

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ С ПОМОЩЬЮ НАПРАВЛЕННЫХ ГРАФОВ

Ю. В. Сажин, доктор экон. наук, профессор, зав. кафедрой статистики ГОУВПО «Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева»
О. С. Панфилова, аспирант кафедры статистики ГОУВПО «Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева»

Изложен подход к моделированию процессов в системе качества организации на основе теории графов. С целью дальнейшего развития модели и создания режимов автоматизированной обработки данных в системе, основное внимание уделено представлению графов в виде совокупности матриц. Рассмотрены особенности матричного представления применительно к изучаемой предметной области.

Ключевые слова: система менеджмента качества, направленный граф, матрица смежности

Усиление роли принципов всеобщего управления качеством (TQM), их более полная реализация в системах качества предприятий и организаций является одной из актуальных задач. Ее решение пока далеко от всестороннего и полного воплощения на практике и требует дальнейших исследований. Основополагающими принципами в современных системах менеджмента качества (СМК), как известно, являются: ориентация на потребителя, системный и процессный подходы к управлению качеством, ответственность персонала, постоянные улучшения. Целью настоящей статьи является описание новых подходов, моделей, которые, по нашему мнению, могут привести к более эффективному применению СМК в деятельности организаций.

Согласно одному из известных определений: «Система – это целое, состоящее из элементов взаимосвязанных между собой». На пути к созданию системы, обязательным является сложный и трудоемкий этап систематизации – процесс превращения множества элементов, участвующих в производственной деятельности, в формализованную систему с определенной взаимосвязанной структурой

Существенным является то, что в систематизации в первую очередь нуждается совокупность процессов, действующих в организации и образующих его основу. Это обусловлено самим определением процессного подхода, изложенного в ГОСТ Р ИСО 9001-2008. «Применение в организации системы процессов наряду с их идентификацией и взаимодействием, а также менеджмент процессов, направленный на получение желаемого результата могут быть определены как процессный подход». Представление системы взаимосвязанных процессов возможно с помощью различных подходов и моделей, как чисто описательных – текстов, графических блок-схем (органиграмм), так и использующих компьютерное моделирование, например, с помощью CASE-средств VPwin, поддерживающих функциональные модели IDEF0 и ее модификации [1].

По мнению авторов, перспективным для построения средств информационной поддержки СМК является также применение подхода, связанного с использованием для моделирования процессов организации, направленных (ориентированных) и ненаправленных графов [2,3].

Графом G называется пара $(V(G), E(G))$, где $V(G)$ – непустое конечное множество элементов, называемых вершинами, а $E(G)$ – конечное множество элементов из G (необязательно различных), называемых ребрами. Будем называть $V(G)$, "множеством вершин", а $E(G)$ – "множеством ребер" графа G . О каждом ребре вида $E(k, p)$ говорят, что оно соединяет вершины k и p .

Представим участвующие в СМК элементы (объекты) вершинами графа, а каналы, по которым от одного объекта к другому циркулируют потоки информации, документации, комплектующих, материалов, продукции, и т.д. (используем для данного множества обобщенное понятие – поток ресурсов) ребрами, соединяющими входы и выходы объектов. Такой граф будет представлять систему взаимосвязанных объектов в процессе производственной деятельности.

Рассмотрим более подробно элементы предлагаемой математической модели:

Дано множество вершин графа $v \in V(G) \subset G$, моделирующих объекты СМК. Для случая ненаправленного графа, каждая вершина имеет k связей по числу ребер связанных с вершиной. Для направленного графа, связи вершины подразделяются на определенное число n истоков и m стоков потоков ресурсов, соответствующих выходам и входам объекта СМК.

Поставим в соответствие каждой вершине набор признаков и определяющих значений: наименование ресурса истока; плановое значение объема исходящих ресурсов за определенный период времени; фактическое значение объема исходящих ресурсов за время t ; наименование ресурса стока;

Плановое значение объема поступающих ресурсов за определенный период времени;

фактическое значение объема поступающих ресурсов за время t ;

Дано множество ребер графа $e \in E(G) \subset G$. Каждому ребру, $e_i \in E(G)$ соединяющему две вершины, поставим в соответствие набор признаков и определяющих значений:

- наименование ресурса потока;
- плановая пропускная способность;
- фактическая пропускная способность;
- потери ресурса.

Объектами представления системы в виде графа могут послужить: структура взаимосвязи процессов СМК, структурных подразделений организации, структура взаимосвязи требований потребителей и процессов их реализующих, поставщиков и ресурсов, которые они поставляют, потребителей и ресурсов и т.д. Учитывая многообразие объектов, участвующих в СМК список признаков может быть существенно расширен.

Рассматривая различные способы формализованного представления модели, можно отметить, что графический вид является наиболее наглядной формой представления графа, однако он не может быть использован для задач структурного анализа [4]. Существенными достоинствами обладает другая

форма, в которой граф полностью определен с помощью совокупности матриц, рассмотрение которых, в свою очередь, позволяет получить богатый аналитический материал для принятия эффективных решений в менеджменте качества.

В теории графов различают матрицу смежности вершин $M1(G)$, матрицу инцидентности $M2(G)$, матрицу смежности ребер $M3(G)$. Построим матрицу смежности вершин $M1(G)$, для n процессов СМК организации $M1(G) = \|a_{ij}\|$.

По заголовкам строк и столбцов отложим наименования процессов (табл.1)

Т а б л и ц а 1

Матрица смежности процессов СМК организации

ПРОЦЕСС ПРОЦЕСС	Процесс 1	Процесс 2	Процесс	Процесс i	Процесс	Процесс n
Процесс 1	0	1				
Процесс 2		0	1			1
Процесс						
Процесс i	....	.....	1	0		
Процесс	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Процесс n	.....	.....	.....		1	

Эта матрица, в которой на пересечении строки и столбца $a_{ij} = 1$ означает наличие взаимосвязи процессов, а $a_{ij} = 0$ ее отсутствие, описывает граф с однократными ребрами (потоками). Если процессы имеют несколько потоков ресурсов, в соответствующей ячейке следует записать число потоков. В наглядной компактной форме, такая матрица определяет все взаимосвязи процессов. Аналогичной матрицей может быть представлена и организационная структура организации.

Построим матрицу инцидентности $M2(G) = \|b_{ij}\|$. По строкам этой матрицы откладываются вершины графа, а по столбцам множество ребер. Для

систематизации связей ресурсов и процессов, по заголовкам строк этой матрицы отложим наименования n процессов по заголовкам столбцов наименования m ресурсов (табл.2).

Т а б л и ц а 2

Матрица инцидентности процессов и ресурсов в СМК организации

РЕСУРС ПРОЦЕСС	Ресурс 1	Ресурс 2	Ресурс	Ресурс j	Ресурс	Ресурс m
Процесс 1	0	-1				
Процесс 2		0	1	.....		1
Процесс						
Процесс i	....	.....	1	0		
Процесс	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Процесс n	.....	.....	.....		-1	

Поскольку потоки ресурсов имеют направление, возможными значениями b_{ij} на пересечении строки и столбца матрицы могут быть:

-1 , если ресурс поставляется процессом (исток);

0, если ресурс не связан с данным процессом (ребро не инцидентно вершине);

1, если ресурс принимается процессом (сток);

Построим матрицу смежности ребер $M3(G)=\|c_{ij}\|$. В ней строки и столбцы соответствуют ребрам. Матрицу смежности ребер $M3(G)$ можно рассматривать как матрицу смежности вершин некоторого другого графа, вершины которого соответствуют ребрам графа G , а ребра вершинам. Поскольку ребрами в исходном графе являются потоки ресурсов, данная матрица будет иметь вид табл.3.

Матрица смежности ресурсов в СМК организации

РЕСУРС	Ресурс 1	Ресурс 2	Ресурс	Ресурс j	Ресурс	Ресурс m
РЕСУРС						
Ресурс 1	0		1			
Ресурс 2		0	1	.....		1
Ресурс						
Ресурс j	....	.....	1	0		
Ресурс	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Ресурс m	....	.....	.....	1		

В данной матрице $c_{ij} = 1$, на пересечении строки и столбца, означает, что ресурсы связаны с одним общим процессом, $c_{ij} = 0$ означает отсутствие связи.

Приведенные выше матрицы становятся более информативными, если учесть, что каждый процесс одновременно выступает в роли приемника и источника потоков (потребителя и поставщика, согласно словаря ИСО 9000, т.е. имеет входы и выходы, на которые поступают или с которых отправляются потоки ресурсов.

Реализованная в виде комплекса программ предложенная модель, учитывающая реальные характеристики элементов СМК, позволяет анализировать оптимальность структуры СМК, оперативно выявлять критические, с точки зрения выполнения требований, элементы системы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Маклаков С. В. ВРwin и ERwin. CASE-средства разработки информационных систем / С. В. Маклаков. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2001. – 304 с.
2. Белов В. В. Теория графов / В. В. Белов, Е. М. Воробьев, В. Е. Шаталов. – М., «Высш. Школа», 1976. – 392с.
3. Верников Б. М. Элементы теории графов / Б. М. Верников. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2004. –160с.
4. Денисов А. А. Теория больших систем управления / А. А. Денисов, Д. Н. Колесников. – Л Энергоиздат, 1982. – 288 с.