

## ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ СБАЛАНСИРОВАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

*Рассматривается задача разработки модели, позволяющей на концептуальном уровне описать представление бизнес-процесса предприятия в виде системы сбалансированных показателей и согласовать это описание с информационной и визуальной моделями этого бизнес-процесса. Предложенная модель основана на математическом аппарате теории категорий и может быть реализована в рамках разрабатываемой информационной технологии мониторинга бизнес-активности предприятия.*

**Ключевые слова:** бизнес-процесс, информационная технология, бизнес-активность, система сбалансированных показателей, информационная модель показателя, теория фреймов.

### Введение

**Основные задачи мониторинга бизнес-активности предприятия.** В настоящее время существует большая потребность в специализированных ИТ оперативного мониторинга бизнес-активности (Business Activity Monitoring, ВАМ) предприятия. Концепция ВАМ была предложена аналитической компанией Gartner. В соответствии с этой концепцией ВАМ рассматривается как предоставление доступа в режиме, близком к режиму реального времени, к наиболее важным индикаторам производительности бизнеса с целью увеличения скорости и эффективности бизнес-операций [1]. Типичный сценарий ВАМ упрощенно выглядит следующим образом: лицо, принимающее бизнес-решения, оценивает происходящие на предприятии экономические события, используя специализированное программное обеспечение, основанное на наборе правил фильтрации событий и уведомления пользователей о возникающих событиях. Для решения задач ВАМ используется целый ряд ИТ. Так, например, для получения информации о состоянии процессов и событиях, происходящих в бизнес-процессах (БП), используются ИС управления БП, для доступа к разнообразным источникам данных и интегрированным приложениям используются ИТ интеграции корпоративных приложений.

Основными задачами ВАМ являются [1]:

- измерение фактических параметров БП и контроль их отклонений от заданных;
- контроль исполнения регламентов;
- обнаружение нештатных ситуаций;
- персонализированный контроль за исполнителями БП;
- контроль нагрузки на сотрудников и загрузки оборудования.

ВАМ тесно связан с интеграцией корпоративных приложений: для полноценного обеспечения

мониторинга бизнес-событий в реальном времени на крупном предприятии, необходимо интегрировать все используемые ИС.

От того, насколько оперативно сотрудники предприятия могут отреагировать на бизнес-события, во многом зависит эффективность работы предприятия. Решение задач ВАМ обеспечивает возможность оперативно отслеживать и обрабатывать важнейшие бизнес-события (новую сделку, изменение цепочки поставок, изменение законодательства, запрос на доработку ИС и т.д.). Внедрение и эксплуатация систем ВАМ способствует принятию быстрых, обоснованных и четких управленческих решений, результатами которых являются конкурентные преимущества, получаемые предприятием. Поэтому разработка специализированных ИТ ВАМ является актуальной научно-прикладной задачей.

**Формализованное описание информационной технологии мониторинга бизнес-активности предприятия.** Для решения проблемы построения ИТ ВАМ в работе [2] предложена обобщенная категорная модель, описывающая взаимодействие основных компонентов данной ИТ. Эта модель имеет вид

$$L^{ИТ} = [L^{ISO}, L^{IM}, L^{AM}, L^{VM}, F_{IM}^{ISO}, F_{ISO}^{IM}, F_{AM}^{ISO}, F_{ISO}^{AM}, F_{VM}^{ISO}, F_{ISO}^{VM}, F_{AM}^{IM}, F_{VM}^{AM}], \quad (1)$$

где  $L^{ИТ}$  – категория структурированных множеств, описывающая ИТ мониторинга БП;  $L^{ISO}$  – подкатегория, описывающая изоморфные алфавиты языков описания БП;  $L^{IM}$  – структурно-категорная модель информационного описания БП;  $L^{AM}$  – структурно-категорная модель аналитического описания БП;  $L^{VM}$  – структурно-категорная модель визуального описания БП;  $F_{IM}^{ISO}$  – функтор, отображающий подкатегию  $L^{ISO}$  в подкатегию  $L^{IM}$ ;  $F_{ISO}^{IM}$  – функтор, отображающий подкатегию  $L^{IM}$  в подкатегию

горию  $L^{ISO}$ ;  $F_{AM}^{ISO}$  – функтор, отображающий подкатеорию  $L^{ISO}$  в подкатеорию  $L^{AM}$ ;  $F_{ISO}^{AM}$  – функтор, отображающий подкатеорию  $L^{AM}$  в подкатеорию  $L^{ISO}$ ;  $F_{VM}^{ISO}$  – функтор, отображающий подкатеорию  $L^{ISO}$  в подкатеорию  $L^{VM}$ ;  $F_{ISO}^{VM}$  – функтор, отображающий подкатеорию  $L^{VM}$  в подкатеорию  $L^{ISO}$ ;  $F_{AM}^{IM}$  – функтор, отображающий подкатеорию  $L^{IM}$  в подкатеорию  $L^{AM}$  и устанавливающий правила преобразования информационного описания БП в аналитическое описание;  $F_{VM}^{AM}$  – функтор, отображающий подкатеорию  $L^{AM}$  в подкатеорию  $L^{VM}$  и устанавливающий правила преобразования аналитического описания модели БП в визуальное описание.

Предложенная теоретико-категорная модель ИТ ВАРМ отличается от традиционных категорных моделей ИС и ИТ. Отличие это заключается в изначальном выделении подкатегории  $L^{ISO}$ , обеспечивающей изоморфность алфавитов языков описания БП. В разрабатываемой ИТ можно выделить три группы таких языков:

- языки информационного описания БП;
- языки аналитического описания БП;
- языки визуального описания БП.

Реализацию подкатегории  $L^{ISO}$  предполагается осуществить на основе контекстно-свободных грамматик. За счет этого возможно, в отличие от существующих подходов, достичь следующих преимуществ:

- изначальное согласование информационного, аналитического и визуального описаний БП, каждое из которых соответствует принятым стандартам;
- использование в процессе интеграции различных описаний БП преимуществ способов формирования каждого из этих описаний;
- возможность корректировки информационного, аналитического или визуального описания БП по результатам формирования и использования двух других описаний БП.

**Постановка задачи исследования.** Как следует из выражения (1), для детализации формализованного описания ИТ ВАРМ необходимо в первую очередь разработать структурно-категорные модели информационного, визуального и аналитического описаний БП. Результаты разработки структурно-категорной модели информационного описания БП рассмотрены авторами в работе [3]. Результаты разработки моделей визуальных описаний БП и их взаимных преобразований рассмотрены авторами в работе [4]. Нерешенной остается задача разработки структурно-категорной модели аналитического описания БП.

Как показано в [5], БП в силу свойств понятия «операция» всегда может быть описан математической моделью – целевым функционалом и множест-

вом ограничений. Такое описание является важнейшим условием для постановки задачи глобальной оптимизации управления ресурсами различного рода. В связи с этим формализованное описание аналитической модели автоматизированного БП в виде подкатегории  $L^{AM}$  должно отражать описанную выше специфику аналитических моделей БП. Кроме того, структурно-категорная модель аналитического описания автоматизированного БП должна позволять установить взаимосвязь между реляционными и/или многомерными информационными описаниями данного БП на уровне хранилища или витрин данных с одной стороны и визуальными описаниями данного БП в виде структурных или объектных визуальных моделей с другой стороны.

В то же время в процессе мониторинга целесообразно рассматривать БП как совокупность неких показателей, разделяя их на подмножества аргументов и функций и имея возможность формировать для различных наборов показателей выборки их значений за указанный аналитиком промежуток времени.

Таким образом, можно выделить следующие требования, определяющие реализацию структурно-категорной модели аналитического описания БП в рамках ИТ моделирования автоматизированного БП:

- элементы структурно-категорной модели аналитического описания автоматизированного БП должны в одинаковой мере хорошо описывать различные формализованные описания этого БП;
- элементы структурно-категорной модели аналитического описания автоматизированного БП должны отображаться элементами визуальной модели БП;
- значения элементов структурно-категорной модели аналитического описания автоматизированного БП должны определяться совокупностью значений набора атрибутов информационного описания этого же БП.

### **Разработка структурно-категорной модели аналитического описания бизнес-процесса на основе системы сбалансированных показателей**

Выполнение этих требований приводит к необходимости использования специальных подходов к формированию аналитического описания БП предприятия с точки зрения нескольких перспектив. Таким подходом является система сбалансированных показателей (ССП). СПП позволяет разработать системную стратегию развития организации, трансформировать систему организации бизнеса под заявленные стратегические цели, спроектировать стратегические цели на уровень оперативного управления, обеспечить систему оперативного контроля достижения стратегических целей, согласовать между собой финансовые и нефинансовые параметры развития. Кроме того, СПП рассматривает деятельность компании с нескольких точек зрения и

открывает новые возможности для управления корпоративной стратегией предприятия, поскольку следование стратегии и мониторинг мероприятий, позволяющих ее достичь, являются наиболее действенными способами получить максимальную прибыль при вложенных затратах [6].

В общем случае ССП начинается создается «сверху вниз» (рис. 1) последовательным переводом

миссии и ценностей в видение, видения – в стратегию, стратегию – в цели, а цели – в наборы сбалансированных показателей по четырем основным группам (клиенты, финансы, внутренние процессы, обучение и рост персонала). В то же время изменение значений выделенных показателей определяют («снизу вверх») изменения целей, стратегии, видения и, при необходимости, миссии и основных ценностей предприятия [7].

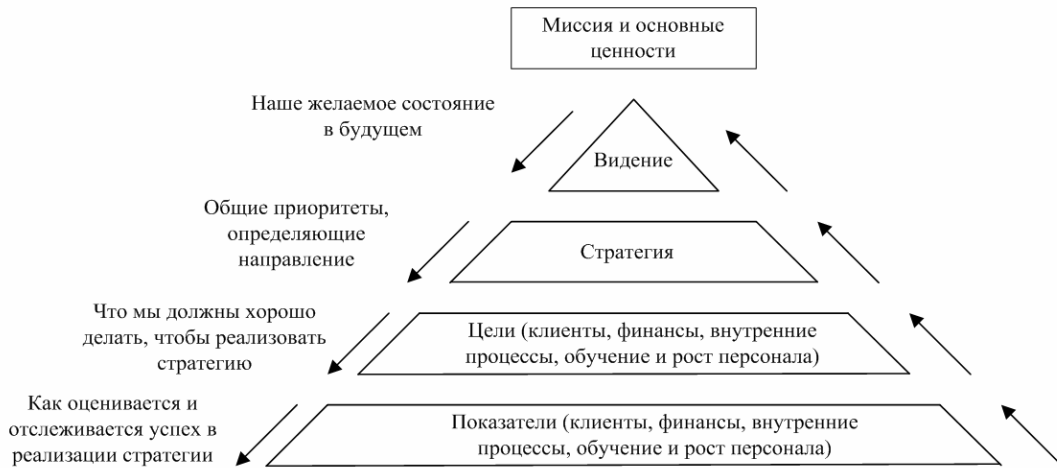


Рис. 1. Процесс формирования системы сбалансированных показателей

Сказанное выше позволяет утверждать, что ССП в равной мере использует особенности структурного и объектно-ориентированного подходов к моделированию БП. При этом назначение показателей в соответствии со стратегией и целями управления БП происходит в соответствии с методологией структурного проектирования ИС, а выделение отклонений и постепенная формализация этих отклонений в виде новых целей и стратегий – в соответствии с методологией объектно-ориентированного проектирования.

Опыт разработок ССП, накопленный к настоящему времени, свидетельствует о совмещении особенностей структурного и объектного представлений в визуальном оформлении ССП и ее отдельных элементов. Особенно сильно это проявляется на наиболее формализованных уровнях процесса формирования ССП, а именно на уровне формирования целей и уровне формирования сбалансированных показателей. Так, в [7] рассмотрено формирование стратегических карт, отбор показателей и формирование информационных моделей показателей. При этом процесс формирования стратегических карт представляется как формирование деклараций о целях и последующее выстраивание иерархии целей с учетом их причинно-следственной связи. Процесс отбора показателей представляется как декларация критериев отбора, формирование декларативных описаний каждого показателя в соответствии с задекларированными критериями, формирование и принятие решения разработчиком ССП о выборе из задекларированных показателей тех, которые будут

образовывать ССП для исследуемого предприятия. Процесс формирования информационной модели показателя представляется как декларация описания показателя в соответствии с заранее принятым шаблоном. При этом декларативно описываются и формулы, по которым будет осуществляться вычисление значений этого показателя.

Сказанное выше определяет необходимость реализации в рамках математической модели аналитического описания автоматизированного БП как ССП отображения, устанавливающего связь следующих основных элементов:

- формализованного описания отдельных целей (стратегий) управления автоматизированным БП и их иерархии;
- формализованного описания групп показателей и отдельных показателей, характеризующих каждую из выделенных целей (стратегий).

С учетом теоретико-категорной природы обобщенного формализованного описания ИТ ВАМ (1), такая модель будет иметь следующий вид:

$$L^A = [L^C, L^P, F_C^P], \quad (2)$$

где  $L^A$  – подкатегория, описывающая структурно-категорную модель аналитического описания автоматизированного БП;  $L^C$  – подкатегория описаний целей автоматизированного БП;  $L^P$  – подкатегория описаний показателей, характеризующих цели автоматизированного БП;  $F_C^P$  – функтор, устанавливающий соответствие целей и показателей автоматизированного БП.

Как отмечено выше, элементы подкатегории  $L^C$  должны быть способны отражать иерархию целей автоматизированного БП и его отдельных работ. В то же время необходимость отображения причинно-следственной связи отдельных целей на каждом из уровней иерархии требует представления элементов подкатегории  $L^C$  как ориентированных графов. При этом визуальное представление подкатегории  $L^C$  должно иметь вид, приближенный к одному из традиционных способов визуального представления стратегической карты (например, рассмотренному в [6]).

Это условие определяет формализованное представление элементов класса объектов  $Ob_C$  подкатегории  $L^C$  как ориентированных графов, содержащих не менее одной вершины и имеющих вид  $G_C = (D_C, V_C)$ ,

$$G_C = (D_C, V_C), \quad (3)$$

где  $D_C$  – множество вершин ориентированного графа  $G_C$ , состоящее из двух следующих подмножеств:

$$D_C = \{d_{dec_i}, \{d_{cae_j}\}\}; \quad (4)$$

$d_{dec_i}$  –  $i$ -я вершина графа  $G_C$ , описывающая декларативное представление цели  $c_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, k, \dots$ ;  $d_{cae_j}$  –  $j$ -я вершина графа  $G_C$ , описывающая наличие причинно-следственной связи между элементами подмножества  $\{d_{dec_i}\}$ ,  $j = 1, 2, \dots, m, \dots$ ;  $V_C$  – множество дуг ориентированного графа  $G_C$ , состоящее из двух следующих подмножеств:

$$V_C = \{v_{cae_j}^{dec_i}, \{v_{dec_k}^{cae_j}\}\}; \quad (5)$$

$v_{cae_j}^{dec_i}$  – дуга графа  $G_C$ , описывающая назначение декларативного представления цели  $c_i$  как причины для одной или нескольких других декларативных представлений целей подмножества  $\{d_{dec_i}\}$ ;  $v_{dec_k}^{cae_j}$  – дуга графа  $G_C$ , описывающая назначение декларативного представления цели  $c_k$  как следствия в  $j$ -ой причинно-следственной связи.

Морфизмами подкатегории  $L^C$  в этом случае будут являться отображения, связывающие декларативные представления целей соседних уровней иерархии. В общем случае класс морфизмов  $Mor_C$  подкатегории  $L^C$  может быть представлен как два подмножества таких отображений следующего вида:

$$Mor_C = \left[ \left[ \left\{ Mor_{\exists}^{d_{dec_i}, d_{dec_k}^b} \right\}, \left\{ Mor_{\exists}^{d_{dec_i}, \{d_{dec_k}\}^b} \right\} \right] \right], \quad (6)$$

где  $Mor_{\exists}^{d_{dec_i}, d_{dec_k}^b}$  – морфизм, устанавливающий иерархию между декларативным представлением

цели  $c_i$  на  $a$ -м уровне иерархии и декларативным представлением цели  $c_k$  на  $b$ -м уровне иерархии;

$Mor_{\exists}^{d_{dec_i}, \{d_{dec_k}\}^b}$  – коконус морфизмов, устанавливающих иерархию между декларативным представлением цели  $c_i$  на  $a$ -м уровне иерархии и всеми декларативными представлениями целей на  $b$ -м уровне иерархии.

Таким образом, подкатегория  $L^C$  в общем случае будет представлена выражением

$$L^C = [(\{d_{dec_i}\}, \{d_{cae_j}\}, \{v_{cae_j}^{dec_i}\}, \{v_{dec_k}^{cae_j}\}), (\{Mor_{\exists}^{d_{dec_i}, d_{dec_k}^b}\}, \{Mor_{\exists}^{d_{dec_i}, \{d_{dec_k}\}^b}\})]. \quad (7)$$

Как отмечено выше, процесс формирования элементов подкатегории  $L^P$  является декларативным процессом, в результате которого создается информационная модель показателя  $p_i$ . Пример такой модели рассмотрен в [6]. Поэтому для разработки формализованного описания показателя следует выбрать математический аппарат, теории фреймов. Тогда элементы класса объектов  $Ob_P$  подкатегории  $L^P$  как декларативные описания отдельных показателей  $p_i$  ССП могут быть представлены в общем случае фреймом, формализованное описание которого имеет вид следующего кортежа:

$$p_i = (Id_i, N_i, Des_i, \{ns_j^i, ts_j^i, vs_j^i, ps_j^i\}), \quad (8)$$

где  $Id_i$  – идентификатор показателя  $p_i$ ;  $N_i$  – наименование показателя  $p_i$ ;  $Des_i$  – описание показателя  $p_i$ ;  $\{ns_j^i, ts_j^i, vs_j^i, ps_j^i\}$  – множество слотов фрейма;  $ns_j^i$  – наименование слота, описывающего  $j$ -й атрибут информационной модели  $i$ -го фрейма;  $ts_j^i$  – тип данных слота, описывающего  $j$ -й атрибут информационной модели  $i$ -го фрейма;  $vs_j^i$  – значение слота, описывающего  $j$ -й атрибут информационной модели  $i$ -го фрейма;  $ps_j^i$  – декларативное описание процедуры конструирования значения слота, описывающего  $j$ -й атрибут информационной модели  $i$ -го фрейма.

Конкретное наполнение слотов фреймовой модели показателя (8) определяется информационной моделью показателя, выбранной в ходе реализации ИТ ВАРМ.

Элементы класса морфизмов  $Mor_P$  подкатегории  $L^P$  в этом случае отражают результаты агрегации отдельных локальных показателей в глобальные показатели в рамках ССП. Такое определение морфизмов подкатегории  $L^P$  позволяет формализовано описать их как функциональные зависимости, аргу-

ментами которых являются локальные показатели  $r_k, \dots, r_m$ , а собственно функцией – глобальный показатель  $r_i$ . При этом функциональные зависимости могут быть как классическими математическими функциями агрегации, так и функциями, позволяющим агрегировать значения других типов данных.

Тогда формализованное описание подкатегории  $L^P$  будет иметь вид

$$L^P = [(Id_i, N_i, Des_i, \{ns_j^i, ts_j^i, vs_j^i, ps_j^i\}), (Id_i = f(Id_k, \dots, Id_m))], \quad (9)$$

$i, k, m = 1, 2, \dots; i \neq k, i \neq m, k \neq m.$

Функтор  $F_C^P$ , устанавливающий соответствие целей и показателей автоматизированного БП, в общем случае может быть описан отображением вида

$$F_C^P : \begin{cases} C \rightarrow 2^P; \\ c_i \rightarrow \{p_j\} \in P, \end{cases} \quad (10)$$

где  $C$  – множество целей автоматизированного БП;  $c_i$  –  $i$ -я цель автоматизированного БП;  $P$  – множество показателей, характеризующих отдельные цели из множества целей  $C$ ;  $p_j$  –  $j$ -й показатель, характеризующий отдельные цели;  $\{p_j\}$  – подмножество показателей, характеризующее отдельную  $i$ -ую цель  $c_i$ .

### Выводы и перспективы дальнейших исследований

Предложенная в статье теоретико-категорная модель БП позволяет обеспечить выполнение следующих работ:

– использование ССП для мониторинга и управления автоматизированными БП предприятия;

– согласование визуальной, аналитической и информационной моделей БП за счет использования единого декларативного подхода к описанию БП и его элементов;

– дальнейшее формирование на основе выбранных показателей классических операционных моделей автоматизированного БП и последующим решением соответствующих задач оптимизации.

### Список литературы

1. Черняк Л. На пути к предприятию, управляемому в реальном времени / Л. Черняк // Открытые системы. – 2002. – № 12. – С. 43-47.
2. Євланов М.В. Формалізований опис технології візуального моделювання автоматизованих бізнес-процесів промислового підприємства / М.В. Євланов, В.О. Антонов, Є.В. Корнеєва // Вісник Академії митної служби України. – 2007. – № 3 (35). – С. 95-100.
3. Євланов М.В. Формалізованное описание информационной модели бизнес-процесса / М.В. Євланов, Е.В. Корнеєва // Системи обробки інформації: зб. наук. пр. – X.: ХУ ПС, 2009. – Вип. 6 (80). – С. 167-171.
4. Антонов В.А. Взаимное преобразование визуальных моделей бизнес-процессов промышленного предприятия / В.А. Антонов, Е.В. Корнеєва // Управління розвитком. Міжнародна науково-практична конференція „Стратегії IT-технологій в освіті, економіці та екології” 15-16 листопада 2007 р. – X.: ХНЕУ, 2007. – № 7. – С. 20-21.
5. Chase R.B. Production and operations management: manufacturing and services / R.B. Chase, N.J. Aquilano, R.F. Jacobs. – Boston: Irwin, 1998. – 889 p.
6. Каплан Р. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию / Р. Каплан, Д. Нортон. – СПб: Вильямс, 2006. – 384 с.
7. Niven P.R. Balanced Scorecard Step-by-Step: Maximizing Performance and Maintaining Results / P.R. Niven. – N-Y.: John Wiley & Sons, Inc, 2002.

Поступила в редколлегию 2.04.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. О.Е. Федорович, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

### ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ЗБАЛАНСОВАНИХ ПОКАЗНИКІВ В ІНФОРМАЦІЙНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ АВТОМАТИЗОВАНИХ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ

М.В. Євланов, В.О. Антонов, Є.В. Корнеєва

*Розглядається задача розробки моделі, що дозволяє на концептуальному рівні описати представлення бізнес-процесу підприємства у вигляді системи збалансованих показників і погоджувати цей опис з інформаційною і візуальною моделями цього бізнес-процеса. Запропонована модель заснована на математичному апараті теорії категорій і може бути реалізована в рамках інформаційної технології моніторингу бізнес-активності підприємства, що розробляється.*

**Ключові слова:** бізнес-процес, інформаційна технологія, бізнес-активність, система збалансованих показників, інформаційна модель показника, теорія фреймів.

### APPLICATION OF BALANCED SCORECARD IN INFORMATION TECHNOLOGY FOR AUTOMATED MONITORING BUSINESS PROCESSES

M.V. Evlanov, V.A. Antonov, E.V. Korneeva

*The task of development of model, allowing at conceptual level to describe presentation of business processes of enterprise as a system of the balanced indexes and co-ordinate this description with the informative and visual models of this business processes is examined. the offered model is based on the mathematical vehicle of theory of categories and can be realized within the framework of the developed information technology of monitoring of business-activity enterprise.*

**Keywords:** business processes, information technology, business-activity, system of the balanced indexes, informative model of index, theory of frames.