

11.2. ОПТИМИЗАЦИЯ ПОТОКОВ ДАННЫХ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАГРУЗКИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ СИСТЕМ КЛАССА ERP

Степанова Е.Б., к. ф.-м. н., доцент, с. н. с., доцент кафедры «Системный анализ»;
Левченко А.А., аспирант кафедры «Системный анализ»

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Выполнена постановка задачи теории массового обслуживания для оптимизации потоков данных при проектировании ключевых процессов предприятия. Используются методы теории стохастического нелинейного программирования для решения задачи поиска оптимального распределения инвестиционного бюджета и организации структуры оперативных отделов при внедрении систем класса планирования ресурсов предприятия (enterprise resource planning, **ERP**) на предприятиях с российской спецификой. Разработана интегрированная модель процесса контроля счетов логистики и технология обработки электронных документов взаимодействия с поставщиками.

ВВЕДЕНИЕ

При внедрении системы управления ресурсами предприятий решается задача проектирования моделей ключевых процессов и архитектуры взаимодействия информационных потоков. В ходе проекта может потребоваться адаптация моделей к комплексу новых, измененных требований. С точки зрения планирования трудозатрат это вызывает дополнительные работы по повторному согласованию подписанных со стороны заказчика моделей процессов и системной реализации новых моделей. При этом необходима корреляция как с верхнеуровневой архитектурой решения, так и со сроками запуска автоматизирующей предприятие системы.

Автоматизация процессов предприятий и системная реализация моделей процессов производится путем внедрения системы класса планирования ресурсов предприятия (enterprise resource planning, **ERP**). Каждый проект от возникновения идеи до полного его завершения инициирует ряд изменений как в текущих процессах предприятия, так и в организационной структуре предприятия, связанных с последовательностью выполнения автоматизированных функций. Для выполнения сложных, территориально-распределенных проектов с большим числом внутренних и внешних участников, как правило, применяются решения на платформе **SAP** [1].

Так как внедрение бизнес-приложения **SAP** является весьма продолжительным процессом, объединяющим различные организационные единицы предприятия и исполнителя проекта, то на фазе концептуального проектирования необходимо детально выделить требования к проектируемым процессам и в сжатые сроки разработать модель процессов, учитывающую выделенный комплекс требований.

В данной работе представлены результаты по разработке новых моделей процессов, расширенных по сравнению с имеющимися и рекомендуемыми моделями процессов в группе процессов закупок, управления материальными потоками, а также контроля счетов логистики. При проектировании новых решений, которые расширены по сравнению с уже имеющимися в данной области знаний, важную роль играет как учет специфики региональных экономик, так и конкретные данные об информационных потоках, критически важных событиях в процессе. В результате формируется новое типовое решение, которое представляет интерес, поскольку это решение системно описано, и ему в соответствие поставлена модель процесса, выполненная в архитектуре разработки, связанной с платформой **SAP** [4].

Анализ потоков данных в целом, а также использование типовых решений позволяют минимизировать риски проекта,

которые могут возникнуть на всем жизненном цикле проекта, а также значительно уменьшить сроки внедрения проекта на фазе концептуального проектирования [5].

В данной работе представлен метод оценки потоков данных; предложена модель нового процесса обработки электронных счетов, на основе которого разработана технология интеграции нового решения с существующим функционалом системы **SAP ERP**; обсуждаются подходы к проблеме анализа взаимосвязи потоков данных, сформированных как внутри системы, так и вне ее, и характеристик процесса формирования организационной структуры предприятия.

1. Постановка задачи теории массового обслуживания

На этапе разработки концептуального проектирования системы процесс представляет собой математическую систему, которая описывается как множество взаимодействия и обработки объектов. Верхнеуровневые потоки объектов между процессами для модуля управления материальными потоками изображены на рис. 1.

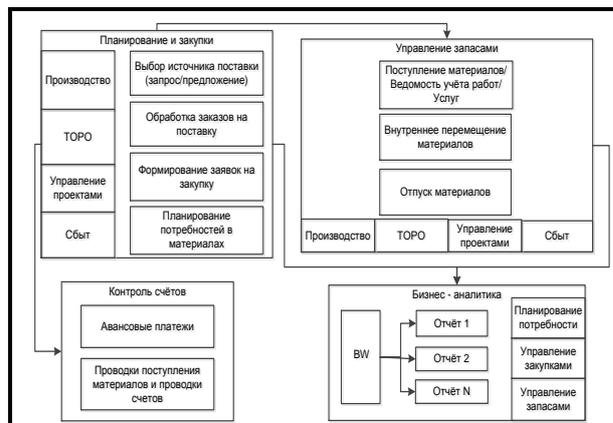


Рис. 1. Поток объектов в модуле управления материальными потоками

Процесс подразумевает достижение конкретной цели путем декомпозиции поставленной общей задачи на детерминированные. Полученный на каждом шаге результат перемещается с одного уровня процесса на следующий, создавая тем самым динамичный поток информации.

Выделенная задача фактически относится к числу трудно формализуемых задач. Традиционно задача управления материальными потоками связывается с коммуникационными каналами в системе, и для ее описания применяют теорию графов. Однако в данной формализации фактически требуется не описание задачи проектирования системы, а анализ готового решения. Поэтому более адекватным для формализации задачи представляется применение подходов, основанных на теории массового обслуживания. В рамках теории массового обслуживания можно провести разработку рекомендаций по построению системы и организации работы с целью обеспечения высокой эффективности обслуживания при оптимальных затратах [2].

Особенность класса задач, описываемых методами теории массового обслуживания, — это явная зависимость результатов анализа и получаемых рекомендаций от внешних факторов. Так, в данной задаче в случае ее использования при описании процесса закупки как неотъемлемой части логистического процесса и в случае использования при описании предшествующе-

го процесса обработки бухгалтером счетов-фактур и инвойсов поставщика, определяющим параметром нагрузки является частота поступления и их сложность, которые в свою очередь определяются объемом продаж и прогнозом потребности.

В более общем случае для шага процесса внешним фактором, помимо внесистемных влияний, может выступать любой системный объект, например, являющийся результатом предыдущего шага в определенный промежуток времени (с точки зрения системы объект – ограниченная ключом запись в таблицах баз данных). Учитываемые случайные явления подчиняются определенным на практике статистическим закономерностям, т.е. обладают свойством статистической устойчивости, что позволяет в процессе принятия решений применять математические методы – такие как теории массового обслуживания и марковских процессов, и поставить задачу математического программирования.

При простейшей формулировке задачи, не учитывающей вероятностное распределение входящего потока объектов и работоспособности сотрудников, можно выделить следующие допустимые множества.

- Число каналов (узлов обслуживания) обработки данных имеет вид:

$$B = \{ a | g_i(a) \leq 0, i = 1, \dots, m \} \in N, \quad (1)$$

где a – канал обслуживания;

$g_i(a)$ – функция ограничений (требования);

m – число каналов обслуживания. Число узлов обслуживания в данном случае характеризует количество нанятого персонала для выполнения данного шага.

- Пропускная способность единицы объекта в фиксированный промежуток времени представляет собой:

$$W = \{ x | g_i(x) \leq 0, i = 1, \dots, m \} \subset R^n, W = \frac{S}{T} \quad (2)$$

где x – вектор пропускной способности;

$g_i(x)$ – функция ограничений (требования);

m – число каналов обслуживания.

- Число объектов, которые могут быть обработаны в заданный интервал времени, соответственно имеют вид:

$$S = \{ b | g_i(b) \leq 0, i = 1, \dots, m \} \in N \quad (3)$$

$$T = \{ y | g_i(y) \leq 0, i = 1, \dots, m \} \subset R^n \quad (4)$$

где b – объект;

y – вектор времени;

$g_i(b)$ и $g_i(y)$ – функции ограничений;

m – число каналов обслуживания. В призме данной задачи можно представить характеристику, связанную с квалификацией персонала, как медианное значение.

- Время, необходимое для обработки одного объекта, можно представить в виде:

$$t = \{ z | g_i(z) \leq 0, i = 1, \dots, m \} \in R^n, t = \frac{1}{W} \quad (5)$$

где z – вектор времени;

$g_i(z)$ – функция ограничений;

m – число каналов обслуживания. На практике этот параметр может быть измерен опытным путем через расчет медианы выборки замеров времени выполнения контрольной задачи сотрудником. В нашем примере это расчет времени выполнения бухгалтерами шагов обработки электронных счетов-фактур.

- Исходящий поток объектов, который могут обеспечить B каналов в предположении, что они не взаимозависимы, можно представить в виде:

$$O = \{ \bar{w} | g_i(\bar{w}) \leq 0, i = 1, \dots, m \} \subset R^n, O = B * W \quad (6)$$

где \bar{w} – вектор исходящих объектов;

$g_i(\bar{w})$ – ограничивающая функция;

m – число каналов обслуживания.

В нашем случае некая зависимость, тем не менее, присутствует. Например, один сотрудник может обратиться за помощью в решении задачи к другому сотруднику, тем самым остановив его работу. Однако такие случаи редки, поэтому такой зависимостью пренебрегаем.

- Входящий поток объектов с предыдущего шага (например, заведенное в системе закупщиком требование авансового платежа) или извне системы (например, поступившая счет-фактура от поставщика), можно представить в следующем виде:

$$I = \{ \bar{v} | g_i(\bar{v}) \leq 0, i = 1, \dots, m \} \subset R^n \quad (7)$$

где \bar{v} – вектор входящих объектов;

$g_i(\bar{v})$ – ограничивающая функция;

m – число каналов обслуживания.

Таким образом, задание переменных осуществляется по формулам (1-7). Эти параметры введены в качестве переменных величин в функционале модуля «Контроль счетов логистики». В случае постановки задачи с бухгалтерами входящий поток зависит от числа поставщиков, работающих по схеме с актами приема-передачи, т.е. с формализованными электронными точками контроля данного процесса; и зависит от числа поставщиков, работающих по схеме с использованием стандартной формы ТОРГ-12. А также входящий поток пропорционален объему заказов и поставок, созданных ранее на предыдущих шагах.

Стоит отметить, что на величину входящего потока (функции $g_i(\bar{v})$) документов повлияло вступление в силу Федерального закона «О бухгалтерском учете» от 6 декабря 2011 г. №402-ФЗ, в соответствии с которым обязательное применение унифицированных форм первичных документов было отменено, что позволило использовать универсальный передаточный документ. Закон предполагает уменьшение документооборота фирмы, а также максимальное сближение бухгалтерского и налогового учета. Также на функцию $g_i(\bar{v})$ повлияло подписание Президентом РФ государственной программы «Информационное общество» на 2011-2020 гг., в соответствии с которой поставщики должны перейти на схему электронного документооборота, предполагающую обмен электронными счетами фактурами в форме XML. Тем самым будет вызвано уменьшение времени создания и обработки документов.

Поэтому данная задача может быть формализована следующим образом – при известной интенсивности входящего потока объектов на шаг процесса и фиксированной средней продолжительности времени обслуживания сотрудником компании одного объекта требуется определить оптимальное количество сотрудников компании, т.е. минимизировать целевую функцию $f(B) : a \rightarrow \min$, при котором очередь не будет расти до бесконечности, и соответствующие характеристики обслуживания можно представить в виде $a_i = \min_{i=1..m}$.

Необходимо оценить:

- вероятность того, что у сотрудника отсутствуют объекты для обработки;
- вероятность очереди объектов;

- среднее число объектов находящихся в очереди / системе;
- среднее время пребывания объекта в очереди / системе;
- абсолютную пропускную способность.

Таким образом, развит подход к формализации задачи описания и анализа потока системных объектов в информационном системе производящего предприятия.

2. Решение задачи теории массового обслуживания с дальнейшим переходом к постановке задачи математического программирования

На основе введенных выше переменных, функциями и условиями можно заключить, что для описания потоков объектов в простейшем случае подходит многоканальная постановка задачи теории массового обслуживания с неограниченной очередью и ожиданием (так как все заявки / объекты должны быть обслужены).

Показатель нагрузки системы (трафика) может быть представлен в следующем виде:

$$\rho = \{ \bar{u} / g_i(\bar{u}) \leq 0, i = 1, \dots, m \} \subset R^n \tag{8}$$

где \bar{u} – вектор нагрузки;

$g_i(\bar{u})$ – ограничивающая функция;

m – число каналов обслуживания.

В случае системы с ожиданием для расчета показателя нагрузки системы мы можем применить формулу Литтла:

$$\rho = \frac{I}{W} = I * t \tag{9}$$

В этом случае очередь объектов не будет возрастать до бесконечности при условии $\frac{\rho}{B} < 1$, то есть при числе сотрудников $B > I * t$.

В нашем примере время t известно и в рамках допущений для каждого шага процесса принято за константу, т.е. для расчета числа сотрудников требуется описать входящий поток объектов (требований), который на каждом шаге может зависеть от внутренних и внешних объектов. В случае процесса обработки счетов-фактур и инвойсов от поставщика этот поток зависит от числа поставщиков, работающих по схеме электронного документооборота, и от числа поставщиков, работающих по схеме с ТОРГ-12 или по схеме с актом приема-передачи. Общее число поставщиков, с которыми работает компания, можно представить в следующем виде:

$$V_{общ} = V_{эсф} + V_{Апп} + V_{ТОРГ-12} \tag{10}$$

В таком случае формула расчета числа сотрудников должна быть уточнена следующим образом:

$$B > I_{эсф} (V_{эсф}) * t_{эсф} + I_{Апп} (V_{Апп}) * t_{Апп} + I_{ТОРГ-12} (V_{ТОРГ-12}) * t_{ТОРГ-12} \tag{11}$$

Вероятность того, что все каналы свободны (система простаивает), определяется по следующей формуле:

$$p_0 = \left(\sum_{n=0}^{B-1} \frac{\rho^n}{n} + \frac{\rho^B}{(B-1)! (B-\rho)} \right)^{-1} \tag{12}$$

С точки зрения менеджмента данные ситуации означают недостаточную загрузку сотрудников, т.е. должны быть сведены к нулю, что дает нам еще одно условие для определения оптимального числа сотрудников:

$$\lim_{min(B)} \left(\sum_{n=0}^{B-1} \frac{\rho^n}{n} + \frac{\rho^B}{(B-1)! (B-\rho)} \right)^{-1} \rightarrow 0 \tag{13}$$

Для построения регламентов по процессу можно применить зависимости, приведенные ниже.

Среднее число объектов, которое может обработать сотрудник в единицу времени (с точки зрения техники модификации опыта, ТМО, – абсолютная пропускная способность системы):

$$\bar{N}_{S(AT)} = \frac{I \cdot W}{I + W} \tag{14}$$

Среднее число поступивших и ожидающих обработки объектов (среднее число заявок в очереди):

$$\bar{N}_{wait} = \frac{\rho^{B+1} p_0}{B \cdot B! \left(1 - \frac{\rho}{B}\right)^2} \tag{15}$$

Среднее время ожидания обработки объекта (время ожидания заявки в очереди):

$$\bar{T}_{wait} = \frac{N_{wait}}{I} \tag{16}$$

Среднее время обработки объекта:

$$\bar{T}_{proc} = \frac{1}{W} \tag{17}$$

Среднее время, необходимое для перемещения объекта на следующий шаг процесса:

$$\bar{T}_{step} = \bar{T}_{wait} + \bar{T}_{proc} = \frac{I + \bar{N}_{wait} \cdot W}{I \cdot W} \tag{18}$$

Рассчитанные значения используются для построения алгоритма расчета **KPI** сотрудника, так как позволяют описать базовые характеристики системы и являются рекомендацией по улучшению обслуживания. Выведенные выше ограничения на оптимальное число сотрудников являются ограничениями для дальнейшего построения задачи математического программирования и входной аналитикой для принятия управленческих решений.

С учетом описанных выше допущений полученный результат можно применить на практике в конкретном проекте. А именно: при анализе работы сотрудника отдела бухгалтерии применяются зависимости (8-18). При снятии контрольных точек данные анализируются в расширенном модуле «Контроль счетов логистики».

Однако необходимо учитывать ограничения на его применимость, а именно в ходе масштабирования системы, усложнения процессов, большего числа взаимосвязи объектов требуются более глубокий анализ. Входящие потоки объектов, функции обработки представляют собой распределения особых видов, которые определяются по большей части экспериментально на основе статистически измеренной информации. Другие способы определения функции распределения этих величин не на основе статистической информации в этой статье не рассматриваются.

Вероятностное распределение функции обработки обусловлено человеческой составляющей в процессе, возникновением особых ситуаций, различного рода задач, выполняемых сотрудниками, входящего потока – большое число внесистемных факторов (объекты поступают от источников, не входящих в контур системы: поставщиков, логистических операторов, таможни и прочих). Таким образом, входящий и обрабатываю-

щий поток должны представлять собой не стационарные величины, а модулироваться функцией распределения вероятностей.

При моделировании шагов **ERP** системы применяется процессно-ориентированный подход, т.е. цикличность выполнения шагов и зависимость последующего шага от предыдущего. Так, например, закупщик при создании заказа на поставку учитывает заключенный с поставщиком контракт (системный объект), заведенные основные данные товаров, основные данные поставщика, настройку схем выходных документов. Также стоит отметить, что, как правило, в системе из соображения производительности не закладывается процедура сохранения истории всех состояний системы, т.е. на последующее состояние влияет лишь предыдущее, а в базу данных вносится лишь изменения. С точки зрения случайных процессов такой процесс называется процессом без последствия, так как вероятность перехода системы в каждое последующее состояние зависит только от предыдущего состояния.

Выполненное описание комплекса ключевых процессов предприятия проведено с точки зрения теории массового обслуживания. С целью улучшения точности описания выполним описание системы с точки зрения теории Марковских процессов. Марковские случайные процессы относятся к частным случаям случайных процессов и могут быть применены при решении задач описания процессов предприятия потому, что потоки данных в процессе основаны на случайной функции распределения, аргументом которой является время. На практике построение процесса предприятия основывается на обработке объектов, имеющих дискретное значение. Например, договор с контрагентом создается, блокируется, закрывается, удаляется; заказ создан, отправлен поставщику, зарегистрировано подтверждение поставщика, зарегистрирован авансовый платеж, выполнено поступление товара, зарегистрирован счет на оплату, выполнена оплата заказа. Время на выполнение операций, как предполагается выше, имеет в среднем одно значение. Таким образом, случайный процесс относится к группе случайных последовательностей, а так как процесс, как было указано выше, относится к группе процессов без последствий – то последовательность описываемых состояний в процессах является цепью Маркова. Относительно описания времени задача может быть поставлена двояко, так как время зависит также от входного потока объектов. Таким образом, данный процесс можно считать Марковским процессом с непрерывным временем.

В момент старта системы или в другой ключевой момент времени (например, после проведения годовой инвентаризации в случае описания процессов движения материальных потоков), может быть определен вектор начальных состояний, описывающий, в каком состоянии находятся объекты, сотрудники компании, кто из них занят, кто свободен. В случае применения данного подхода к описанию складских процессов в системе управления складами (например, *extended warehouse management*, **SAP EWM**) данная информация может быть легко получена, так как в системе в большинстве случаев ведется модуль *labor management*, позволяющий снять срез информации о загруженности персонала. При достаточном числе статистических данных мы можем определить матрицу вероятностных переходов, то есть задать цепь Маркова.

Это дает возможность применения такого математического аппарата, как теория графов в приложении описа-

ния цепей Маркова. С точки зрения состояний шага процесса существует ограниченное и зачастую регламентированное число состояний шага, т.е. множество состояний является эргодическим, а состояния являются ответственными. Задача менеджмента – организовать управление законами распределения путем описания взаимодействий с внешними источниками объектов и организовать внутреннюю работу (управление переходными вероятностями), т.е. сделать Марковскую цепь управляемой для целей повышения эффективности процесса принятия решений. В частности, становится возможным применение аппарата статистических методов анализа и обработки экспериментальных данных различными методами: методом построения доверительных интервалов с дальнейшей статистической проверкой гипотезы, использование метода регрессивного анализа, метода дисперсионного анализа.

Более глубокое применение теории массового обслуживания оправдано вследствие уточнения функций распределения входящего потока объектов и функции обработки объектов на шагах процесса. Из-за специфики задачи функция обработки представляет собой экспоненциальное распределение, моделирующее время между двумя последовательными свершениями одного и того же события, а функция распределения входящих объектов – общее распределение. Таким образом, система массового обслуживания представляет собой многолинейную систему класса **G/M/m** [1]. Исследование систем подобного класса выполняется методами промежуточной теории массового обслуживания, а также на основе применения метода вложенных цепей Маркова. В частности, подобное уточнение дает более точные результаты для расчета, например, таких характеристик, как количество пришедших, но необработанных заявок (длина очереди в системе), условное распределение которых представляет в этом случае геометрическое распределение, а распределение времени ожидания объектов обработки является показательным.

На основе приведенных выше зависимостей и ограничений формулируется задача математического программирования. В простейшем случае (в случае стационарного входного потока объектов для шага) минимизации может быть описана как задача линейного программирования, т.е. нахождения минимума линейной целевой функции (линейной формы) вида:

$$F(x) = \sum_{i=1}^m K_i \cdot x_i \tag{19}$$

где K_i – коэффициент;

x_i – независимая переменная;

m – число переменных.

Ограничения могут быть представлены в следующем виде:

$$\sum_{i=1}^m L_{ji}^{(1)} \cdot x_i \geq L_j^{(2)} \quad (j = 1, 2, \dots, n); \tag{20}$$

$$x_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m), \tag{21}$$

где $L_{ji}^{(1)}, L_j^{(2)}$ – коэффициенты;

x_i – независимая переменная;

m – число переменных;

n – число ограничений.

Но так как нелинейный оптимум не обязательно лежит на границе области, определенной ограничениями, то задача принимает вид, в котором целевая функция явля-

ется нелинейной. Задача формулируется как задача нелинейного программирования, т.е. может быть решена методом неопределенных множителей Лагранжа. Данные, полученные этим методом, достаточно, однако для увеличения точности возможно описание задачи как задачи стохастического программирования с дальнейшим сведением к задаче робастного управления.

В проекте оптимизации процессов логистики (процессы планирования, закупки, товародвижения, контроля счетов) в компании Открытое акционерное общество (ОАО) «Детский мир» были проведены оценки с использованием зависимостей (19-21).

3. Модель процесса обработки электронных счетов-фактур

С использованием вышеизложенного метода определения нагрузки процессов для группы процессов контроля счетов логистики был спроектирован ряд типовых моделей в сфере логистики. В данной работе рассматривается новая модель процесса взаимодействия покупателя и поставщика с использованием электронных счетов-фактур.

Требованием законодательства – официальное вступление в силу 23 мая 2012 г. документа, необходимого для обмена юридически значимыми электронными счетами-фактурами, а именно приказа Федеральной налоговой службы РФ (ФНС РФ) от 5 марта 2012 г. №ММВ-7-6/138, утвердившего форматы электронных счетов-фактур, книг покупок и продаж и журнала учета выставленных и полученных счетов-фактур. Обмен электронными счетами-фактурами, согласно приказу Министерства финансов РФ (Минфин РФ) от 12 апреля 2011 г. №50Н, осуществляется через оператора электронного документооборота (ЭДО). Деятельность операторов регламентируется приказом Минфина РФ №ММВ-7-6/253@, а список официально зарегистрированных операторов ЭДО можно посмотреть на сайте ФНС РФ. Оператор гарантирует доставку счета-фактуры до покупателя и формирует все подтверждающие документы.

1. Продавец отправляет электронный счет-фактуру.
2. Оператор автоматически фиксирует дату выставления.
3. Оператор передает электронный счет-фактуру (ЭСФ) покупателю, фиксирует дату получения.
4. Покупатель, получив ЭСФ, отправляет продавцу извещение о получении.

В соответствии с данными требованиями нами была разработана модель процесса, позволяющая покрыть данное требование законодательства. Верхнеуровневый процесс выставления счет-фактуры выглядит следующим образом:

- создание счета-фактуры в системе SAP;
- создание электронного файла;
- создание электронной подписи;
- передача счета фактуры заказчику через оператора ЭДО;
- получение подтверждения от покупателя;
- обработка запросов на уточнение счета-фактуры.

В случае обработки получения электронного счета-фактуры верхнеуровневый процесс выглядит следующим образом:

- получение ЭСФ;
- регистрация счета-фактуры в журнале регистрации;
- возмещение налога на добавленную стоимость (НДС);
- поставка товара или услуги;
- принятие к учету ТОРГ-12 или акта выполненных работ.

При более детальном рассмотрении для анализа нагрузки полный поток документов с точки зрения системы представлен на рис. 2. Все файлы в данной схеме хранятся в формате XML.

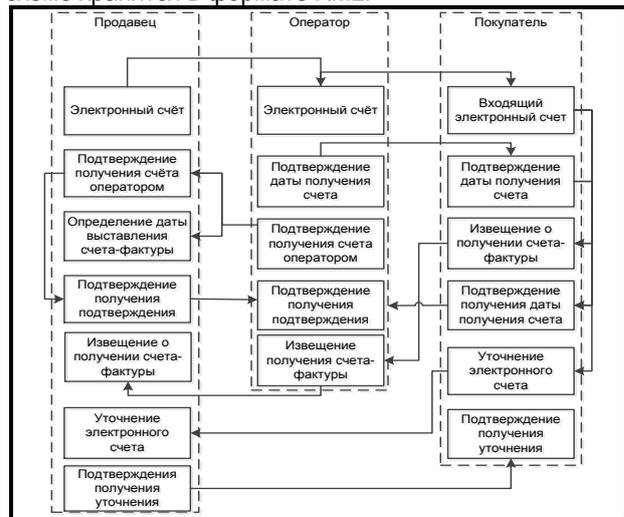


Рис. 2. Поток системных объектов (XML-файлы) в случае взаимодействия покупателя и поставщика посредством ЭСФ

4. Технология описания взаимодействия покупателей и поставщиков с использованием ЭСФ

Согласно разработанной модели процесса, был реализован программный модуль, обладающий как функционалом, поддерживающим процессы получения и выставления ЭСФ, так и возможностью вывода печатных форм и сохранения историй операций.



Рис. 3. Обработка полученного ЭСФ

Функционал решения и его взаимодействие с системой оператора в случае получения ЭСФ представлены на рис. 3.

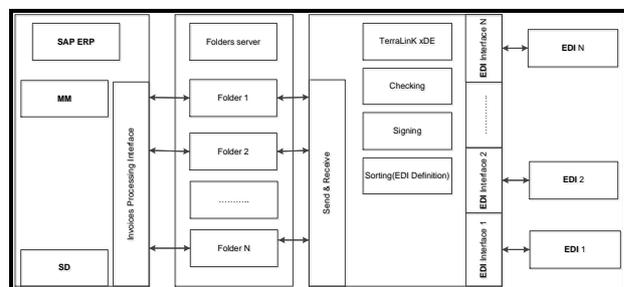


Рис. 4. Архитектура решения в случае нескольких операторов ЭДО на примере сервиса TerraLink xDE

Интерфейс с системой оператора закладывает в себя алгоритм шифрования, электронно-цифровую подпись, а также описание взаимодействия с системой оператора, т.е. передачу системе оператора ЭСФ. Архитектура решения изображена на рис. 4. Данное решение было протестировано и уже введено в продуктивную эксплуатацию на ряде предприятий (ОАО «НЛМК», ОАО «Детский мир», ОАО «САН ИнБев» и др.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведен анализ и разработан интегрированный подход к описанию информационных потоков при проектировании процессов с использованием методов теории массового обслуживания, теории Марковских процессов, формализации задачи математического программирования.

Основная часть исследования посвящена описанию параметров информационных потоков данных в системе, которые являются необходимыми для принятия управленческих решений по проектированию процессов организации, архитектуры ERP-системы, выбора топологии сети, протокола передачи данных, а также построению организационной структуры предприятия и оценки инвестиционной деятельности предприятия. Исследование показало, что оценка загруженности исполнительного персонала предприятия позволяет выявить ключевые шаги процесса и выполнить их реинжиниринг, при этом получив новые, расширенные, более точно отражающие деятельность предприятия модели процессов. Поскольку внедрение бизнес-приложения SAP является долговременным процессом и объединяет различные организационные слои предприятия, то для ускорения внедрения необходимо использовать актуальные типовые решения и их программные реализации. Применение описания информационных потоков данных для проектирования моделей процессов предприятия является необходимым этапом.

За основу исследования в данной работе был взят процесс управления счетами-фактурами поставщика из группы процессов для контроля счетов логистики. В результате исследования информационных потоков данных были выявлены ключевые шаги процесса, требующие реинжиниринга, на их основе были сформированы методики, технология и программная реализация взаимодействия с поставщиками посредством функционала электронных счетов-фактур, что позволяет не только сократить время обработки документов, но и значительно уменьшить нагрузки информационных потоков данных.

Результаты исследования были применены на практике в двух крупных (более 7 тыс. сотрудников) компаниях. В ходе реинжиниринга процессов предприятия под разработанную модель процесса была выполнена реорганизация бухгалтерских отделов предприятия. Отделы были ликвидированы во всех региональных и в центральном офисе, был организован единый удаленный центр обработки бухгалтерских документов. Общая численность сотрудников бухгалтерии была сокращена в несколько раз. За счет внедрения разработанной модели с функционалом электронных счетов-фактур была увеличена скорость обработки бухгалтерских документов, что подтверждено актами. Подобный подход применим для анализа потоков данных при проведении различных технологических и экспериментальных работ, в которых проводится корректировка вероятностной функции распределения. Т.е. аналогичные задачи могут быть формализованы в областях, где оценка параметров процессов происходит с учетом вида функции распределения.

Литература

1. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания [Текст] / Л. Клейнрок. – М.: Машиностроение, 1979. – 432с.
2. Костин В.Н. Статистические методы и модели [Текст] / В.Н. Костин, Н.А. Тишина. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 138 с.
3. Левченко А.А. Анализ применения моделей процесса логистики в распределенных проектах на платформе SAP [Текст] / А.А. Левченко // Научная сессия НИЯУ МИФИ-2014 : аннотации докладов : в 3 т. Т. 3 : Кибербезопасность. Экономиче-

ские и правовые проблемы инновационного развития атомной отрасли. Методология профессионального и общего образования : Тематические секции обособленных подразделений НИЯУ МИФИ. – М.: НИЯУ МИФИ, 2014.

4. Левченко А.А. Проектирование специальных логистических процессов нефтехимической индустрии на платформе SAP [Текст] / А.А. Левченко // Управление большими системами : мат-лы X Всеросс. школы-конф. молодых ученых : в 2 т. / Уфимский госуд. авиационно-технол. ун-т. Т. 2. – Уфа: УГАТУ, 2013. – С. 150-154.
5. Степанова Е.Б. и др. Проектирование модулей специфических процессов в распределенных проектах с учетом региональных и национальных особенностей [Текст] / Е.Б. Степанова, А.А. Левченко, А. Тіренні и др. // Системный анализ в проектировании и управлении : сб. науч. тр. XVII Междунар. науч.-практ. конф. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. – С. 15-16.

Ключевые слова

ERP-система; процесс; электронный документооборот; управление изменениями; потоки данных; организационная структура.

Степанова Елена Борисовна

Левченко Артем Андреевич

РЕЦЕНЗИЯ

Территориально-распределенные среды поддержки ключевых процессов в ведущих отраслях промышленности должны использовать унифицированные бизнес-процессы на всех объектах предприятия. Поэтому при внедрении систем класса информационной системы планирования ресурсов предприятия (enterprise resource planning, ERP), в особенности, когда речь идет о тиражировании решения на весь концерн предприятия, используются типовые решения, в частности, в области логистики.

Методы теории массового обслуживания зарекомендовали себя как один из наиболее применимых методов оценки потоков данных, в частности информационных потоков на процессах предприятия и на крупных зарубежных проектах зачастую ведутся работы по расчету показателей нагрузки данными объектом обработки. Применение после расчета нагрузки процессов зависит от уровня сложности, типа проекта, особенностей обеспечения качества и целостности данных в информационной системе. Однако в свете специфики российского законодательства и требований компаний имеется ряд трудностей в описании модели решений. Так как именно в этих случаях необходима обширная база знаний имеющихся наработок, группа высококвалифицированных разработчиков в среде ERP-систем, и продуктивное тестирование реализуемых технологий на основе разработанных моделей в реальных крупномасштабных проектах.

В рецензируемой работе затронут именно этот аспект построения типовой модели процесса взаимодействия продавец-покупатель, требующий внимания со стороны крупных предприятий в свете новых требований законодательства. При внедрении бизнес-приложения SAP зачастую используют методологию ASAP, разработанную компанией SAP для внедрения бизнес-приложений SAP. Таким образом, актуальные на сегодняшний день разработанные автором статьи модели процессов могут быть отнесены ко второй фазе – концептуальное проектирование – и являются катализатором при ее выполнении, поэтому разработанные в данной работе метод оценки информационных потоков, модель типовых процессов и технология ее реализации, являются актуальными.

В работе выполнен анализ величин, описывающий информационный поток данных в системе взаимодействия бизнес-процессов предприятия и интегрированный подход к описанию информационных потоков при проектировании процессов с использованием методов теории массового обслуживания, теории Марковских процессов, постановки задачи математического программирования, что несомненно имеет практическую значимость.

Показано, что на основе выявленных ключевых шагов процесса, который требовал реинжиниринга, были сформированы подход, технология и программная реализация взаимодействия с поставщиками посредством функционала электронных счетов-фактур. Внедрение данного функционала позволяет сократить время обработки документов, уменьшить нагрузки информационных потоков данных и соответствует актуальным требованиям бизнеса. Основной вывод, что использование при внедрении ERP-системы типовых локализованных под специфику российского законодательства моделей процессов предприятия, представляется аргументированным. Сформированные подходы к оценке информационных потоков показывают, что имеется возможность не только более эффективно и в сжатые сроки управлять реинжинирингом процессов, но и более полно и прозрачно разрабатывать модели типовых процессов предприятия.

Пятецкий В.Е., д.т.н., профессор, академик Международной академии общественных наук, заведующий кафедрой бизнес-информатики и систем управления производством Национального исследовательского технологического университета МИСиС, Института экономики и управления промышленными предприятиями.