МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ БУХГАЛТЕРСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Н. П. Орлянская

Адыгейский государственный университет, г. Майкоп

Если для моделирования информационной бухгалтерской технологии выбрать инструментарий матричной алгебры и реляционной аналитики, тогда структуру данных можно определить как Домены (значения); N-арные отношения (атрибуты, кортежи).

В общем виде *реляционную базу данных*,можно представить в виде *матрицы* размером **m x n**, где **n**-количество атрибутов в структуре базы данных, **m**- количество записей в базе данных.

$$\mathbf{P} = \begin{matrix} \mathbf{P1(a_{11},a_{12},...,a_{1n})} \\ \mathbf{P2(a_{21},a_{22},...,a_{2n})} \\ \dots\dots\dots \\ \mathbf{Pk(a_{k1},a_{k2},...,a_{kn})} \\ \dots\dots\dots \\ \mathbf{Pm(a_{1m},a_{2m},...,a_{mn}} \end{matrix}$$

Модель информационной бухгалтерской технологии включает[5]:

- модель обработки;
- модель обмена;
- модель накопления.

Для построения модели специфицируем понятия:

Определение 1. Квадратная матрица размером **m x n** у которой на пересечении строки, соответствующей счету X и столбца, соответствующего счету Y, находится единица, а все остальные элементы равны нулю называется *матрицей-корреспонденцией* [1,4] Матрицу-корреспонденцию обозначим $\mathbf{E}(X, Y)$, ее элемент, равный единице, $E(X, Y) = 1$ (жирным шрифтом-матрица, обычным - ее элемент).

Определение 2. Бухгалтерская проводка — это произведение суммы проводки на ее корреспонденцию: [1,4] $S_{it}(X. Y) = S_{it*}E(X, Y)$.

$E(X, Y)$ - корреспонденция счетов X и Y;

S - сумма проводки, соответствующая i-ой записи в журнале на дату t, не равная нулю, если операция отражена в журнале и нулю в противном случае.

Определение 3. Матрица-проводка это произведение суммы проводки на ее матрицу-корреспонденцию:

$\mathbf{S}_{it}$ (X, Y)= S_{it}* $\mathbf{E}$(X, Y);.

где $\mathbf{S}_{it}$ (X, Y)-матрица-проводка, соответствующая i-ой записи на момент времени - дату **t**. ;**E** (X, Y) матрица корреспонденция.

Тогда запись сводной матрицы-проводки за период **Δt** по конкретной корреспонденции Xp, Xq , (p, q - натуральные числа, поставленные в соответствие Xp и Xq - счетам, принадлежащим множеству плана счетов)примет вид:

$\mathbf{S}(X_p, X_q)= S(X_p, X_q,)\mathbf{E}(X_p, X_{q,})$;числа обозначены нежирными буквами,

Матрица сводных проводок за период Δt. может быть записана :

$\mathbf{S}(\Delta t_{j,k})=\sum_{p,q} \mathbf{S}_{i,t}(X_p,Y_q)$; или

$\mathbf{S}(\Delta t_{j,k})=\sum_{p,q}\mathbf{S}(X_p,Y_q)x\ \mathbf{E}(X_p,Y_q)$; где суммирование ведется по всем возможным корреспонденциям.

Воспользуемся средствами матричной алгебры для подсчета итогов.

Итоговые столбцы и строки получаются умножением на единичный вектор того же размера, соответственно, справа или слева от матрицы:

Se= S(,*)вектор-столбец дебетовых оборотов;

eS'= S' (,*)=S(*,)вектор-строку кредитовых оборотов;

где S’ матрица транспонированная к S

Суммируя матрицы-проводки за рассматриваемый период, получаем матрицу сводных проводок - шахматный баланс с необходимыми итогами.

Если, t_1 начало отчетного периода, t_2 конец отчетного периода, тогда матрицы соответственно дебетовых и кредитовых оборотов **S(Δ$t_{1,2}$) ,S’(Δ$t_{1,2}$),**

Вычислим разность матриц оборотов, с точки зрения бухучета это есть сводный шахматный баланс [1,4]

S(Δ$t_{1,2}$) - S’(Δ$t_{1,2}$) = Δ S

Исследуем свойства сальдовой матрицы**Δ S**:

1. **S** является квадратной матрицей. Докажем это утверждение:

Δ S является разностью матриц дебетовых и кредитовых оборотов. В конкретной бухгалтерии имеется один единственный план счетов и его стета-субсчета определяют количество как строк, так и столбцов в **Δ S,** а значит по определению квадратной матрицы [1,4] **Δ S** является матрицей *квадратной*.

2. Докажем **,** что **Δ S** является матрицей, зеркально симметричной:

Обозначим: элемент матрицы **S** —S(I,J);

элемент матрицы **S’** — S’(I,J);

элемент матрицы **ΔS** —Δ S(I,J);

По определению транспонированой матрицы [1,4,]

S(I,J)= S’(J, I); тогда вычислим для всех $I \neq J$:

Δ S(I,J)= S(I,J)- S’(I,J); тогда подставив предыдущее равенство ,получим:

Δ S(I,J)= S(I,J)- S(J, I) для всех $I \neq J$; аналогично представим:

Δ S(J,I)= S(J,I)- S’ (J, I)= S(J, I)- S(I,J) = - (S(I,J)- S(J, I)) сравним :

Δ S(I,J) иΔ S(J,I); получим:

Δ S(I,J) = -Δ S(J,I) ;

Тогда по определению зеркально симметричной матрицы [1,4]

Δ S является *зеркально симметричной*.

Для элементов главной диагонали справедливо I = J; тогда:

Δ S(I, I)= S(I, I)- S’(I, I)= S(I, I)- S(I, I)=0; т.е. **Δ S** является матрицей с нулевым следом.

Вывод: В общем виде доказано, что **Δ S** является матрицей квадратной, зеркально симметричной с нулевым следом, [1,4]. Следовательно:

a) Элементы **Δ S** сальдовой матрицы остатков зеркально симметричны, т.е. симметричные элементы равны по модулю.

Иначе говоря, для любого остатка в шахматном бухгалтерском балансе Δ S(X,Y) всегда найдется зеркально симметричный к нему остаток

ΔS(Y, X), что справедливо : Δ S(X,Y) = - Δ S(Y, X)

b) Элементы главной диагонали **Δ S** сальдовой матрицы равны 0. (симметричные элементы равны по модулю).

Из утверждений a) и b) следует:

c) что сумма элементов Δ S сальдовой матрицы всегда равна нулю.

$\sum_{I} \sum_{J>I} \Delta S(I,J)=Q$ сумма всех элементов *над* главной диагональю;

$\sum_{I} \sum_{J>I} \Delta S(I,J)=R$ сумма всех элементов *под* главной диагональю;

Q=- R или Q + R=0 вследствие симметрии матрицы;

$\sum_{I} \sum_{J=} \Delta S(I,J))=P$ - сумма всех элементов *главной диагонали*;

P = 0 как сумма нулевых элементов;

Тогда общую сумму элементов сальдовой матрицы остатков в шахматном бухгалтерском балансе, можно представить:

$$\sum_{I} \sum_{J} \Delta S(I,J) = \sum_{I} \sum_{J>I} \Delta S(I,J)+ \sum_{I} \sum_{J,<I} \Delta S(I,J)+ \sum_{I} \sum_{J=I} \Delta S(I,J)=$$

$$= Q + R + P =0 + 0 = 0;$$

Таким образом в общем виде доказано утверждение что сумма элементов **Δ S** остатков в шахматном бухгалтерском балансе всегда равна нулю, т. е. обоснована сходимость бухгалтерского баланса в математической модели обработки.

Для получения остатков текущих остатков необходимо к входящему сальдо прибавить разность оборотов [1,4], в матричном виде

$\mathbf{\Delta S(t_1) + [\Delta S(t_1) - S'(\Delta t_{1,2})] = S(\Delta t_2)}$ для января месяца.

$\mathbf{\Delta S(t_1)}$ - матрица остатков на конец декабря прошлого года, начало января

$\mathbf{S(\Delta t_{1,2})}$ - матрица дебетовых оборотов за январь;

$\mathbf{S'(\Delta t_{1,2})}$ – транспонированная к ней матрица кредитовых оборотов за январь;

$\mathbf{S(\Delta t_2)}$ - матрица остатков на конец января-начало февраля

$\mathbf{\Delta S(t_2) + [\Delta S(t_2) - S'(\Delta t_{2,3})] = S(\Delta t_3)}$ для февраля месяца.

$\mathbf{\Delta S(t_2)}$ - матрица остатков на конец января, начало февраля

$\mathbf{S(\Delta t_{2,3})}$ - матрица дебетовых оборотов за февраль;

$\mathbf{S'(\Delta t_{2,3})}$ – транспонированная к ней матрица кредитовых оборотов за февраль;

$\mathbf{S(\Delta t_3)}$ - матрица остатков на конец февраля-начало марта

Для реализации *модели обработки* запишем основное матричное уравнение бухгалтерского учета*:*

$\mathbf{\Delta S(t_k) = S(\Delta t_j) + [S(\Delta t_{j,k}) - S'(\Delta t_{j,k})]}$ $\mathbf{t_k}$ произвольный период времени

$\mathbf{\Delta S(t_j)}$ - матрица входящего сальдо остатков на начало периода $\mathbf{t_j}$;

$\mathbf{S(\Delta t_k)}$ - матрица остатков на конец периода $\mathbf{t_j}$;

$\mathbf{S(\Delta t_{j,k})}$ - матрица дебетовых оборотов за период $\mathbf{t_j}$;

$\mathbf{S'(\Delta t_{j,k})}$ - транспонированная к ней матрица кредитовых оборотов за тот же период; причем **j=0,1,2,3.... 11; k=0,1,2,3.... 11,12;**

Для реализации *модели обмена* обозначим $\mathbf{a_{k1},a_{k2},...,a_{kn}}$ кортежи Журнала хозяйственных операций (ЖХО) филиала1 (участка учета); $\mathbf{b_{k1},b_{k2},...,b_{kn}}$ кортежи ЖХО филиала2 (участка учета), представив для наглядности в матричной форме и применив операцию объединения реляционной алгебры, получим:

$$
A=\begin{matrix} A1(a_{11},a_{12},...,a_{1n}) \\ A2(a_{21},a_{22},...,a_{2n}). \\ \dots\dots \\ Ak(a_{k1},a_{k2},...,a_{kn}) \\ \dots\dots \\ A\,(a_{m1},a_{m2},...,a_{nn}) \end{matrix}
\qquad
B=\begin{matrix} B1(b_{11},b_{12},...,b_{1n}) \\ B2(b_{21},b_{22},...,b_{2n}). \\ \dots\dots \\ Bk(b_{k1},b_{k2},...,b_{kn}) \\ \dots\dots \\ B\,(b_{m1},b_{m2},...,b_{mn}) \end{matrix}
\qquad
R=\begin{matrix} A1(a_{11},a_{12},...,a_{1n}) \\ A2(a_{21},a_{22},...,a_{2n}). \\ \dots\dots \\ A\,(a_{m1},a_{m2},...,a_{mn}) \\ B1(b_{11},b_{12},...,b_{1n}) \\ B2(b_{21},b_{22},...,b_{2n}). \\ \dots\dots \\ B\,(b_{m1},b_{m2},...,b_{mn}) \end{matrix}
$$

R результирующее отношение Журнала хозяйственных операций, которое содержит информацию филиалов. Справочники объединяются аналогично, причем дублирование записей исключено.

При разделительном балансе происходит обратный процесс. Допустим, что **A** - массив оборотно-сальдового баланса фирмы в целом; **B** – бухгалтерские проводки подразделения, которые в связи с реорганизацией производства ликвидируются, например некоторого склада, причем в данном случае **B** является подмножеством **A. A и B** должны обязательно содержать общие кортежи в некотором диапазоне. Обозначим диапазон **f-k**, тогда применив операцию разности, получим:

$$
A=\begin{matrix} A1(a_{11},a_{12},...,a_{1n}) \\ A2(a_{21},a_{22},...,a_{2n}). \\ \dots\dots \\ Ak(a_{k1},a_{k2},...,a_{kn}) \\ \dots\dots \\ Af(a_{f1},a_{f2},...,a_{fn}) \\ \dots\dots \\ Ak(a_{k1},a_{k2},...,a_{kn}) \\ \dots\dots \\ A\,(a_{m1},a_{m2},..,a_{mn}) \end{matrix}
\qquad
B=\begin{matrix} B1(b_{11},b_{12},...,b_{1n}) \\ B2(b_{21},b_{22},...,b_{2n}). \\ \dots\dots \\ Bk(b_{k1},b_{k2},...,b_{kn}) \\ \dots\dots \\ Bf(b_{f1},b_{f2},...,b_{fn}) \\ \dots\dots \\ Bk(b_{k1},b_{k2},...,b_{kn}) \\ \dots\dots \\ B\,(b_{m1},b_{m2},...,b_{mn}) \end{matrix}
\qquad
R=\begin{matrix} A1(a_{11},a_{12},...,a_{1n}) \\ A2(a_{21},a_{22},...,a_{2n}). \\ \dots\dots \\ Af(a_{f-1,1};\ a_{f-1,2};...,a_{f-1n}) \\ \dots\dots \\ Ak(a_{k+11},a_{k+12},..,a_{k+1n}) \\ A\,(a_{m1},a_{m2},...,a_{mn}) \end{matrix}
$$

R результирующее отношение Журнала хозяйственных операций, которое содержит информацию по фирме без бухгалтерских проводок ликвидного подразделения.

Модель накопления в ИБТ реализована различными реляционными операциями среди них: пересечение, декартово произведение, разность, выборка, проекция и др. Стыковка выписки платежных документов с оплатой их в банке в информационных бухгалтерских технологиях достигается благодаря реализации в модели операции *пересечение*. Обозначим: **A**-отношение выписанные счета-фактуры с определенного склада; **B**-отношение оплаченных платежных документов в целом фирмы; **f-k** диапазон совпадающих кортежей**;** применим операцию пересечения, получим отношение **R**:

$$\mathbf{R=}\;\begin{array}{l}\mathbf{Af(a_{f1},a_{f2},...,a_{fn})}\\ \mathbf{....................}\\ \mathbf{Ak(a_{k1},a_{k2},...,a_{kn})}\end{array}$$

R содержит множество всех кортежей , каждый из которых принадлежит как **A**, так и **B** т.е. информацию в разрезе нужного склада о фактически оплаченных счетах.

Декартово произведение широко используется в бухгалтерских технологиях для создания развернутых форм с использованием дополнительных данных, например паспорт ОС или износа основных средств, паспортные данные сотрудника или реквизиты клиента. Как отмечалось ранее эти данные в реляционной модели хранятся в отдельных справочниках-таблицах и подсоединяются к части бухгалтерской аналитики по мере необходимости. Обозначим: **A**-отношение ЖХО предварительно отфильтрованное по некоторому счету, для определенности 01-учет ОС; **B**- соответствующий справочник, содержащий поля паспорта объекта, норму начисления амортизации и другую полезную информацию. Тогда в результате декартово произведение имеет вид:

$$\mathbf{R=}\;\begin{array}{l}\mathbf{A1(a_{11},a_{12},...,a_{1n})\ B1(b_{11},b_{12},...,b_{1t})}\\ \mathbf{A2(a_{21},a_{22},...,a_{2n}.)\ B2(b_{21},b_{22},...,b_{2t}.)..}\\ \mathbf{....................}\\ \mathbf{Af(a_{f1},a_{f2},...,a_{fn})\ Bf(b_{f1},b_{f2},...,b_{ft})}\\ \mathbf{....................}\\ \mathbf{Ak(a_{k1},a_{k2},...,a_{kn})\ Bk(b_{1k},b_{2k},...,b_{n\,k})}\\ \mathbf{....................}\\ \mathbf{A\ (a_{m1},a_{m2},...,a_{mn})\ B\ (b_{m1},b_{m2},...,b_{mn})}\end{array}$$

R содержит информацию об учете основных средств причем для каждого объекта имеется информация о норме начисления амортизации, паспорте и т.д.

Для фильтрации хозяйственных операций при подготовке Журналов-ордеров и другой оперативной бухгалтерской информации широко применяется операция *селекция* или ограничение. В информационных бухгалтерских технологиях, практически по всем элементам структуры Журнала хозяйственных операций производятся различные выборки, например, хозяйственные операции осуществленные за некоторый период времени, т.е. выбрать подмножество записей бухгалтерских проводок, атрибут "дата", входит в некоторый диапазон, т.е. data1 <data< data2, или отобразить хозяйственные операции, сумма которых больше 10000 рублей или в дебете которых 50 счет и т.д. в матричном виде отношение бухгалтерских проводок

$$\mathbf{A=}\;\begin{array}{l}\mathbf{A1(a_{11},a_{12},...,a_{1n})}\\ \mathbf{A2(a_{21},a_{22},...,a_{2n}.).}\\ \mathbf{....................}\\ \mathbf{Ak(a_{k1},a_{k2},...,a_{kn})}\\ \mathbf{....................}\\ \mathbf{A\ (a_{m1},a_{m2},.,a_{mn})}\end{array}\qquad \mathbf{B=}\;\mathbf{Bk(b_{k1},b_{k2},...,b_{kn})}\qquad \mathbf{R=}\;\begin{array}{l}\mathbf{Ai(ai_{1},ai_{12},...,ai_{n})}\\ \mathbf{Aj(aj_{1},aj_{2},...,aj_{n}.).}\\ \mathbf{....................}\\ \mathbf{Af(a_{f1,1};\ a_{f,2};...,a_{fn})}\\ \mathbf{...................}\\ \mathbf{Ak(a_{k+11},a_{k+12},..,a_{k+1n})}\end{array}$$

Причем кортежи **Ai-A**$_k$ удовлетворяют ограничению **Ai @ B** ,таким об разом **R** является подмножеством **A.** Для определенности: записи, содержащие сумму бухгалтерской проводки строго больше 10000 рублей.

Для получения «вертикального» подмножества отношения в реляционной модели служит операция *проекция*. Во многих выходных формах и бухгалтерских ведомостях информационной бухгалтерской технологии используется некоторое подмножество массива, которое получается выбором специфицированных атрибутов. Обозначим А-массив неоплаченных счетов за некоторый период времени, (его можно получить из отношения бухгалтерских проводок, реализовав последовательно операции выборки по 41 счету и разности с массивом оплаченных счетов); В-справочник клиентов;

Представим **A** и **B** в матричном виде:

$$\mathbf{A=}\;\begin{array}{l}\mathbf{A1(a_{11},a_{12},...,a_{1n})}\\ \mathbf{A2(a_{21},a_{22},...,a_{2n}.).}\\ \mathbf{....................}\\ \mathbf{Ak(a_{k1},a_{k2},...,a_{kn})}\\ \mathbf{....................}\\ \mathbf{A\ (a_{m1},a_{m2},...,a_{nn})}\end{array}\qquad \mathbf{B=}\;\begin{array}{l}\mathbf{B1(b_{11},b_{12},...,b_{1n})}\\ \mathbf{B2(b_{21},b_{22},...,b_{2n}.).}\\ \mathbf{....................}\\ \mathbf{Bk(b_{k1},b_{k2},...,b_{kn})}\\ \mathbf{....................}\\ \mathbf{B\ (b_{m1},b_{m2},...,b_{mn})}\end{array}$$

Применив проекцию, получим:

$$R=\begin{array}{l} Af(a_{f1},a_{f2},...,a_{fn})\ Bf(b_{f1},b_{f2},...,b_{fs}) \\ .... \\ Ak(a_{k1},a_{k2},...,a_{kn})\ Bk(b_{k1},b_{k2},...,b_{ks}) \\ .... \\ A\ (a_{m1},a_{m2},...,a_{mn})\ B\ (b_{m1},b_{m2},...,b_{ms}) \end{array}$$

R содержит информацию о неоплаченных счетах и в них будут присутствовать реквизиты клиента.

Для получения оперативной информации различного рода при запросах к базам данных в информационных бухгалтерских технологиях применяется операция *деление*. Ее реализация позволяет получить сводки продажи товара за определенный период, причем можно определить перечень товара и сумму поставки по конкретному поставщику, объем реализации, по конкретной продукции и т.д. Пусть делимое **А** массив выписанных счетов-фактур бухгалтерских проводок за определенный период имеет атрибуты **a1,a2,...,an**, а делитель В массив клиентов – атрибуты **a1,a2,...,aм**; причем В является подмножеством А. Результатом деления А на В является отношение R с атрибутами **a1,a2,...,ak** , при этом декартово произведение каждого картежа **R** с отношением **B** содержится в делимом **A**, то есть, получим:

$$A=\begin{array}{l} A1(a_{11},a_{12},...,a_{1n}) \\ A2(a_{21},a_{22},...,a_{2n}). \\ .... \\ Ak(a_{k1},a_{k2},...,a_{kn}) \\ .... \\ A\ (a_{t1},a_{t2},...,a_{tn}) \end{array} \quad B=\begin{array}{l} A1(a_{11},a_{12},...,a_{1M}) \\ A2(a_{21},a_{22},...,a_{2M}). \\ .... \\ Ak(a_{k1},a_{k2},...,a_{kM}) \\ .... \\ A\ (a_{i1},a_{i2},...,ai_M) \end{array} \quad R=\begin{array}{l} A1(a_{11},a_{12},...,a_{1m}) \\ A2(a_{21},a_{22},...,a_{2m}). \\ .... \\ Ai\ (a_{i1},a_{i2},...,a_{im}) \\ Af\ (a_{f1},a_{f2},...,a_{fm}) \end{array}$$

Результирующее отношение **R** содержит информацию продажи товара, причем можно определить перечень товара и сумму по конкретному клиенту.

Выводы:

1. Проведенное исследование свойств математической модели позволяет в общем виде средствами матричной алгебры научно обосновать:
– возможность получения оборотно-сальдовой матрицы бухгалтерского баланса в алгебраической форме в виде векторного оборотно-сальдового уравнения:
– сходимость бухгалтерского баланса.
2. Рассмотрены все составляющие логической модели информационной бухгалтерской технологии, причем в ее состав входят все известные операции реляционной алгебры. Таким образом [3,6] научно доказана полнота реляционной модели информационной бухгалтерской технологии.

Литература

1. *Кольвах О.И.* Компьютерная бухгалтерия для всех. – Ростов-Дон: «Феникс», 1996г. – 412 с.
2. *Кутер М.И.* Теория и принципы бухгалтерского учета. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 532 с.
3. *Мартин Грабер* «SQL» Справочное руководство. – М.: «Лори», 1997 – 496 с.
4. *Озкарахан Э.* Машины баз данных и управление базами данных. – М.: Мир, 1989. – 372 с.
5. *Романов А.Н.* Высшая математика для экономистов. – М.: ЮНИТИ, 2000. – 471с.
6. *Семенов М.И., Трубилин И.Т.,. Лойко В.И, Барановская Т.П.* Автоматизированные информационные технологии. – М.: Финансы и статистика, 1999. – С. 374-387, С. 416.
7. *Ревунков Г.И,. Самохвалов Э.Н, Чистов В.В.* Базы и банки данных и знаний. – М.: Высшая школа, 1992. – 367 с.

The mathematical model of information technology in book-keeping

N.P. Orlyanskaya

