

## Структурный анализ реинжиниринга территориально распределенных компаний

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Территориально-распределенные компании (ТРК) представляет собой сложные производственные системы, которые постоянно модернизируются и развиваются. Поэтому актуально решение научно-технической проблемы, связанной со структурным анализом изменяющейся архитектуры ТРК [1]. Типовые задачи реинжиниринга связаны с возникновением новых функциональных задач или модернизацией существующих. Это приводит к изменению структуры системы, появлению новых региональных объектов и модернизации существующих. Исследуем типовые архитектуры ТРК, которые наиболее часто используются в нефте-, и газо-транспортных системах, телекоммуникациях и т.д. Для задачи структурного анализа воспользуемся основными результатами теории перечисления Пойа, Де Брейна [2].

Пусть  $\Gamma(G)$  - группа подстановок вершин графа  $G$  топологии ТРК, где  $Z(H, x_1, x_2, \dots)$  - цикловой индекс группы подстановок  $H$ ,  $S_p$  - симметрическая группа подстановок степени  $p$ ,  $E_p$  - тождественная группа подстановок,  $D_p$  - диэдральная группа подстановок,  $A[B]$  - композиция группы  $A$  относительно группы  $B$ ,  $A+B$  - сумма групп подстановок  $A$  и  $B$ .

Проведем комбинаторно-групповое исследование топологии внутренних (транспортных) связей, что позволяет перечислить в дальнейшем возможные варианты архитектуры модернизируемой ТРК.

1. Последовательная связь (рис. 1). Характеризуется наименьшим числом связей в ТРК.

Левая и правая части графа  $G$  изоморфны, поэтому можно воспользоваться композицией групп:

$$\Gamma(G) = \begin{cases} S_2[E_{p/2}], & p \text{ четно,} \\ E_1 + S_2[E_{p/2}], & p \text{ нечетно,} \end{cases} \quad (1)$$

где  $p$  — число вершин графа  $G$ .

2. Решетчатая связь. В этом случае транспортные связи в ТРК образуют двумерную решетку (рис. 2).

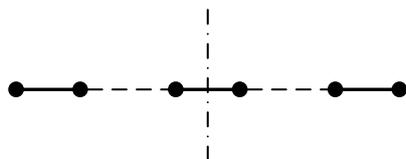


Рис. 1. Последовательная связь

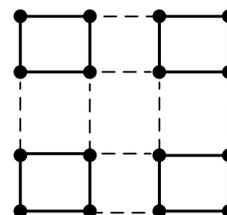


Рис. 2. Решетчатая связь

Для квадратной решетки (рис. 2) цикловой индекс группы подстановок вершин графа зависит от четного и нечетного количества вершин. При  $p=(2l)^2$ ,  $l=1,2,\dots$ , где  $2l$  - число вершин графа в стороне квадрата, цикловой индекс равен:

$$Z(D_4^p) = \frac{1}{2} Z(C_4^p) + \frac{1}{4} (x_2^{p/2} + x_1^{\sqrt{p}} x_2^{\sqrt{p}(\sqrt{p}-1)}). \quad (2)$$

При  $p = (2l+1)^2$ ,  $l = 1, 2, \dots$ , где  $2l+1$  - число вершин в стороне квадрата, цикловой индекс решетки равен:

$$Z(D_4^p) = \frac{1}{2} Z(C_4^p) + \frac{1}{2} x_1^{\sqrt{p}} x_2^{\sqrt{p}(\sqrt{p}-1)/2}, \quad (3)$$

3. Радиальная связь в ТРК. Представим радиальную структуру в виде графа (рис. 3). Известно, что для корневого дерева [3]  $\Gamma(G)=E_1+S_{p-1}$ . Если в вершине дерева находится, например, база снабжения (склад) ТРК, то корневую вершину можно считать фиктивной, и допускаются подстановки только висячих вершин, поэтому  $\Gamma(G)=S_p$ .

4. Полносвязная структура ТРК. В такой структуре каждый модуль ТРК связан со всеми остальными. Так как граф является полным, то его группа  $\Gamma(G)=S_p$ .

5. Древоидная связь в ТРК. Граф  $G$  представляет собой дерево (рис. 4).

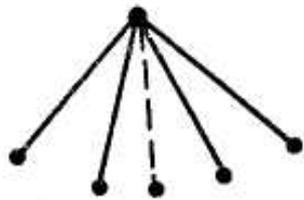


Рис. 3. Радиальная связь

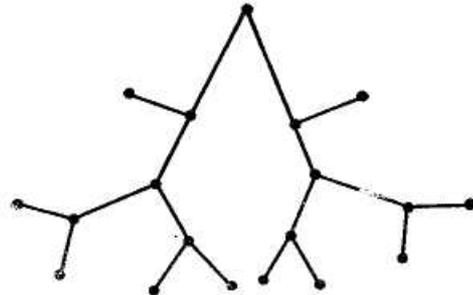


Рис. 4. Древоидная связь

Для изоморфных ветвей в графе  $G$  необходимо воспользоваться композицией групп. Для примера на рис. 4 получим:

$$\Gamma(G) = E_1 + S_2[E_3 + S_2[E_1 + S_2]]. \quad (4)$$

6. Кольцевая и радиально-кольцевая связи в ТРК. Для кольцевой связи группа графа диэдральная:  $\Gamma(G)=D_p$ . Для радиально-кольцевой ТРК к каждой центральной системе подсоединены вспомогательные модули (рис. 5). Группа графа  $G$  образуется путем использования диэдральной группы  $D_p$  и композиций групп  $\Gamma(G) = D_p[S_1 + S_{p''}]$ , где  $p'$  - число основных (региональных) систем (в кольце);  $p''$  - число вспомогательных (районных) подсистем.

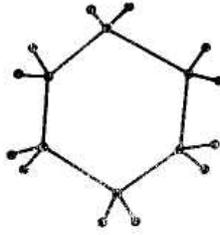


Рис. 5. Радиально-кольцевая связь

Используя формульные представления структуры графа  $G$  и учитывая тип топологии ТРК с их цикловыми индексами, можно подсчитать число всевозможных вариантов структур ТРК по следующим зависимостям из теории перечисления [2]:

$$K_1 = Z(\Gamma(G); \frac{\partial}{\partial z_1}, \frac{\partial}{\partial z_2}, \dots) Z(H; 1 + z_1, 1 + 2z_2, \dots), \quad (5)$$

при условии  $z_1 = z_2 = \dots = 0, l > p$ ;

$$K_2 = Z(\Gamma(G); \frac{\partial}{\partial z_1}, \frac{\partial}{\partial z_2}, \dots) Z(H; z_1, 2z_2, \dots), \quad (6)$$

при условии  $z_1 = z_2 = \dots = 0, l = p$ . Здесь  $\Gamma(G)$  - группа подстановок вершин графа рассматриваемой топологии ТРК;  $H$  - группа подстановок исходного множества технологических узлов, используемых для построения ТРК;  $l$  - общее число технологических узлов.

Рассмотрим пример реинжиниринга телекоммуникационной компании. Пусть топология ТРК относится к радиально-кольцевой (рис. 5).

Основные системы (узлы регионов) соединены в кольцо, а вспомогательные (районные) связаны с основными с помощью радиальной связи. Рассмотрим случай четырех регионов (Донецк, Харьков, Днепропетровск, Запорожье). Для иллюстрации метода, пусть в каждом регионе имеется по две районных системы. Реинжиниринг ТРК осуществляется на уровне модернизации основных и районных узлов. Для районных узлов принята стратегия одновременной модернизации всех узлов, присоединенных к основному узлу. Для кольцевой системы, включающей четыре основных узла ТРК:  $\Gamma(G_k) = D_4$ .

Используя выражение (5) получим  $K_k = 6$ . На рис. 6 представлены все варианты кольцевой системы для основных узлов ТРК. Где «черный» узел означает проведение модернизации, «белый» - отсутствие изменений.

Для каждого из полученных вариантов был проведен структурный анализ районных подсистем. Для группы графа радиально-кольцевой ТРК:

$$\Gamma(G) = D_{p_1}[S_1 + S_{p_2}] = D_4 [S_1 + S_2],$$

где  $p_1 = 4, p_2 = 2$ .

На рис. 7 представлены варианты реинжиниринга радиально-кольцевой ТРК для второго варианта кольцевой структуры (рис. 6), для которого  $K_2 = 6$  (получено с использованием выражения 5). Общее количество вариантов реинжиниринга ТРК:

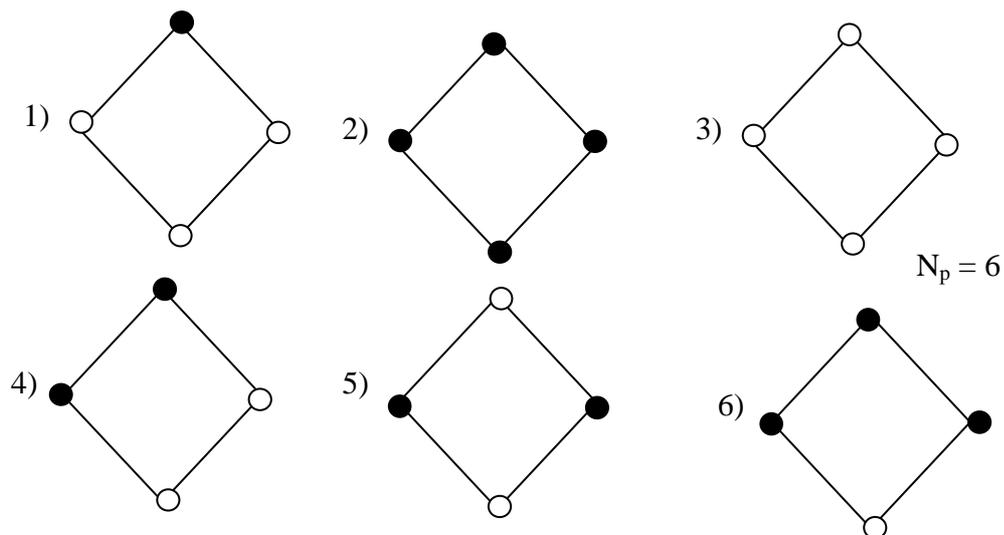


Рис. 6. Множество вариантов кольцевой системы

$$N = K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 + K_6 = 13 + 6 + 6 + 10 + 8 + 13 = 56.$$

Предложенный метод позволяет пересчитать все варианты модернизируемой ТРК, которые в дальнейшем необходимо исследовать и оценить с учетом заданных критериев и ограничений реинжиниринга.

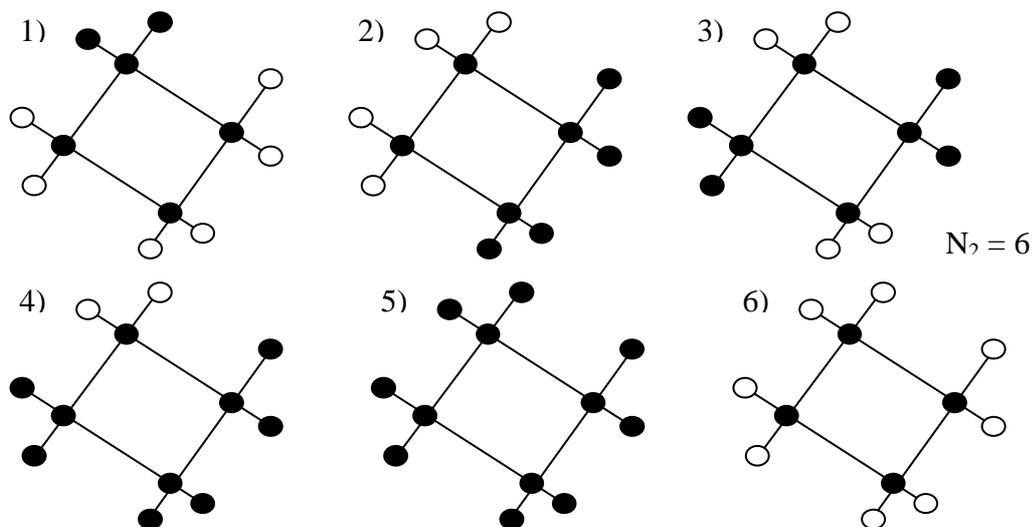


Рис. 7. Множество вариантов радиально-кольцевой ТРК

### Список литературы

1. Петров Э.Г., Чайников С.И., Овезгельдыев А.О. Методология структурного системного анализа и проектирования крупномасштабных ИУС. – Харьков: Рубикон, 1997. – 140с.
2. Прикладная комбинаторная математика / Под ред. Э. Беккенбаха. – М.: Мир, 1988. – 360с.