I' являются несвязанными множествами вершин.

Построим для каждого информационного комплекса полный граф элементарных информационных соединений. Элементарным информационным соединением будем называть непосредственное соединение двух параметров.

Очевидно, что для информационного комплекса, содержащего ρ информационных параметров получим $\rho(\rho-1)/2$ соединений. Далее, для каждой пары вершин u_i и u_j введем ребро, если между ними имеется хотя бы одно элементарное информационное соединение. Припишем ребру h_{ij} вес r_{ij} равный числу элементарных информационных соединений между вершинами u_i и u_j .

Поскольку в данном случае веса r_{ij} целочисленные, построенный взвешенный граф ЭИС можно считать мультиграфом, в котором веса задают кратности ребер. Результат применения указанного преобразования к графу рисунок 2 показан на рисунке 3.

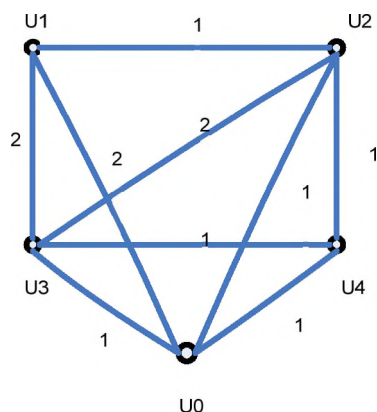


Рисунок 3 – Взвешенный граф ЭИС

В общем случае ВГ ЭИС может быть описан матрицей соединений $R = \|r_{ij}\|_{N \times N}$, строки и столбцы которой соответствуют функциям системы, а r_{ij} равен весу, приписанному соединению функций системы u_i и u_j . Матрица R - симметрическая, с нулевой главной диагональю ($r_{ii} = 0, i = 1, 2, \dots, n$); для графа рисунок 4 она имеет вид:

	u_0	u_1	u_2	u_3	u_4
u_0	0	2	1	1	1
u_1	2	0	1	2	0
u_2	1	1	0	2	1
u_3	1	2	2	0	1
u_4	1	0	1	1	0

$$r_{ii} = \sum_{j=1}^n r_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

Можно считать, что r_{ii} равно суммарному числу информационных цепей, связанных со функцией системы u_i .

Далее, используя алгоритм компоновки, можно выделить информационно-независимые подсистемы. Основными критериями оптимизации являются минимум числа внешних связей между подсистемами и максимальное количество внутренних связей.

Требуется осуществить компоновку функций из U в информационно-независимые подсистемы T_i ($i = 1, 2, \dots, \gamma$) таким образом, чтобы количество внешних связей между подсистемами было минимальным, а количество внутренних связей подсистемы было максимальным.

Введем матрицу переменных $X = \|x_{il}\|_{n \times \gamma}$, в которой $x_{il}=1$, если u_i принадлежит T_l , $x_{il}=0$ в противном случае. Поскольку элемент u_i может находиться лишь в одном блоке (1).

$$\sum_{l=1}^{\gamma} x_{il} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad x_{il} \in \{0, 1\}, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad l = 1, 2, \dots, \gamma. \quad (1)$$

Необходимо найти максимум функции (2) при ограничениях (1).

$$\Phi = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{\gamma} \sum_{l=1}^n \sum_{j=1}^n r_{ij} x_{il} x_{jl} \quad (2)$$

Функция Φ (2) определяет количество внутренних связей подсистемы.

Описанная задача оптимизации представляет собой задачу линейного целочисленного программирования.

Таким образом, предложенный в докладе графо-аналитический метод описания информационных связей в экономической информационной системе позволяет при декомпозицию системы на подсистемы с минимальным количеством внешних связей и максимальным количеством внутренних связей свести к решению задачи линейного целочисленного программирования. Данный метод позволяет формализовать выделение информационно-независимых подсистем, которые могут разрабатываться параллельно, что ускоряет и упрощает процесс разработки, отладки и тестирования экономической информационной системы в целом.

Литература:

1. Вендров А.М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем: Учебник. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 352 с.
2. Батура М.П., Русак Т.В. Графоаналитический метод описания информационной структуры автоматизированных систем управления. // Научный журнал «Доклады БГУИР» №3(41) 2009.