

ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Петренко А.Д., Петренко Д.А.

Донецкий национальный технический университет, г.Донецк
кафедра высшей математики

Abstract

Petrenko A.D., Petrenko D.A. WEB-oriented information system of enterprise management. The model of computer informative system is developed. It is made on the basis of expanding known traditional solutions in the Internet technology.

Введение.

История компьютерных информационных систем (КИС) насчитывает уже более тридцати лет. За это время из простых счетных инструментов они переросли в мощные средства ведения бизнеса, позволяющие не только автоматизировать и оперативно обрабатывать информацию, но и делать различного рода прогнозы. Однако при этом качественного скачка в управлении так и не произошло, и свидетельством этому является огромное количество бумажных документов, генерируемых системой, которые, по сути дела, являются результатом ее работы и опорой всего бизнеса.

Ситуация начала меняться в связи со стремительным развитием сети Интернет и появлением так называемого электронного бизнеса, который значительно быстрее, удобнее, прозрачней, и, что самое главное — он глобален. Естественно, что концептуальные изменения ведения бизнеса требуют изменения соответствующих инструментов управления, а именно компьютерных управленческих систем [1].

Данная проблема является весьма актуальной: согласно исследованиям, проведенным компанией IBM [2], проекты по обеспечению функционирования е-бизнеса и веб-интеграции уже существующих приложений находятся на первых местах по приоритетам для разработок. При этом решение проблемы предполагается осуществить путем кардинального пересмотра принципов построения систем управления, а именно использованием архитектуры нового поколения — SOA (service oriented architecture) [1].

Для внутрикорпоративного использования наиболее совершенными являются информационные системы класса ERP (Enterprise Resource Planning), которые, по сути, представляют собой уже не просто программно аппаратное средство автоматизации бизнеса, но его основу и идеологию. Однако в исходном виде они (например, SAP R/3, PeopleSoft, Oracle BS) не отвечают потребностям и задачам электронного бизнеса ни идеологически, ни технологически. Потенциал е-бизнеса колоссален и большинство компаний свое будущее связывают именно с ним, однако во внедрение и разработку внутренних ERP систем вложено немало труда, средств и времени, и, естественно, что в ближайшее время отказываться от проверенных и надежных ERP решений никто не будет.

Компромиссом может стать переходный вариант, получивший название "концепция ERP II" — информационные системы идентификации и планирования ресурсов предприятия, включающие в себя средства электронной коммерции и модули, обеспечивающие интеграцию с Интернет. Системы, имеющие такие возможности, принято называть веб-ориентированными. Крупнейшие поставщики крупных информационных систем уже заявили о поддержке Интернет технологий для последних версий продуктов. Однако заявленные возможности часто оказываются

плохо проработанными, или же вообще бесполезными. Это связано с множеством проблем, как на технологическом, так и на идеологическом уровнях. В частности, если способы создания программных продуктов для работы только в виртуальном пространстве уже хорошо изучены и отработаны, то формальные методы построения веб-расширений для классических, внутрикорпоративных ERP систем исследованы еще довольно слабо. Более того, различные поставщики зачастую основывают свои решения на идеологически разных концепциях, что сводит саму идею ERP и межплатформенной интеграции к минимуму. Как результат, использование подобных веб-надстроек не приносит выгоды предприятию, а скорее наоборот — способствует резкому увеличению расходов на информационные системы [3].

Целью настоящей работы являются: построение и анализ формальной модели функциональности системы; количественная оценка степени веб-ориентированности системы; построение формальной модели веб-ориентированной системы и выработка критерия ее эффективности.

Определение информационной системы.

Информационная система является комплексом, характеризующимся множественными причинно следственными взаимодействиями или иначе — это целенаправленный комплекс взаимосвязанных элементов и их отношений. Поэтому, следуя теоретико-множественному подходу, систему S , можно представить следующим образом: $S=F\{X,Y\}$, где F — функция перехода; $X = \{x_i: i=1,2,\dots,n\}$ — множество входящих элементов; $Y = \{y_j: j=1,2,\dots,m\}$ — множество исходящих элементов. Множества X и Y конечные по своей природе, так как определяют некоторую систему, выделенную из предметной области и дискретную по своей сущности. Тем самым любая система может быть представлена в виде графа, вершинами которого являются элементы системы, а ребрами — отношения между ними [4]. Все это позволяет использовать для описания систем аппарат теории графов.

Модель функциональности системы по автоматизации той или иной предметной области должна удовлетворять следующим требованиям:

- 1) Система должна иметь конечный набор выполняемых функций, отображающих бизнес-процессы конкретного предприятия.
- 2) Функции не равноправны, они отличаются по значимости в системе. Значимость — это параметр, который определяется исходя из экспертных оценок необходимости той или иной функциональности для нормального функционирования предприятия. Очевидно, что для каждой предметной области, для каждого конкретного проекта значимость функций будет различна.
- 3) Функции связаны между собой. Информация, генерируемая на выходе одной функцией, может быть использована на входе другой.
- 4) Функции независимы. Исключение из системы любой из функций уменьшает общий функциональный вес системы, но не нарушает процесса нормального функционирования других функций и системы в целом.

Исходя из данных требований, функциональность сложных информационных систем можно промоделировать в виде нагруженного графа $\Gamma(V, E)$, где V — множество вершин, соответствующих функциям в системе, E — множество связей между ними. Каждая вершина нагружена числом, соответствующим количественной оценке значимости функции.

При таком подходе, сильносвязные компоненты графа (клики) будут соответствовать относительно независимым функциональным модулям системы, а связи между ними — контурам. Схематично это изображено на рисунке 1.

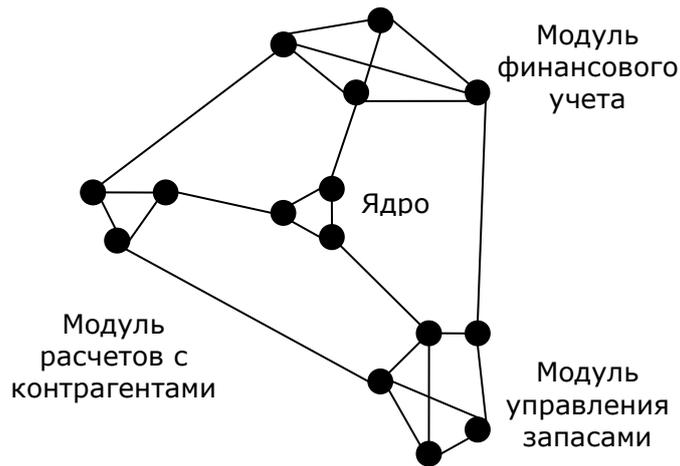


Рисунок 1 — Представление системы в виде графа

Каждую вершину (функцию), можно представить в виде нескольких подфункций для более детального анализа, или же наоборот, провести конденсацию графа для выявления глобальных связей между модулями. Граф функциональности может быть построен с использованием встроенных возможностей информационных систем.

Большинство крупных ERP систем имеет в своем наборе инструмент для управления функциональными возможностями. Обычно, функциональность представляется в виде дерева, листьями которого являются независимые функции системы. При этом можно отключать как отдельные листья, так и целые модули. Подобным образом работает, например, система MBS Ахарта, где каждая функция управляется с помощью так называемого «функционального ключа». Ключи связаны друг с другом, и существует возможность просмотра всех связей и автоматического построения графа функциональности.

При построении модели функциональности системы необходимо выполнить оценки значимости функций, которые являются весами вершин V_i графа Γ . Для их нахождения необходимо проранжировать элементы функциональности, что можно сделать, например, с помощью методологии экспертных оценок.

Цели системы управления.

Система управления должна быть целенаправленной и обеспечивать экономию общественного труда по сравнению с фактическим уровнем затрат до реализации инноваций. Ее цели определяются в основном внешними факторами поскольку она, в свою очередь, является подсистемой системы более высокого ранга и функционирует в тесной связи с внешней средой. С точки зрения внешней среды важно то, что происходит с выходами рассматриваемой системы. В таком случае целью системы является реализация некоторого набора значений выходов Y . В пространстве выходов Y определяется область цели $\bar{Y}^* \subset Y$, которая в частном случае вырождается в точку цели $y^* = (y_1^*, y_2^*, \dots)$. Для динамических систем состояние выходов в момент t отображает точка $y(t) \in \bar{Y}$.

Цели системы в зависимости от ее назначения задаются различными способами. Для систем разового действия, деятельность которых завершается достижением цели, требуется, чтобы $y(t)$ достигла \bar{Y}^* . При этом в частном случае следует выполнить условие $y(t) = y^*$. Для других систем необходимо, чтобы $y(t)$ достигла области \bar{Y}^* , а затем продолжила движение по заданной траектории $y'(t) \in \bar{Y}^*$.

Определение цели для отдельных выходов \bar{Y}^* или их группы называется частной целью. На траектории $y'(t)$ может быть определена предельная точка y'_k — конечная цель и ряд промежуточных целей y'_i — промежуточные цели.

В метрическом пространстве выходов системы можно ввести понятие расстояния от текущей точки, отражающей состояние системы и ее выходов в момент t , до области цели $\rho(x(t), \bar{Y}^*)$. В случае, если для $\rho_1 = \rho(x(t_1), \bar{Y}^*)$ и $\rho_2 = \rho(x(t_2), \bar{Y}^*)$ на интервале $((t_1, t_2), t_1)$ не менее заданной длины Δt выполняется условие $\rho_2 > \rho_1$, тогда система будет целенаправленной.

В системах управления с иерархической структурой каждая подсистема имеет свою цель, которая необязательно совпадает с целью всей системы в целом. Эффективное функционирование системы можно достигнуть только в том случае, если цели подсистем более низкого уровня будут согласованы с целями подсистем более высокого уровня. В связи с ветвлением системы от высших уровней к низшим возникает иерархия целей и подчинение низших целей высшим. Выделение целей по всем подсистемам и зависимостей между ними составляет дерево целей. Главными целями для систем управления предприятием могут быть рост объемов реализованной продукции, снижение ее себестоимости, выход на новые рынки сбыта и др.

Критерий веб-ориентированности КИС.

Взаимодействие с Интернет позволяет расширить функциональность системы по следующим направлениям:

- для обеспечения работы сотрудников компании с системой через Интернет;
- для предоставления дополнительных информационных сервисов клиентам компании;
- для автоматизированного взаимодействия с внешними КИС партнерами;
- для взаимодействия с банками;
- для взаимодействия с государственными органами.

В идеале необходимо, чтобы система имела функциональность, соответствующую всем этим требованиям, однако в некоторых случаях такая загруженность является избыточной.

Степень веб-ориентированности системы естественным образом можно определить как отношение:

$$k = \frac{Tw}{Ts}, \tag{1}$$

где

$$Tw = \sum_{i=1}^k Cm_i + \sum_{i=1}^m Cs_i \tag{2}$$

— общий вес функциональности, используемой в Интернет, равный сумме весов перенесенной и специфической функциональностей,

$$Ts = \sum_{i=1}^n Cf_i. \tag{3}$$

— общий вес стандартной функциональности системы.

В формулах (1) – (3) введены следующие обозначения: n — число стандартных функций системы; m — число специфических функций системы; $Cf = \{Cu_i; i=1,2,\dots,n\}$ — множество весов стандартных функций системы; $Cm = \{Cu_i; i=1,2,\dots,k\}$ — множество весов перенесенных в Интернет стандартных функций системы; $Cs = \{Cs_i; i=1,2,\dots,m\}$ — множество весов специфических функций системы.

Однако следует указать, что коэффициент k слабо не полностью отражает возможности по использованию веб-расширенной системы пользователями. Так, простые функции касающиеся, например, ввода второстепенной информации, могут иметь очень низкий показатель значимости, в то же время, если эта функциональность используется многократно и большим количеством пользователей, ее значение для анализа веб-ориентированности системы будет существенным. Поэтому в модель следует ввести дополнительный показатель — количество потенциальных пользователей той или иной функции. Из них $U_f = \{U_{f_i}; i=1,2,\dots,n\}$ — множество пользователей стандартных функций системы, $U_m = \{U_{m_i}; i=1,2,\dots,k\}$ — множество пользователей перенесенных в Интернет стандартных функций системы, $U_s = \{U_{s_i}; i=1,2,\dots,m\}$ — множество пользователей специфических функций системы.

Введем понятие функциональной полезности — величины, равной произведению значимости функции, на количество ее потенциальных пользователей. Тогда, степень веб-ориентированности системы может быть выражена как отношение суммарной функциональной полезности стандартной функциональности, к полезности функций перенесенных в Интернет:

$$k_w = \frac{\sum_{i=1}^k C_{m_i} \cdot U_{m_i} + \sum_{i=1}^m C_{s_i} \cdot U_{s_i}}{\sum_{i=1}^n C_{u_i} \cdot U_{f_i}} \quad (4)$$

Этот коэффициент учитывает уже как значимость и объем функциональности используемой в Интернет, так и ее востребованность потенциальными пользователями. В частности, он может принимать значения больше единицы, это будет означать, что веб-функциональность в системе превысила стандартную. В частности, с выходом в Интернет такой эффект может быть достигнут за счет значительного увеличения числа пользователей.

Формальная модель веб-ориентированной системы.

Модель веб-ориентированной системы принципиально не отличается от модели традиционной КИС, однако обладает рядом существенных особенностей. Во-первых, неизбежно изменяется функциональность системы — добавляются новые возможности, изменяются уже существующие, некоторые функции вообще теряют смысл и должны быть исключены из модели, часть функций не может быть перенесена в Интернет. Во-вторых, если корпоративная КИС полностью находится в пределах единой локальной сети, то веб-ориентированная система работает как в локальной сети, так и в Интернет. С неизбежностью это ощутимо влияет на такие характеристики как скорость передачи информации, задержки при передаче, способ доступа к информации и ее безопасность. В-третьих, доступ к веб-ориентированной системе могут иметь не только сотрудники, но и клиенты компании, поставщики, партнеры и просто гости. При этом количество потенциальных пользователей системы может вырасти во много раз. Как правило, количество пользователей для традиционной ERP системы крупного предприятия колеблется от 50 до 1000, в то время как веб-ориентированная система может иметь их практически неограниченное число. В свою очередь это накладывает ряд ограничений на производительность программно-аппаратной платформы, производительность каналов связи, безопасность передачи информации и общую надежность и защищенность системы.

Очевидно, что чем больше функциональности системы доступно из Интернет, тем сложнее система в плане проектирования и обслуживания, соответственно и выше расходы предприятия.

Структурно веб-ориентированная система незначительно отличается от традиционных КИС, ее типичная структура представлена на рисунке 2.

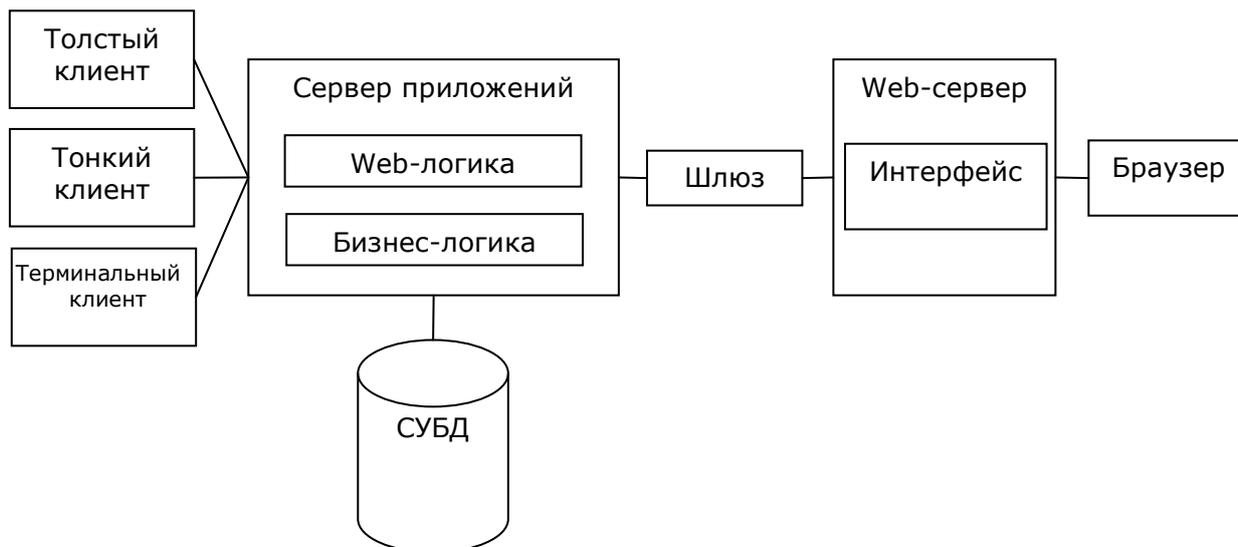


Рисунок 2 — Структура веб-ориентированной системы

Таким образом, веб-ориентированная система представляет собой не трех-, а четырех-уровневую КИС. Дополнительный уровень служит для взаимодействия с Интернет и представляет собой своего рода интерфейс для возможности работы с системой из браузера. Он состоит из шлюза и приложения визуального интерфейса. Основные функции шлюза — передача массивов данных между сервером приложений и интерфейсом и инициирование работы бизнес-логики системы. Шлюз представляет собой стандартизированный программный интерфейс к серверу приложений системы, выполненный на основе какой-либо технологии распределенных вычислений (COM, CORBA RMI, Remote .Net, Midas и др.). Предоставляемые шлюзом программные интерфейсы используются веб-сервером, для формирования визуальных html страниц, которые непосредственно отображаются в браузере пользователя.

Математическая модель системы.

Модель системы построим на основе общей модели функциональности для информационных систем, причем для простоты будем рассматривать только веб-ориентированную функциональность. Введем следующие обозначения:

n — число стандартных функций системы;

m — число специфических функций системы;

$M = \{M_i; i=1,2,...k; k < n; M \in U\}$ — множество перенесенных в Интернет стандартных функций системы;

$S = \{S_i; i=1,2,...m; S \notin U\}$ — множество специфических функций системы;

$C_m = \{C_{m_i}; i=1,2,...k\}$ — множество весов перенесенных в Интернет стандартных функций системы;

$C_s = \{C_{s_i}; i=1,2,...m\}$ — множество весов специфических функций системы;

$U_m = \{U_{m_i}; i=1,2,...k\}$ — множество пользователей перенесенных функций системы;

$U_s = \{U_{s_i}; i=1,2,...m\}$ — множество пользователей перенесенных функций системы;

Тогда общая функциональная полезность системы (total system utility) можно характеризовать коэффициентом

$$T_{SU} = \sum_{i=1}^k C_{m_i} \cdot U_{m_i} + \sum_{i=1}^m C_{s_i} \cdot U_{s_i}. \tag{5}$$

Очевидно, что чем больше его значение, тем выше используемость системы и функциональный охват. Рост величины значения T_{su} достигается за счет соответственного

увеличения числа и значимости веб-ориентированных функций системы и числа пользователей U_m , U_s .

Внедрение веб-ориентированных решений, естественно, приводит к материальным затратам на их обеспечение — на перенос функциональности, создание специфической функциональности, техническое оснащение, администрирование и эксплуатацию каналов связи и т.п. Это не только снижает экономическую эффективность информационной системы предприятия, но и может приводить к противоположному эффекту — вместо увеличения прибыли, предприятие понесет убытки [double down].

Для учета указанных затрат введем в модель следующие дополнительные параметры:

Dm_i : $i=1,2,\dots,k$ — затраты на веб-разработку i -ой стандартной функции системы

Ds_i : $i=1,2,\dots,m$ — затраты на веб-разработку i -ой специфической функции системы

E_i : $i=1,2,\dots,n$, $n=k+m$ — эксплуатационные затраты (на администрирование и функционирование i -ой функции системы).

Очевидно, что затраты на администрирование и функционирование системы не постоянны и зависят от количества пользователей $U = U_s \cup U_m$ причем можно считать, что в расчете на одного пользователя они экспоненциально убывают с ростом их числа. Тогда, суммарные затраты на разработку и содержание системы (total development and maintenance cost) системы будут такими:

$$T_{DMC} = \sum_{i=1}^k Dm_i + \sum_{i=1}^m Ds_i + \sum_{i=1}^n E_i \cdot \ln(U_i). \quad (6)$$

Система не является статичной и значения параметров таких как, например, число пользователей могут изменяться во времени. Ее максимальная эффективность может быть осуществлена путем соответствующего изменения параметров с использованием стандартных методов оптимизации. В частности, необходим правильный выбор набора функций для переноса их в Интернет, а также определение оптимального числа потенциальных пользователей.

Выводы.

Таким образом, в работе построена модель компьютерной информационной системы, ориентированной на Интернет технологии. Полученное решение может найти применение при проектировании веб-расширений для традиционных систем управления. Например, веб-ориентированное расширение функциональности Ахарта может представлять собой модуль для удаленного взаимодействия с логистическим контуром системы. С использованием Интернет технологий взаимодействие модуля с системой ведется через HTTP (Hyper Text Transfer Protocol), а бизнес логика его работы реализуется посредством механизма ASP, и интерфейсов предоставляемых COM объектом Ахарта.

Литература

1. Dijkstra E.W., The structure of "THE" multiprogramming System // Communications of the ACM — 1968. — Vol. 11, No. 5. — P. 345–346.
2. Perry P., Wolfe A., Foundation for the Study of Software Architecture // ACM SigSoft Software Engineering Notes, Vol. 14, No 4, October 1992.
3. Booch, Rumbaugh and Jacobson, The UML Modeling Language User Guide. Addison-Wesley, Reading, MA, 1999.
4. Петренко Д.А. "Использование графовых моделей в задачах производственного планирования". Материалы II международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых "Научно-технічний розвиток: економіка, технології, управління" Изд-во НТУУ КПІ, 2003. — С. 77–78.