

УДК 681.324

В.И. Шевченко, ассистент*Севастопольский национальный технический университет**Ул. Университетская 33, г. Севастополь, Украина, 99053**E-mail: kvf@sevgtu.sebastopol.ua***МНОГОУРОВНЕВАЯ ГРАФОВАЯ МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА
В КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ**

Рассмотрена модель информационного обмена в корпоративной сети предприятия. Предложена схема поддержки принятия решения по организации эффективного управления обработкой информационных потоков.

Ключевые слова: многоуровневая модель, информационный поток, информационный обмен, корпоративная сеть предприятия.

Распространение информационных технологий качественно изменило относительную ценность ресурсов, выдвинув на первый план информационные ресурсы. От точности, объективности и своевременности поступления информации в систему управления предприятием напрямую зависит качество принимаемых управленческих решений [1].

Повышение эффективности использования информационных ресурсов возможно за счет интеграции информационных систем управления в единую корпоративную информационную сеть (КИС). В этой связи актуальной является задача разработки модели информационного обмена, позволяющей учесть распределение информационных потоков (ИП) в КИС.

Постановка задачи. Объектом исследования является корпоративная информационная сеть предприятия, включающая ряд информационных систем произвольной структуры. Целью исследования является повышение эффективности управления информационным обменом в условиях возможных изменений характеристик информационных потоков (ИП) и требований к качеству их обработки.

В рамках поставленной задачи предлагается многоуровневая модель информационного обмена в КИС. Для формализации процессов предприятия используются понятия [2]: бизнес-задача и бизнес-процесс.

Бизнес-задача (БЗ) является наименьшей логической единицей деятельности предприятия, например, закупка материала, отправка счета покупателю и т.д.

Бизнес-процесс (БП) объединяет несколько бизнес-задач в единую последовательность, направленную на решение конкретной функциональной цели или задачи.

Предлагаемая модель включает четыре уровня иерархии.

1. Уровень бизнес-процессов предприятия. На данном уровне информационного взаимодействия рассматривается множество бизнес-процессов предприятия $\{V^{БП}\}$, реализуемых в рамках одного рабочего цикла (день, отчетный период) и множество информационных связей между БП $\{I^{БП}\}$.

2. Уровень бизнес-задач предприятия. На данном уровне производится декомпозиция бизнес-процесса на множество бизнес-задач $\{V^{БЗ}\}$, связанных информационными потоками $\{I^{БЗ}\}$.

3. Уровень бизнес-процедур. На данном уровне производится декомпозиция бизнес-задачи на отдельные элементарные процедуры $\{V^{Бп}\}$, связанные информационными потоками $\{I^{Бп}\}$.

4. Уровень информационных процессов. На данном уровне, в зависимости от степени детализации модели, одному из видов функциональных задач (ФЗ) предыдущего уровня ставится в соответствие набор альтернативных технологий обработки данных информационных потоков ФЗ. Под альтернативными технологиями в данном случае следует понимать набор процедур обработки данных, применяемых для решения ФЗ одного класса в различных ИС интегрированной КИС.

Информационный граф $G^{БП}$ модели уровня бизнес-процессов определяется следующими параметрами:

$$G^{БП} = \langle V^{БП}, I^{БП}, T^{БП}, C^{БП}, S^{БП} \rangle. \quad (1)$$

Здесь: $\{V^{БП}\}$ – множество вершин графа, соответствующее множеству бизнес-процессов предприятия, реализуемых в рамках одного рабочего цикла; каждый k -ый БП ограничен предельным временем реализации $T_k^{БП}$ и стоимостью затрат на IT-обслуживание $S_k^{БП}$; $\{I^{БП}\}$ – множество дуг графа, соответствующее информационным связям БП, каждая дуга графа характеризуется вектором

$C_{ij}^{BP} = (\lambda_{ij}^{BP}, v_{ij}^{BP}, \vartheta_{ij}^{BP})$; λ_{ij}^{BP} – интенсивность потока данных от i -го БП к j -му БП; v_{ij}^{BP} – объем передаваемых данных; ϑ_{ij}^{BP} – скорость передачи данных.

Информационный граф уровня бизнес-задач предприятия определяется следующими параметрами:

$$G^{B3} = \langle V^{B3}, I^{B3}, T^{B3}, C^{B3}, S^{B3} \rangle, \quad (2)$$

где $\{V^{B3}\}$ – множество вершин графа, соответствующее множеству БЗ, реализуемых в рамках одного БП; каждая l -ая задача k -го БП ограничена предельным временем реализации T_k^{B3} и стоимостью затрат на IT-обслуживание S_k^{B3} ; $\{I^{B3}\}$ – множество дуг графа, соответствующее информационным связям между БЗ в БП, каждая дуга графа характеризуется вектором $C_{ij}^{B3} = (\lambda_{ij}^{B3}, v_{ij}^{B3}, \vartheta_{ij}^{B3})$.

Информационный граф уровня бизнес-процедур для БЗ определяется параметрами

$$G^{Bn} = \langle V^{Bn}, I^{Bn}, T^{Bn}, C^{Bn}, S^{Bn} \rangle, \quad (3)$$

где $\{V^{Bn}\}$ – множество вершин графа, соответствующее множеству бизнес-процедур, реализуемых в рамках одной БЗ; $\{I^{Bn}\}$ – множество дуг графа, соответствующее информационным связям между бизнес-процедурами в рамках единой БЗ.

Уровень информационных процессов может быть представлен множеством подграфов информационного графа G

$$\{G_1, G_2, \dots, G_n\} \subset G,$$

каждый из которых отражает информационные потоки, обрабатываемые в рамках заданного уровня детализации функциональной задачи (1) – (3) в пределах одной информационной системы.

Модель информационных процессов может быть представлена в виде:

$$M = \langle B, Z, I, P, O, S, D, U, R, Y, F \rangle,$$

где $B = \{b_n \mid n=1, N\}$ – набор информационных систем, входящих в корпоративную сеть предприятия и участвующих в информационном обмене, предполагаем, что это не унаследованные ИС, имеющие различную структуру метаданных; $Z = \{z_j \mid j=1, J\}$ – набор типов функциональных задач (ФЗ), решаемых в КИС; $I = \{i_k \mid k=1, K\}$ – вектор классов информационных потоков, обрабатываемых в КИС; $P = \{p_l \mid l=1, L\}$ – набор процедур обработки данных; $O = \{o_j \mid j=1, J\}$ – набор ограничений, связанных с обработкой ФЗ в КИС; $S = \{s_n \mid n=1, N\}$ – системные ограничения на характеристики комплекса технических средств для ИС, входящих в состав КИС; $D = \{d_n \mid n=1, N\}$ – вектор элементов структуры метаданных информационной системы; $U = \{u_h \mid h=1, H\}$ – вектор технологий обработки данных в КИС; $Y = \{y_e \mid e=1, E\}$ – вектор информационных элементов – результат решения ФЗ; $F = \{f_w \mid w=1, W\}$ – вектор показателей качества обработки ИП в КИС; $R = \{r_t \mid t=1, T\}$ – вектор отношений между компонентами $\{B, Z, I, P, O, S, D, U, R\}$.

Выделяются следующие виды отношений: $r_1(B, Z)$ – отношение «информационные системы – функциональные задачи»; каждый кортеж отношения r_1 определяет возможность решения функциональной задачи средствами информационной системы; $r_2(B, P)$ – отношение «информационные системы – процедуры обработки данных»; каждый кортеж отношения r_2 определяет наличие соответствующей процедуры обработки данных в составе информационной системы; $r_3(B, I)$ – отношение «информационные системы – информационные потоки»; каждый кортеж отношения r_3 определяет возможность обработки информационного потока определенного класса средствами информационной системы; $r_4(B, S)$ – отношение «информационные системы – комплекс технических средств»; каждый кортеж отношения r_4 определяет состав комплекса технических средств необходимых для функционирования информационной системы; $r_5(B, D)$ – отношение «информационные системы – информационные элементы»; каждый кортеж отношения r_5 определяет возможность использования информационных элементов в структуре метаданных информационной системы; $r_6(B, U)$ – отношение «информационные системы – технологии обработки»; каждый кортеж отношения r_6 определяет возможность использования определенной технологии обработки данных в

среде информационной системы; $r_7(I, Z)$ – отношение «информационные потоки – функциональные задачи»; каждый кортеж отношения r_7 определяет наличие связи между информационными потоками определенного класса и функциональными задачами предприятия; $r_8(I, P)$ – отношение «информационные потоки – процедуры обработки данных»; каждый кортеж отношения r_8 определяет возможное отношение инцидентности между информационным потоком и процедурой обработки данных; $r_9(I, D)$ – отношение «информационные потоки – информационные элементы»; каждый кортеж отношения r_9 определяет возможное отношение инцидентности между информационным потоком и элементами структуры метаданных; $r_{10}(I, U)$ – отношение «информационные потоки – технологии обработки данных»; каждый кортеж отношения r_{10} определяет возможность использования определенной информационной технологии для обработки информационного потока; $r_{11}(P, D)$ – отношение «процедуры обработки данных – информационные элементы»; каждый кортеж отношения r_{11} определяет возможное отношение инцидентности между информационным элементом и процедурой обработки данных; $r_{12}(P, U)$ – отношение «процедуры обработки данных – технологии обработки»; каждый кортеж отношения r_{12} определяет возможность использования определенной процедуры обработки данных в выбранной технологии обработки; $r_{13}(O, S)$ – отношение «качество обработки – комплекс технических средств»; каждый кортеж отношения r_{13} определяет возможность решения функциональных задач определенного класса посредством заданного состава комплекса технических средств информационной системы; $r_{14}(O, U)$ – отношение «качество обработки – технологии обработки»; каждый кортеж отношения r_{14} определяет возможность решения функциональных задач определенного класса посредством выбранной технологии обработки данных; $r_{15}(D, U)$ – отношение «информационный элемент – технологии обработки»; каждый кортеж отношения r_{15} определяет наличие информационных элементов определенного класса в посредством выбранной технологии обработки данных.

Формализовано модель информационного обмена описывается с помощью векторов (B, Z, I, P, O, S, D, U) , булевых матриц смежности и матриц инцидентности. Матрицы смежности:

$$BZ = (bz_{nj}); BP = (bp_{nl}); BI = (bi_{nk}); BS = (bs_{nn}); BD = (bd_{nn}); BU = (bu_{nh}); IZ = (iz_{nj});$$

$$IU = (iu_{nh}); PU = (pu_{lh}); OS = (os_{jn}); OU = (ou_{jn}); DU = (du_{nh}) \quad (4)$$

описывают соответствующие отношения R между компонентами информационного обмена. Элементы данных матриц равны единице, если между соответствующими компонентами имеется отношение (взаимосвязь), и равны нулю в противном случае.

Матрицы инцидентности:

$$IP = (ip_{nl}); ID = (id_{nn}); PD = (pd_{ln}). \quad (5)$$

Элементы матриц равны единице, если компонент, соответствующий строке матрицы является предшествующим, по отношению к компоненту-столбцу; минус единице, если компонент, соответствующий столбцу матрицы является предшествующим, по отношению к компоненту-строке; нулю – если между компонентами нет взаимосвязи.

На основе информационного описания модели задача управления обработкой информационных потоков в КИС формулируется следующим образом: при заданных B, Z, I, P, D, R выбрать технологию:

$$U^0 : I \rightarrow Y, F(U, I) \rightarrow extr, \text{ при ограничениях } O, S. \quad (6)$$

На основе анализа формул (4), (5), с учетом выражений (1) – (3) формируются графы технологий обработки данных. По результатам экспертных оценок работы КИС и результатом проводимых экспериментов с оптимизационно-имитационными моделями формируется множество значений критериев эффективности обработки ИП по выбранным технологиям F . На основе этих данных синтезируется технологическая матрица принятия решений вида:

Технология обработки ИП	Класс ИП			
	I_1	I_2	$\dots$	I_K
U_1	F_{11}	F_{12}	$\dots$	F_{1K}
U_2	F_{21}	F_{22}	$\dots$	F_{2K}
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
U_H	F_{H1}	F_{H2}	$\dots$	F_{HK}

Каждая строка матрицы соответствует одной из технологий обработки ИП. На этапе выбора технологии обработки данных лицо, принимающее решение (ЛПР), использует матрицу технологий для принятия решения о выборе наиболее эффективной технологии обработки данных (6), с учетом текущих характеристик информационных потоков.

Учет динамики функционирования КИС, реинжиниринг ИС, входящих в состав КИС приводит к необходимости расширения и модификации матрицы технологий, таким образом формируется база знаний о технологиях обработки информационных потоков в КИС.

Рассмотрим схему организации обработки ИП в КИС, с учетом модуля адаптивного управления (рисунок 1). Процесс информационного обмена в КИС может быть представлен, как последовательность решения некоторого набора функциональных задач Z , связанных с деятельностью (бизнес-процессами) предприятия. Каждая функциональная задача состоит из ряда этапов (фаз), набор и последовательность выполнения которых зависит от выбранной технологии обработки данных. В ходе решения функциональных задач порождаются информационные потоки I , которые должны быть обработаны в КИС. Результатом обработки, в общем случае, является набор информационных элементов Y , определяющий решение ФЗ. Качество решения ФЗ оценивается набором критериев F . Динамика воздействий внешних факторов v на процесс обработки данных, изменение характеристик ИП и требований к качеству обработки данных – все это приводит к тому, что выбранная технология обработки со временем не будет удовлетворять требуемым значениям качества.



Рисунок 1 – Схема организации обработки информационных потоков в КИС

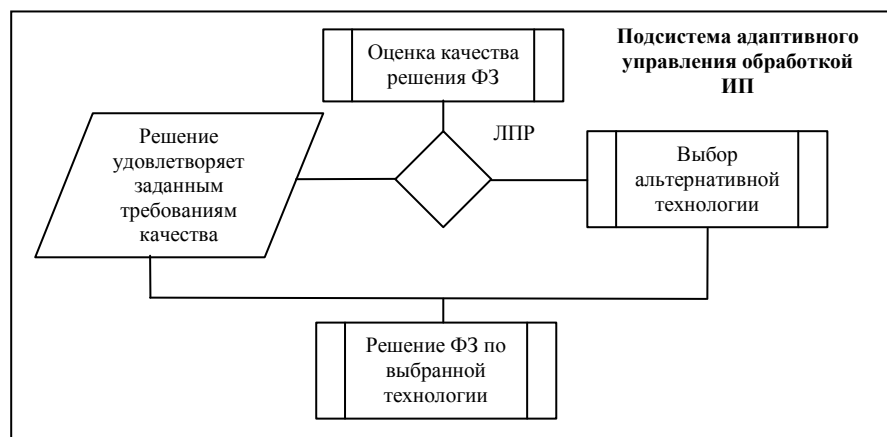


Рисунок 2 – Схема адаптивного управления обработкой ИП

Использование модуля управления (рисунок 2) в контуре КИС позволяет оперативно реагировать на возможные изменения требований к качеству информационного обмена. Этот модуль является системой поддержки принятия решений, позволяющей лицу, принимающему решения (ЛПР) выбрать наиболее эффективную технологию обработки ИП, с учетом требований к качеству обработки данных для поставленной ФЗ.

В процессе функционирования КИС, информационные системы, входящие в ее состав, в автоматическом режиме формируют в том или ином виде журналы данных о состоянии информационных процессов, протекающих в КИС. На основе этих данных, с учетом выбранных

критериев эффективности решения ФЗ ЛПР может быть проведена оценка качества решения ФЗ. В зависимости от полученных результатов оценки ЛПР принимает решение о необходимости выбора одной из альтернативной технологий обработки данных, с учетом критериев отбора *E*. Применение такой схемы управления обработкой информационных потоков модели на этапе реинжиниринга позволит ЛПР, имея данные текущих значений характеристик информационных потоков и критериев эффективности обработки информации выбрать наиболее эффективную, с точки зрения заданных критериев качества управления, технологию обработки данных.

Выводы

Предложена многоуровневая графовая модель информационного обмена, основанная на процессном подходе к управлению решением функциональных задач предприятия. Модель учитывает логическую структуру ИС, комплекс технических средств, входящих в состав КИС, классы информационных потоков, участвующих в решении функциональных задач предприятия и технологии обработки данных в КИС.

Предложена схема поддержки принятия решения по управлению обработкой информационных потоков за счет динамического выбора наиболее эффективной технологии обработки данных.

Перспективы дальнейших исследований. Предполагается применение данного подхода для решения частных задач [4] управления распределением и обработкой информационных потоков с учетом различных стратегий управления и структур КИС в условиях динамически меняющихся характеристик информационных потоков. На основе полученного комплекса моделей предполагается создание системы поддержки принятия решений по эффективному управлению распределением и обработкой информационных потоков в КИС.

Библиографический список

1. Ахтырченко К.В. Методы и технологии реинжиниринга ИС / К.В. Ахтырченко, Т.П. Сорокваша // Труды Института системного программирования — М: Изд-во РАН, 2003. — С. 116 – 128.
2. Нестеренко С.А. OLAP-модель информационных потоков ERP-систем /С.А. Нестеренко, О.А. Усова // Тр. Одес. политех. ун-та. — Одесса, 2007 — Вып. 2(22). — С. 32–36.
3. Кузнецов Н.А. Методы анализа и синтеза модульных информационно-управляющих систем / Н.А. Кузнецов, В.В. Кульба, С.С. Ковалевский. — М: Физматлит, 2002. — 800 с.
4. Шевченко В.И. Модель организации эффективного размещения таблиц данных в корпоративных информационных системах / В.И. Шевченко // Оптимизация производственных процессов: сб. научн. тр. — Севастополь, 2009. — Вып. 11. — С. 201 – 205.

Поступила в редакцию 31.05.2010 г.