

УДК 004:005

А. В. РЕЧКАЛОВ, А. К. МУРАТОВ, С. Г. КУЛИКОВ**БИЗНЕС-МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ КИС
И СТРУКТУРИРОВАНИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ**

В статье рассматривается подход к формализованному описанию процессов предприятия, отличающийся ориентацией на объекты управления. Определяются основные элементы данной модели и характер их взаимодействия. Ставится задача построения структуры предметной области моделирования. *Корпоративные информационные системы; бизнес-моделирование; объект управления*

**1. ФОРМУЛИРОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ
И ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ**

На современном этапе развития крупных промышленных предприятий остро стоит проблема улучшения качества управления. Корпоративная информационная система является одним из способов повышения эффективности управления на предприятии. Но большие затраты времени и финансовых ресурсов на внедрение и сопровождение, неполная реализация функциональных возможностей КИС способны нивелировать возможные выгоды и прибыль от использования информационной системы. В связи с этим возникает ряд проблем при внедрении:

- внедрение информационной системы как можно быстрее, без «затягивания сроков проекта»;
- полноценное использование всех возможностей и функциональности системы;
- документирование разрабатываемых проектных решений для легкого развития и совершенствования функционала системы в будущем.

Однако современная практика внедрения информационных ERP-систем предполагает предварительную реорганизацию и реструктуризацию бизнес-процессов предприятия. Таким образом, бизнес-моделирование в процессе внедрения должно обеспечить достижение целей эффективного и полноценного внедрения КИС и достижение целей реорганизации процессов и процессного управления. Решение задачи построения таких моделей требует специализированных методик и технологий по созданию моделей.

В настоящее время существует множество методик, позволяющих подойти к процессу моделирования для целей реинжиниринга и формализации процессов без учета последующего внедрения информационной системы. Помимо этого, предприятия, внедряющие информационные системы ERP-класса, как правило, крупные холдинги с большим количеством процессов. Это означает, что формируемая модель является объемной и масштабной, и задача разграничения ответственности и структурирования предметной области приобретает сугубо практическое значение.

Поэтому целью данной статьи является формирование методики моделирования для внедрения корпоративной ERP-информационной системы и структурирования предметной области моделирования крупномасштабных проектов.

**2. ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД
И КОНЦЕПЦИЯ
СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННОЙ АРХИТЕКТУРЫ
ДЛЯ БИЗНЕС-МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Процесс бизнес-моделирования может быть реализован в рамках различных методик, отличающихся, прежде всего, своим подходом к тому, что представляет собой моделируемая организация. В соответствии с различными представлениями об организации, методики моделирования подразделяют на 2 класса — структурные и объектные.

Внедрение информационной системы предполагает реализацию в ней информационной модели предприятия, которая базируется на определенных объектах управления и информации об этих объектах, необходимой в

процессе принятия управленческих решений. Помимо этого, внедрение информационной ERP-системы является крупномасштабным проектом, с привлечением большой команды специалистов по внедрению. Модель, оперирующая объектами, позволяет выделить предметные области моделирования и разделить зоны ответственности между отдельными подгруппами команды, четко разграничивая рабочие области — каждая подгруппа производит описание закрепленных за ней объектов, формируя весь необходимый перечень информационного окружения — ключевые показатели объекта, процессы, функции управления.

Поэтому необходимость разработки модели информационных объектов как элемента структуры управленческого учета, является практической задачей при внедрении корпоративных информационных систем на крупных предприятиях с разветвленной организационной структурой.

В процессе построения системы управленческого учета каждая организация самостоятельно решает проблему идентификации объектов управленческого учета, которые должны быть соотнесены с целями и стратегией организации. Поэтому не существует универсальной модели объектов учета, которая могла бы быть использована любым предприятием вне зависимости от сферы деятельности, организационной структуры, целей функционирования и т. д. Несмотря на сложности в идентификации элементов учета, современная практика построения управленческих систем предлагает ряд подходов к группировке объектов управления на верхнем уровне, что позволяет говорить о структуре управленческой системы.

Формирование системы объектов управления и их идентификация выполняются на основании принципов, обусловленных целями построения системы и начальными условиями:

1) в сильно разветвленной иерархической структуре, каковой является структура крупного холдинга, объекты управления имеют зависимость от уровня управления. Для начальника отдела или цеха более важным представляется информация операционного уровня, где сырье, материалы, узлы и детали преобразовываются в готовую продукцию и где происходит обслуживание клиентов.

2) при построении системы управления предприятием, в рамках проекта по автоматизации и внедрению крупномасштабной ин-

формационной системы, экономические показатели как объекты управления необходимо отбирать в соответствии с принципом уплотнения информации. Причем с повышением уровня управления происходит не только уплотнение информации, но также изменяется ее характер и способы использования.

3) внедрение информационной ERP-системы в первую очередь направлено на построение системы управленческого учета, поэтому объекты должны представлять собой систему, для эффективного воздействия на них со стороны управляющей системы, а показатели, характеризующие объекты управления, должны давать пользователям информации всестороннее понимание состояния объекта управления.

4) создание целостного объекта управления посредством объединения однотипных объектов с разных уровней системы управления. Таким образом, объекты управления и управляющие системы, в качестве которых в данном случае выступает персонал предприятия, могут быть представлены в виде структуры (рис. 1).

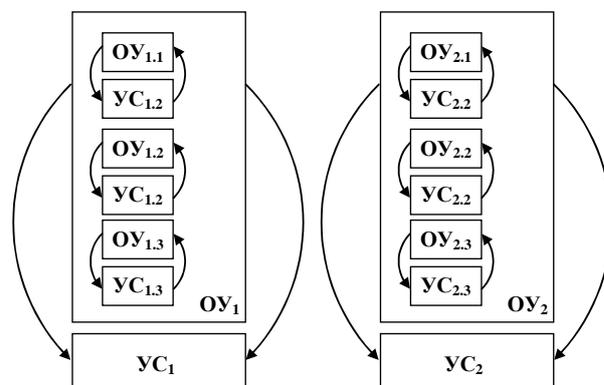


Рис. 1. Многоуровневый объект управления

Примером подобного объединения могут быть затраты — самая многочисленная группа объектов управления. Выбранный способ расчета и группировки затрат предприятия оказывает сильное влияние на состав и структуру системы управления в целом. Таким образом, выбор в пользу методологии объектно-ориентированного подхода является очевидным для формирования системы объектов управленческого учета и ее последующей реализации в информационной системе.

В качестве основы семантического аппарата и обозначения терминологии при проектировании методики построения объектной модели применим эталонную модель SOA. Данная модель содержит минимально необходи-

мый набор объединяющих концепций, аксиом и связей с какими-либо другими предметными областями, и независима от других технологий, концепций и стандартов.

Центральной идеей концепции является аксиома об определенных «возможностях» объектов в некоторой системе, которые удовлетворяют некоторые потребности этих же объектов системы. Основной семантической единицей сервис-ориентированной архитектуры является категория «сервис», определяющая объект в аспекте:

- возможности выполнения работы для другого сервиса;
- спецификации работы, предложенной для другого сервиса;
- предложения выполнить работу для другого сервиса.

Таким образом, предлагается разработку модели системы управления осуществить посредством применения объектно-ориентированного подхода как наиболее оптимальной концепции при проектировании больших систем, а эталонную модель сервис-ориентированной архитектуры рассматривать как частную реализацию объектно-ориентированного подхода.

3. СТРУКТУРА БИЗНЕС-МОДЕЛИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПОНЕНТНОЙ МОДЕЛИ

Основными элементами бизнес-модели являются:

- класс объекта, в нотации ARIS выраженный сущностью «тип объекта»;
- объект как единичный экземпляр определенного класса;
- словарь данных.

Типы объектов в бизнес-модели вступают в различные взаимосвязи. Математическое описание рассматриваемой бизнес-модели представляет собой ориентированный граф M , в котором множество классов K являются его вершинами, возможные взаимосвязи R между данными классами формируют дуги графа. Таким образом, бизнес-модель может быть представлена в следующем виде:

$$BM = \{M_K^I, M_K^U, S\}, \quad (1)$$

$$M_K^I = \{K, R^I\}, R^I \subseteq K \times K, \quad (2)$$

$$M_K^U = \{K, R^U\}, R^U \subseteq K \times K, \quad (3)$$

где BM — бизнес-модель; M_K^I — множество классов, связанных отношениями непосредственных связей; M_K^U — множество классов,

связанных отношениями композиции-декомпозиции; K — множество классов; S — словарь бизнес-модели.

Формализованное описание бизнес-модели выполняется с четырех точек зрения («взглядов») (рис. 2):

- стратегия и цели;
- структура бизнес-процессов;
- функциональная структура КИС;
- описание бизнес-компонент.

Точка зрения стратегии и целей — совокупность правил, руководствуясь которыми менеджмент предприятия осуществляет принятие решений.

Точка зрения бизнес-процессов — это бизнес-постановка задачи, то есть формализованное описание бизнес-процессов, входящих в объем проектируемых решений, с точки зрения бизнес-пользователей.

Точка зрения функций КИС — это формализованное описание функциональных возможностей информационной системы.

Точка зрения бизнес-компонент — это связующее звено между структурой бизнес-процессов и структурой функций КИС. Цель использования описания бизнес-компонент — функциональная группировка активностей бизнес-процессов для получения обобщенного представления проектируемого решения как системы взаимосвязанных и взаимодействующих агрегатов функций. Таким образом, слой бизнес-компонент позиционируется как промежуточное звено между слоем бизнес-требований и слоем возможностей информационной системы (рис. 3).



Рис. 3. Соотношение бизнес-процессов, бизнес-компонент и функций КИС

Класс позволяет описать свойства объектов из данной совокупности аспектов пред-

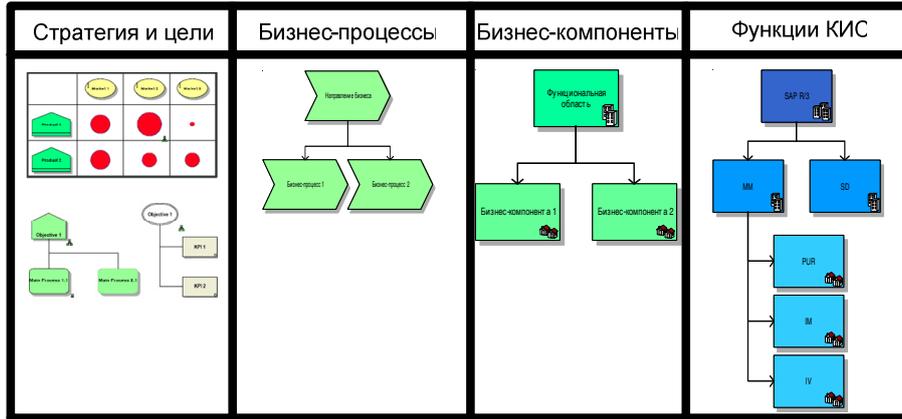


Рис. 2. Общая структура бизнес-модели

ставления предприятия. Данное описание обязательно должно включать в себя:

- перечень атрибутов объектов для описания отличительных особенностей и свойств объектов. Атрибуты характеризуют уникальность, идентичность объекта и его состояния;
- перечень процессов, функций и операций, характеризующий объекты данного типа. Процессы описывают и определяют поведение данного объекта;
- перечень бизнес-компонент, характеризующий элементный состав модели объектов управления;
- перечень функциональных возможностей информационной ERP-системы, эффективное внедрение которой является одной из выделенных целей бизнес-модели;

$$k = \{A, BP, BK, F\}, k \in K, \quad (4)$$

$$q_{q \in A} = \left\{ \begin{array}{l} k \in K, q \in K \\ r \in R, q \in R \end{array} \right., A \subset R \cup K, \quad (5)$$

где A – множество атрибутов класса; BP – множество процессов класса; BK – множество компонент класса; F – множество функций информационной системы; R – множество действительных чисел.

С точки зрения содержательной части компонента включает в себя:

- множество входных и выходных информационных сущностей;
- множество объектов управления;
- множество функций, осуществляющих реализацию предназначения компоненты.

$$bk_{bk \in BK} = \{C^I, C^O, H, BP\}, \quad (6)$$

$$C^I \subset K \cup O, C^O \subset K \cup O,$$

$$H \subset K \cup O, BP \subset K \cup O,$$

где C^I – множество входных информационных сущностей; C^O – множество выходных

информационных сущностей; H – множество объектов управления; BP – множество функций; O – множество объектов бизнес-модели.

Содержательная часть бизнес-процессов содержит следующие элементы:

$$bp_{bp \in BP} = \{D^I, D^O, T, Z\}$$

$$D^I \subset K \cup O, D^O \subset K \cup O, \quad (7)$$

$$T \subset K \cup O, Z \subset K \cup O$$

$$z_{z \in Z} = \begin{cases} z_i, & \text{если } z_i - \\ & \text{— операция 4-го уровня} \\ bp_k, & \text{если } z_i - \\ & \text{— не относится к 4-му уровню,} \\ & z_i \in Z \subseteq bp_j, j \neq k, \end{cases} \quad (8)$$

где D^I – множество входных носителей информации; D^O – множество выходных носителей документов; T – множество транзакций атомарных операций; Z – множество операций процесса; O – множество объектов бизнес-модели.

Для реализации семантики эталонной модели сервис-ориентированной архитектуры выделены следующие основные элементы компонентной модели и проанализировано их соотношение с категориями эталонной модели: объект управления; бизнес-функция; входная информационная сущность; выходная информационная сущность; управляемый показатель бизнес-компоненты.

Под объектом управления понимается значимый для бизнеса измеримый показатель, отражающий состояние материального или нематериального объекта, являющегося элементом полной структуры ресурсов предприятия (материальных, трудовых, финансовых, информационных).

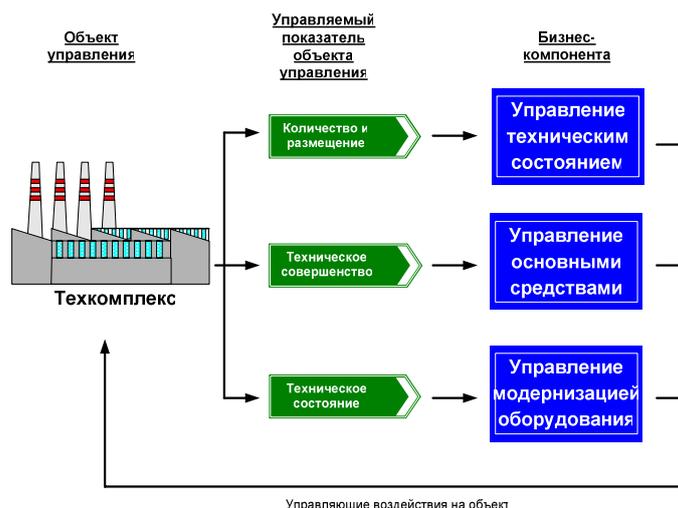


Рис. 4. Структура бизнес-компоненты

Таблица 1

Концепция SOA	Характеристика	Реализация в компонентной модели
Сервис	Механизм осуществления доступа к одной или более возможностям, потенциал выполнять работы для другого объекта с указанием спецификации выполняемых действий	Бизнес-компонента, выражающая и реализующая потребности и возможности объекта управления, ассоциируемого с ней
Объект	Некоторый выделенный объект, имеющий возможность и предоставляющий сервис, через который происходит доступ к данной возможности	Объект управления и ассоциированная с ним компонента в качестве сущности управляющая входящей и исходящей информацией
Возможность	Обладание объектом способности решения проблем, возникающих у других объектов	Реализуется исходящей информацией от компонента для нужд других компонент модели
Потребность	Наличие у какого-либо объекта некоторой проблемы, требующей решения.	Реализуется входящей информацией для удовлетворения внутренних потребностей компонент. Причем откуда компонента-поставщик получает данную информацию, потребителю неизвестно
Обозримость	Поставщик и потребитель для реализации взаимодействия должны «видеть» друг друга	Принцип обозримости невозможен к реализации в компонентной модели, так как выражает аспект технического взаимодействия, который не рассматривается в модели

Каждая компонента бизнес-модели соотнесена с категорией сервиса как некоторого механизма, выражающего «потребность» и «возможность» объекта, которым управляет данная компонента. Сам объект управления в данном случае является поставщиком сервиса. Потребность объекта выражена в виде необходимой информации об объекте управления, идущей на вход каждой из компонент. Возможность выражена в необходимости обладания информацией, необходимой другим компонентам.

Управление объектом осуществляется путем планирования этих показателей, их мони-

торинга, выполнения мероприятий по воздействию на объект с целью изменения показателей в сторону запланированных значений. Набор этих функций управления составляет контур управления бизнес-компоненты.

Сведем в табл. 1 основные концепции сервис-ориентированной архитектуры и их реализацию в компонентной модели бизнес-процессов. Необходимо отметить, что базовая модель сервис-ориентированной архитектуры предполагает оперирование не всеми базовыми категориями, а только теми, которые являются важными и значимыми с точки зрения проектируемой системы.

4. КОМПОНЕНТНАЯ МОДЕЛЬ КАК ИНСТРУМЕНТ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Основной характеристикой проекта по внедрению информационной ERP-системы является большая проектная команда, занимающаяся проектированием типового решения внедряемого программного комплекса. Структура проектной команды представлена на рис. 5. Первый уровень данной структуры представлен группами консультантов по бизнес-моделированию, объединенных в группы по признаку выделенной предметной области моделирования. Основной задачей консультантов является идентификация, обследование и описание компонент. Предметная область характеризуется конечным набором компонент, идентифицированных для данной предметной области на основании управленческих критериев. Связь между множествами компонент и предметных областей такова, что одной предметной области принадлежит конечное число компонент, но одна компонента не может входить в структуру более чем одной предметной области. При постановке данной задачи сущность классификационного признака предметной области моделирования не является существенным. Поэтому компоненты для каждой из предметных областей и связанные с данными компонентами бизнес-процессы формируют второй и третий уровни структуры соответственно. Для оптимизации данной древовидной структуры воспользуемся методом структурного анализа.

Предположим, что в процессе бизнес-моделирования проектная группа разделена на n подгрупп, по количеству предметных областей, где $n \in N$. Количество специалистов-консультантов для каждой подгруппы обозначим через K_1 для первой подгруппы, K_2 для второй подгруппы и так далее до K_n — числа консультантов в последней подгруппе.

Консультанты проектной команды имеют разную квалификацию. Исходя из этого, для вычисления суммарной квалификации каждой подгруппы моделирования воспользуемся следующими формулами: квалификация подгруппы $\alpha_n = \sum_{j=1}^{K_n} \alpha_j$, где α_j — квалификация j -го консультанта n подгруппы.

Суммарная квалификация всей группы бизнес-моделирования будет равна сумме квалификаций всех консультантов по каждой подгруппе:

$$\alpha = \left(\sum_{j=1}^{K_1} \alpha_j + \sum_{j=1}^{K_2} \alpha_j + \dots + \sum_{j=1}^{K_n} \alpha_j \right) = \sum_{K_i=1}^n \sum_{j=1}^{K_i} \alpha_j.$$

В процессе планирования процесса бизнес-моделирования по трудовым ресурсам возникает проблема при определении необходимого числа консультантов с учетом их квалификации, опыта и предполагаемого объема моделирования. Применение компонент, в качестве агрегирующей сущности для количества информации и процессов в проектном решении, позволяет дать их приблизительные оценки, что в свою очередь дает возможность использовать компоненты как отправные точки при оценке общих трудозатрат для моделирования и оценке оптимальности структуры проектной команды.

Предположим, что в процессе анализа управленческой системы было идентифицировано и выделено I бизнес-компонент. Организация работ по бизнес-моделированию предполагает отнесение компонент к каждой из подгрупп с целью формирования проектной структуры, описанной выше (рис. 5):

- компоненты, описываемые 1-й подгруппой: $(bk_1^1, bk_2^1 \dots bk_i^1)$, где $i \in N$;
- компоненты, описываемые 2-й подгруппой: $(bk_1^2, bk_2^2 \dots bk_i^2)$, где $i \in N$;
- компоненты, описываемые n -й подгруппой: $(bk_1^n, bk_2^n \dots bk_i^n)$, где $i \in N$.

Суммарное число компонент в модели $I = \sum_{n \in N} \sum_{i \in N} bk_i^n$.

Каждой бизнес-компоненте соответствует уровень сложности ее описания r_j , $j = \overline{1, I}$, определяемый экспертным путем. Суммарная сложность описания всех компонент системы будет равна $\mu = \sum_{j=1}^I r_j$. Введем в рассмотрение коэффициент соответствия $\xi = \frac{\alpha}{\mu}$ и произведем нормализацию коэффициентов r_j , $j = \overline{1, I}$:

$$r_1^* = r_1 \cdot \xi; \quad r_2^* = r_2 \cdot \xi; \quad r_I^* = r_I \cdot \xi.$$

Принимая во внимание возможность расширения системы в процессе бизнес-моделирования за счет добавления к уже идентифицированным компонентам новых, а также возможность увеличения числа процессов по компонентам, изменим способ расчета коэффициента соответствия с учетом максимально возможной сложности системы:

$$\xi = \frac{\tau - \alpha}{\mu},$$

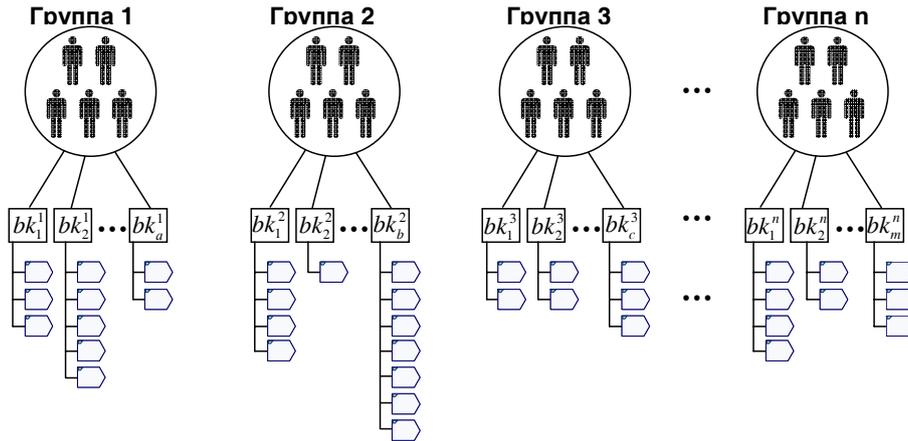


Рис. 5. Структура проектной группы внедрения

где τ — предполагаемая максимальная оценка суммарной сложности компонент в системе, которые могут быть введены в нее после первичной идентификации или в процессе эксплуатации уже настроенной системы.

Очевидно, что структура, в которой один консультант занимается обследованием одной компоненты, информационные потоки которой описаны строго одним бизнес-процессом, является самой оптимальной с точки зрения качества и скорости описания. В этом случае структура имеет одинаковое число элементов на каждом уровне, причем количество элементов каждого уровня равно числу бизнес-процессов как самому многочисленному классу объектов в предлагаемой иерархии. Данное условие ведет к решению задачи максимально возможной структуризации. Для этого введем следующие ограничения:

- $L = 3$ — число уровней иерархии;
- $M = K + I + P$ — максимально допустимое число элементов структуры, в которой K — общее число консультантов, занятых в процессе бизнес-моделирования, I — число компонент в разрабатываемом проектном решении, P — общее число бизнес-процессов в разрабатываемом проектном решении;
- M_1, M_2, M_3 — максимально допустимое число элементов на каждом уровне структуры: консультантов, компонент и бизнес-процессов;
- x_1, x_2, x_3 — количество элементов на каждом из 3 уровней структуры.

Поставленная задача максимальной структуризации (один процесс соответствует одной компоненте, описываемой одним консультантом), с математической точки зрения представим в виде системы неравенств:

$$K(x) = x_1 + x_2 + x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 1 \leq x_1 \leq M_1 \\ 1 \leq x_2 \leq M_2 \\ 1 \leq x_3 \leq M_3 \\ x_1 + x_2 + x_3 \leq M \end{cases} \begin{cases} \sum_{j_1} r_{j_1} \leq \alpha_1, \\ j_1 \in A_1 \\ \sum_{j_2} r_{j_2} \leq \alpha_2, \\ j_2 \in A_2 \\ \dots \\ \sum_{j_{M_1}} r_{j_{M_1}} \leq \alpha_{M_1}, \\ j_{M_1} \in A_{M_1} \end{cases}$$

$A_k, k = \overline{1, M_1}$ в последней совокупности неравенств является множеством элементов первого и второго уровней, определяемых следующим образом. Консультанты и компоненты первого и второго уровней упорядочиваются по убыванию коэффициента квалификации/сложности. Элементы получившегося множества обозначим как $\{B_i\}$, где $i = \overline{1, m}$. Затем полученные узлы B_1, B_2, \dots, B_m разбиваем на подмножества A_1, A_2, \dots, A_{M_1} , для чего последовательно рассматриваются элементы $\alpha_i, i = 1, n$. Для каждого α_i перебираются поочередно $B_i (i = \overline{1, m})$ из числа ранжированных компонент. Каждая из данных компонент включается в подмножество A_k , соответствующее узлу α_i , в случае если суммарная сложность включенных ранее в это подмножество компонент и рассматриваемой компоненты B_i не превосходит квалификацию элемента α_i . В противном случае происходит переход к компоненте B_{i+1} и т. д. Если просмотрены все компоненты $B_i (i = \overline{1, m})$, то переходят к формированию следующего подмножества A_{k+1} для узла α_{i+1} до тех пор, пока не будут распределены по подмножествам все компоненты B_i (рис. 6).

Среди подмножеств $A_k (k = \overline{1, M_1})$ могут оказаться подмножества с нулевой мощностью. В этом случае необходимо провести перераспределение компонент между подмножествами A_k . Для каждого подмножества с нулевой мощностью последовательно осуществляем просмотр элементов с минимальной сложностью среди уже заполненных подмножеств $A_l (l < k)$. Если эта минимальная сложность не превосходит квалификации α_i , то соответствующий элемент исключается из данного подмножества и переносится в нулевое. После этого переходим к рассмотрению следующего нулевого подмножества. Данная итерация повторяется до тех пор, пока не будут устранены все нулевые подмножества. В результате получаем множество подмножеств A_1, A_2, \dots, A_k , в котором каждому элементу из $\alpha_i (i = \overline{1, M_1})$ соответствует конечный набор из r_{jk} .

Помимо вышеперечисленных ограничений для процесса бизнес-моделирования необходимо введение дополнительных ограничений по числу компонент на одного консультанта. Согласно теории Миллера, подтверждаемой экспериментальными данными, оперативная память человека способна оперировать с 7 ± 2 объектами, что соответствует равновероятному выбору из 8. В случае привлечения для процесса бизнес-моделирования сторонних консультантов необходимо учитывать бюджетные ограничения и рыночную стоимость работы одного консультанта исходя из его квалификации. Приняв стоимость единицы квалификации консультанта за C , величину косвенных расходов в процессе моделирования за C_1 , а общий бюджет, выделенный для бизнес-моделирования, за S , и учитывая ограничения по равновероятному выбору из 8, сформулируем дополнительные ограничения:

$$\frac{x_3}{x_2} \leq 8, \quad \frac{x_2}{x_1} \leq 8, \quad \sum_{K_i=1}^n \sum_{j=1}^{K_i} c \cdot \alpha_j + c_1 \leq S.$$

Или это можно переписать в виде:

$$\begin{cases} x_3 - 8x_2 \leq 0 \\ x_2 - 8x_1 \leq 0. \end{cases}$$

Введем дополнительную переменную z , заменим целевую функцию неравенством и сформируем общую систему ограничений для расчета оптимальной иерархии проектной группы и элементов проектного решения.

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 \geq z \\ x_3 - 8x_2 \leq 0 \\ x_2 - 8x_1 \leq 0 \\ 1 \leq x_1 \leq M_1 \\ 1 \leq x_2 \leq M_2 \\ 1 \leq x_3 \leq M_3 \\ x_1 + x_2 + x_3 \leq M \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sum_{K_i=1}^n \sum_{j=1}^{K_i} c \cdot \alpha_j + \\ + c_1 - S \leq 0 \\ -x_1 - x_2 - \\ -x_3 + z \leq 0 \\ -x_1 \leq -1 \\ -x_2 \leq -1 \\ -x_3 \leq -3 \\ -z \leq 0 \\ x_1 \leq M_1 \\ x_2 \leq M_2 \\ x_3 \leq M_3 \\ -8x_2 + x_3 \leq 0 \\ -8x_1 + x_2 \leq 0 \end{cases}$$

Данная система неравенств имеет наиболее простой вид и может быть решена с применением различных методов (например, методом фундаментального свертывания Черникова). Основным достоинством данного метода является возможность получения не просто оптимального решения, а множества возможных решений системы неравенств. Это позволяет не просто сделать выбор, а оценить иные варианты решений, с учетом факторов, которые сложны для формализации и описания с использованием математического аппарата.

5. ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРЕДЛАГАЕМОЙ МЕТОДИКИ

Первым шагом при построении компонентной модели является выделение объектов управления, значимых с точки зрения системы управления исследуемого предприятия. Согласно вышеизложенным положениям, все объекты управления для систематизации предметной области моделирования необходимо сгруппировать по значимому критерию. Посредством метода экспертных оценок в качестве значимого критерия группировки компонент на верхнем уровне был выбран критерий общепринятых функциональных разрезов традиционных ERP-систем. В результате обследования каждой из предметных областей был идентифицирован набор бизнес-компонент по каждой из предметных областей и реализующие каждую из компонент бизнес-процессы. Выделенные предметные области, число компоненты и бизнес-процессы по каждой из областей представлены в таблице (табл. 2).

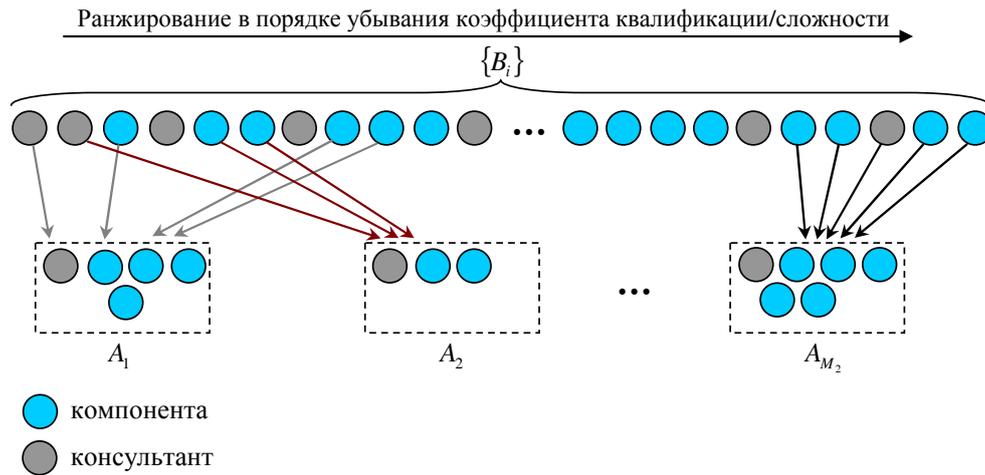


Рис. 6. Распределение элементов по подгруппам

Таблица 2

№	Предметная область	Количество компонент	Количество бизнес-процессов
1	Бухгалтерский и налоговый учет	7	20
2	Управление договорами	2	7
3	Контроллинг	5	19
4	Управление финансами и бизнес-планирование	6	18
5	Управление персоналом	3	8
6	Сбыт и снабжение	6	15
7	Основное производство	8	25

Таким образом, получаем структуру со следующим набором параметров для каждого уровня:

- количество уровней иерархии в рассматриваемой структуре $L = 4$;
- количество элементов первого уровня иерархии $K_1 = 7$;
- количество компонент разрабатываемого проектного решения $I = 37$;
- суммарное количество бизнес-процессов по всей бизнес-модели $P = 112$.

В качестве примера реализации рассмотрим описание компонент подсистемы «Сбыт и снабжение». В соответствии с соглашением о кодировании, значением первых двух разрядов префикса кода процессов и компонент будет являться краткая аббревиатура подсистемы – SC.

В соответствии с формулой (6) для определения компоненты необходим идентифицированный объект управления H и мно-

жество входных информационных сущностей C^I . По результатам обследования предприятия, проведенного перед началом процесса бизнес-моделирования, был сформирован необходимый набор объектов управления и информационных сущностей для управления выделенными объектами (табл. 3). Для каждого объекта управления сформулируем компоненту управления данным объектом: компонента «SC01 – Управление запасами» для объекта управления «Состояние запасов»; компонента «SC02 – Управление потребностью в ресурсах» для объекта управления «Обеспеченность потребности в ресурсах»; компонента «SC03 – Управление закупками» для объекта управления «Исполнение заявок на закупку».

Реализация бизнес-логики компоненты «SC03 – Управление закупками» осуществляется посредством группы бизнес-процессов:

- формирование контракта на закупку работ, услуг;
- формирование и отправка запроса, получение предложения поставщика;
- закупка нестандартных ТМЦ по договору оказания услуг;
- закупка электроресурсов и энергоресурсов;
- закупка ТМЦ за наличный расчет;
- оперативная закупка ТМЦ;
- закупка услуг и контроль выполнения работ;
- закупка услуг с перевыставлением счета;
- контроль счетов;
- учет резерва под снижение стоимости ТМЦ;
- закрытие отчетного периода.

Таблица 3

№	Объект управления	Бизнес-компонента	Информационная сущность для управления объектом
1	Состояние запасов	SC01 — Управление запасами	Первичные документы о движении ТМЦ Данные о запасах ТМЦ Закрытые и незакрытые заявки на закупку ТМЦ
2	Обеспеченность потребности в ресурсах	SC02 — Управление потребностью в ресурсах	Заявка на потребление Заявка на закупку услуг Сводная заявка МТО Данные заявок на закупку ТМЦ
3	Исполнение заявок на закупку	SC0 — Управление закупками	Документы формирования и корректировки резервов Данные о закупках Документы возникновения обязательств/задолженности Обязательства к оплате Основные данные контрагентов Доступный лимит средств Счет-фактура (данные НДС) Учетные номера договоров Номенклатура работ Объем закупаемого оборудования Факт расходования лимита средств

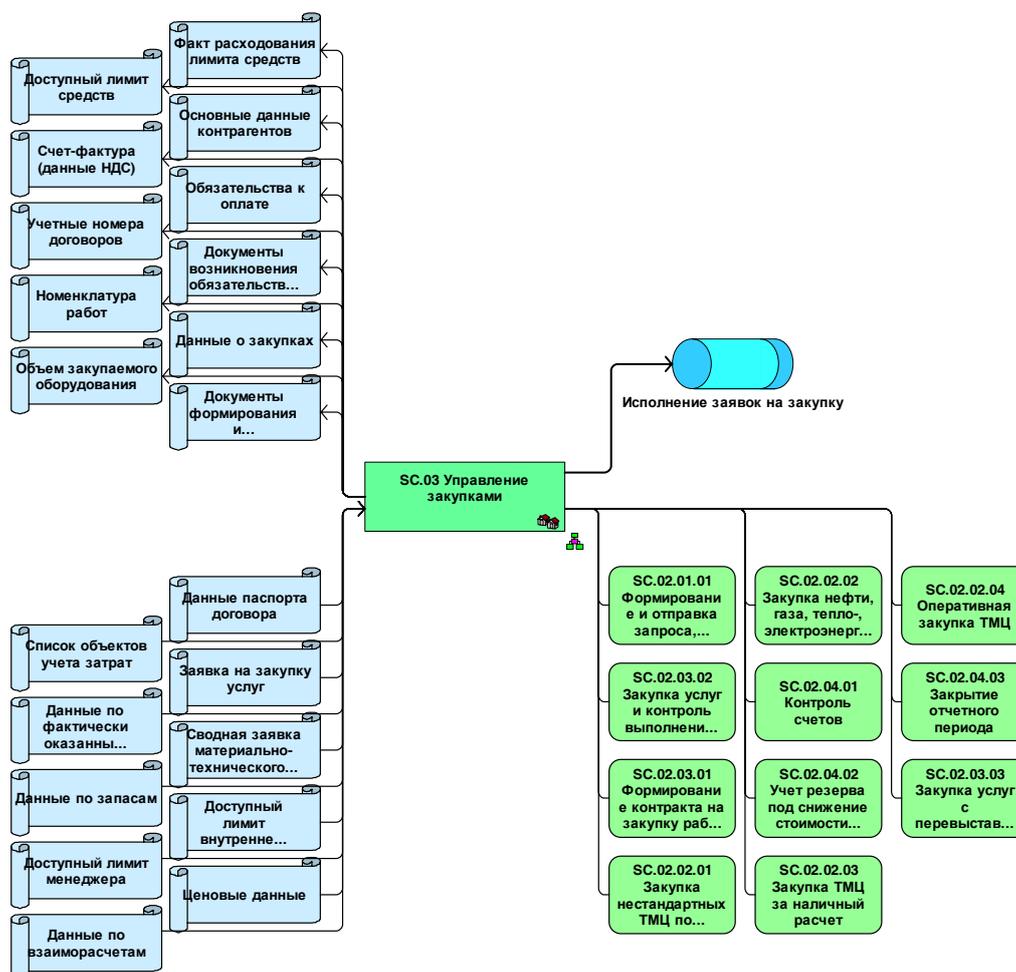


Рис. 7. Пример диаграммы бизнес-компоненты «Управление закупками»

Идентифицированные бизнес-процессы являются процессами второго уровня модели. Их детализация и пооперационное расписание показало, что необходим следующий набор входных данных:

- данные паспорта договора;
- заявка на закупку услуг;
- сводная заявка материально-технического обеспечения;
- доступный лимит внутреннего подрячика;
- ценовые данные;
- список объектов учета затрат;
- данные по фактически оказанным услугам;
- данные по запасам;
- доступный лимит менеджера;
- данные по взаиморасчетам.

Представленные элементы структуры бизнес-компоненты являются отправной точкой при формировании полноценной бизнес-модели: бизнес-процессы компоненты формируют структуру второго уровня модели, входные и выходные информационные сущности в процессе декомпозиции трансформируются в конкретные документы системы управления предприятия. Пример сформированной диаграммы бизнес-компоненты представлен на рис. 7.

ВЫВОДЫ

Предложенная в статье методика позволяет подойти к процессу моделирования с позиции формализации предметной области для последующего внедрения информационной системы. Для выстраивания прозрачной структуры объектов управления в системе управления предприятием использован объектно-ориентированный подход и сервис-ориентированная архитектура.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **OASIS Reference Architecture for Service Oriented Architecture 1.0.**
2. **Булгакова, С. М.** Методология распознавания и структурирование объектов управленческого учета / С. М. Булгакова // Вестник ВГУ. 2005. № 1. С. 101–106.
3. **Буч, Г.** Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на С++ / Г. Буч. М. : Бином, СПб. : Невский диалект, 2000. 560 с.
4. **Исаев, Г. Н.** Информационные системы в экономике : учеб. пособие / Г. Н. Исаев. М. : Омега-Л, 2006. 462 с.
5. **Солдатов, А. В.** Метод создания автоматизированных информационных систем на предметно-ориентированной платформе / А. В. Солдатов // Автоматизация и управление в машиностроении. 2004. № 22.

ОБ АВТОРАХ



Речкалов Александр Васильевич, проф. каф. АСУ. Дипл. инж. по автом. и электр. горных работ (ТИИ, 1976). Д-р техн. наук по автоматизации и управлению техн. процессами (УГАТУ, 2001). Иссл. в обл. управления в эконом. системах.



Муратов Артур Климович, асп. той же каф. Дипл. инж. по инф. системам в экономике (УГАТУ, 2004). Иссл. в обл. управления в экономических системах.



Куликов Сергей Геннадиевич, вед. спец.-эксп. отдела координации гос. закупок Мин-ва экон. развития Респ. Башкортостан. Дипл. инж.-системотехник (УГАТУ, 2001). Иссл. в обл. автоматиз. информ. систем, гос. и муницип. заказов, инф.-аналит. сопровожд.