

ФОРМАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ПОДДЕРЖКИ РЕОРГАНИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ*

УДК 004.378

Георгий Николаевич Калянов,
д.т.н., профессор, зав. лаб. Методов автоматизации управления организационными системами, Институт проблем управления Российской Академии наук (ИПУ РАН)
Тел.: 8 (495) 334-91-01
Эл. почта: Kalyanov@ipu.ru

В статье рассматривается комплекс методов, позволяющих проводить формализованное исследование бизнес-процессов предприятий, осуществлять их функционально-структурное проектирование, тестирование и верификацию.

Ключевые слова: бизнес-процесс, реорганизация, грамматика бизнес-процесса, тестирование.

Georgy N. Kalyanov,
Doctorate of Economics, Professor, the Chief of Laboratory of Automation Control Methods of Organization Systems, Institute of Informatics Problems of the Russian Academy of Sciences (IPI RAN)
Tel.: 8 (495) 334-91-01
E-mail: Kalyanov@ipu.ru

FORMAL METHODS OF SUPPORT OF REORGANIZATION OF BUSINESS PROJECTS

The article describes a set of methods that allow keeping a formal investigation of business processes of enterprises and carrying out their functional-structural design, testing and verification.

Keywords: business process, reorganization, grammar of business-process, testing.

1. Введение

Выполнение проектов по реорганизации бизнес-процессов представляет собой широкую область научно-технической деятельности, поскольку эффективное функционирование современных предприятий в условиях возрастающей сложности решаемых ими задач и быстрой смены предъявляемых к ним требований потребителей во многом определяется возможностями использования мощных методов системного анализа, продуктивных математических моделей и методов исследования, целостных методик проектирования, а также инструментальных программных средств их реализации.

Однако, как правило, реорганизация бизнес-процессов регламентируется на интуитивном, слабо формализованном уровне, отсутствуют методики перехода от текущего состояния к целевому, отсутствуют метрики и критерии целевого состояния, то есть непонятно, к чему нужно стремиться и что может быть достигнуто. Существующие подходы и методы (являющиеся, как правило, know-how крупных консалтинговых компаний) обладают узкой предметной и проблемной ориентацией, следовательно, их применение для предприятий любого типа либо невозможно либо крайне неэффективно.

2. Формальная модель бизнес-процесса

Рассмотрим комплекс методов, позволяющих проводить формализованное исследование бизнес-процессов предприятий, осуществлять их функционально-структурное проектирование, тестирование и верификацию.

Интегрирующим ядром комплекса методов реорганизации является *графовая модель бизнес-процесса*. Нижний уровень модели содержит информационные объекты (ИО), представляемые с помощью кортежей $D_i(a_i^1, a_i^2, \dots, a_i^n)$, где D_i – идентификатор i -го ИО, a_i^j – j -ый атрибут i -го ИО. Бизнес-операция моделируется парой $T_i D_j = (T_i, D_j)$, где T_i – тип операции с ИО. При этом выделяются следующие типы операций: создание, присваивание значений (определение), архивирование, уничтожение, регистрация, ознакомление, редактирование, утверждение (визирование), согласование, публикация (для всеобщего доступа), передача на исполнение (в том числе и с назначением маршрутов), контроль исполнения, привязка к другим ИО. При этом $T_i D_j = (T_i a_j^1, T_i a_j^2, \dots, T_i a_j^k)$, однако для ряда операций (например, операции редактирования) могут существовать такие индексы m , что $T_i a_j^m = a_j^m$, т.е. операция может применяться не ко всем атрибутам ИО. Бизнес-функция моделируется кортежем бизнес-операций $I_m((T_{1m}, D_{1l}), \dots, (T_{km}, D_{kl}))$, где I_m – роль исполнителя, T_{1m}, \dots, T_{km} – элементы множества $\{T_i\}$, D_{1l}, \dots, D_{kl} – элементы множества $\{D_j\}$. Модель бизнес-процесса представляет собой граф управления бизнес-функциями $\Gamma(N, n_0, n_\phi, E, M, EM, EN, R, ER)$, где N – множество узлов, каждый из которых соответствует бизнес-функции; n_0 и n_ϕ – входной и завершающий узел соответственно; E – множество управляющих ребер такое, что $\forall i, j \in N \cup \{n_0, n_\phi\}: (i, j) \in E$, если возможна ситуация, когда за выполнением бизнес-функции i будет выполняться бизнес-функция j ; M – множество узлов, соответствующих структурным единицам предприятия; EM – множество ребер подчиненности такое, что $\forall i, j \in M: (i, j) \in EM$, если структурная единица j подчинена структурной единице i ; EN – множество ребер исполнения бизнес-функции такое, что $\forall i \in M, j \in N: (i, j) \in EN$, если бизнес-функция j может быть выполнена в подразделении i ; R – множество ресурсов предприятия; ER – множество взвешенных ребер использования ресурсов такое, что $\forall i \in R, j \in N: (i, j) \in ER$, если бизнес-функция j использует при своем выполнении ресурс i .

Введенная модель имеет следующие основные достоинства.

1) Интегрирует три базовых аспекта предприятия – его организационно-штатную структуру, технологию деятельности в разрезе их функциональности, а также используемые ресурсы в контексте использующих их деятельностей и, таким образом, является объединенной информационно-логической моделью.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 12-07-00200).

2) Служит интегрирующим ядром комплексной технологии реорганизации и обеспечивает переходы и интерфейсы между ее этапами, а также наследование полученных на предшествующих этапах технологии результатов ее последующими этапами.

3) Является внутренней с позиций пользователя. Традиционные модели бизнес-процессов, с которыми пользователь работает непосредственно, такие как диаграммы потоков данных, SADT-диаграммы, диаграммы «сущность-связь» и др. [1], могут быть транслированы в предложенную модель бизнес-процесса, и наоборот, результаты, полученные при исследовании модели, ретранслируются в термины традиционных моделей.

3. Комплекс методов поддержки реорганизации бизнес-процесса

Формальный аппарат решения задачи *проектирования* бизнес-процесса основан на введении специальной атрибутной правосторонней порождающей грамматики для бизнес-процесса [2], назначение которой заключается в умении строить любые правильные цепочки выполнения бизнес-процесса (то есть возможные последовательности необходимых для выполнения процесса бизнес-функций), не генерируя при этом ни одной неправильной цепочки.

Порождающей грамматикой для бизнес-процесса называется упорядоченная девятка объектов $G = (V_N, V_T, V_0, P, A_s, M_s, A_n, M_n, C)$, где V_T – множество терминальных символов; V_N – множество нетерминальных символов; $V_0 \subseteq V_N$ – множество начальных символов; P – множество порождающих правил; A_s – конечное множество синтезируемых атрибутов; M_s – множество методов синтеза атрибутов; A_n – конечное множество наследуемых атрибутов; M_n – множество методов наследования атрибутов; C – множество символов, определяющих параллелизм. Первые четыре объекта G определяют традиционным образом порождающую грамматику. Следующие четыре объекта определяют множество свойств (атрибутов), характеризующих символы порождаемых цепочек, и правила обработки этих свойств. Последний символ предназначен для обеспечения возможности порождения подцепочек бизнес-функций, которые могут (но не обязательно должны) выполняться параллельно.

Таким образом, грамматика бизнес-процесса представляет собой порождающую грамматику с дополнительными механизмами передачи информации и обработки некоторых не контекстно-свободных аспектов синтаксиса языка описания бизнес-процесса (например, требования ограничений по ресурсам). Введение в грамматику синтезируемых атрибутов и методов их синтеза позволяет порождать только цепочки, удовлетворяющие заранее известным жестким ограничениям на совокупное использование бизнес-процессом одного или нескольких ресурсов. Назначение наследуемых атрибутов заключается в необходимости передавать на последующие шаги порождения бизнес-процесса информацию о местах выполнения бизнес-функций в организационно-штатной структуре предприятия. В случае, когда бизнес-функция может быть выполнена в различных подразделениях предприятия, наследуемый атрибут несет информацию по выбору правил порождения хвоста цепочки выполнения бизнес-процесса.

Углубленный алгоритм работы метода включает пять шагов.

1. Трансляция моделей, формализующих результаты обследования на традиционных языках моделирования в граф бизнес-процесса.

2. Уточнение графа бизнес-процесса на предмет возможности последовательности и параллельности выполнения бизнес-функций, а также введение значений синтезируемых атрибутов, ограничений на них и методов их синтеза.

3. Построение грамматики бизнес-процесса на основании его графа.

4. Генерация (на основании порождающей грамматики) ограниченного множества вариантов выполнения бизнес-процесса на основании набора его бизнес-функций с учетом ограничений.

5. Принятие решения по проектируемому бизнес-процессу.

Оценка качества бизнес-процесса [3] базируется на том, что составляющие его бизнес-функции должны быть как можно более независимы (критерий сцепления), и чтобы каждая из них выполняла единственную, связанную с общей задачей, подзадачу (критерий связности).

В «хорошем» бизнес-процессе сцепления (как мера взаимозависимости бизнес-функций) должны быть

минимизированы, то есть функции должны быть слабозависимыми (независимыми) настолько, насколько это возможно. Метод ранжирует следующие типы сцепления бизнес-функций в порядке от более слабого к более сильному: сцепление по данным, по шаблону, по управлению, по общей области, по содержанию. Фактически понятие сцепления обобщает механизмы передачи параметров между компонентами программных систем и является лишь одним из критериев оценки качества разбиения бизнес-процесса на части: он оценивает, насколько хорошо входящие в него бизнес-функции отделены друг от друга.

Другим критерием оценки качества расчленения бизнес-процесса является критерий связности, контролирующий, как сгруппированные в одной функции действия связаны друг с другом. Связность – это мера прочности соединения функциональных и информационных объектов внутри одной бизнес-функции. Размещение сильно связанных объектов в одной и той же функции уменьшает межфункциональные взаимосвязи и взаимовлияния. Методом определяются формально на графе бизнес-процесса и ранжируются следующие уровни связности: функциональная, последовательная, информационная, процедурная, временная и логическая.

Введенный аппарат порождающих бизнес-процесс грамматики позволяет строить возможные варианты выполнения бизнес-процесса, учитывая заданный тип его связности. Для решения этой задачи используется механизм синтезируемых атрибутов и специальных методов их синтеза.

Предложенный метод оценки качества позволяет решать следующие задачи:

- определение типов сцепления и связности бизнес-процесса;
- анализ выявленных типов сцепления и связности. Если эти типы не устраивают, то определение приемлемых типов сцепления и связности с последующей коррекцией модели;
- порождение вариантов бизнес-процесса, имеющих типы сцепления и связности не хуже заданных.

Для целей *тестирования бизнес-процессов* в [3, 4] был предложен ряд критериев и стратегий тестирования, ориентированных на обнаружение наиболее типичных для предприятия

ошибок при работе с его информационными ресурсами. Примерами таких ошибок являются: создание информационных объектов (ИО) и/или их атрибутов, не используемых в дальнейшей деятельности; отсутствие и/или неполнота ИО и/или их атрибутов; дублирование ИО и/или их атрибутов и, как следствие, их несогласованность и противоречивость и др. Специфика данных ошибок для бизнес-процесса обуславливается наличием регламентов доступа к атрибутам ИО, запрещающих или ограничивающих доступ при выполнении ряда бизнес-операций.

Проведенные исследования показали, что предложенные критерии позволяют:

- обеспечить обнаружение специфических для бизнес-процессов ошибок в потоках ИО, связанных с их обработкой под различными масками, обеспечивающими регламенты доступа;
- обеспечить выявление всех тех ошибок, обнаружение которых может производиться с помощью традиционных критериев, основанных на анализе программных графов и применяемых к бизнес-процессам.

Переход от моделей бизнес-процессов к требованиям по их автоматизации (фактически, к функциональным требованиям к КИС – корпоративной информационной системе), как правило, осуществляется на неформальном уровне, сама модель требований не анализируется на предмет соответствия бизнес-процессам, а также с позиции общесистемных критериев качества. Предлагаемый в работе [5] **метод формирования и анализа требований** к КИС частично обеспечивает решение перечисленных задач.

Укрупненный алгоритм метода включает три этапа, кратко характеризуемых ниже.

1) Нагрузка графа бизнес-процесса компонентами КИС (формирование требований к КИС) – реализуется выделением узлов из множества N , соответствующих автоматизируемым функциям, начиная с самого нижнего уровня.

2) Построение редуцированного графа (модели требований) по следующим шагам:

2.1. Удаление непомеченных узлов из множества N .

2.2. Удаление ребер из множеств EN и ER , связывающих узлы из мно-

жеств M и R с удаленными узлами множества N , соответственно.

2.3. Удаление несвязанных узлов из множеств M и R , если такие имеются.

2.4. Связывание «висячих» ребер из множеств E , EN , ER в соответствии с продукционными правилами связывания.

3) Исследование модели требований (на связность, на эквивалентность графу бизнес-процесса), оценка качества модели требований на основе метрик сцепления и связности.

Предложенный комплекс методов позволяет обосновывать решения и предложения консультантов в проектах, связанных с моделированием и реорганизацией бизнес-процессов, формированием требований к их автоматизации.

4. Пример применения метода проектирования бизнес-процесса

В качестве примера, иллюстрирующего применение введенных грамматик, рассмотрим упрощенный бизнес-процесс перевозки руды на горно-обогатительном комбинате (ГОК). В состав ГОК входят предприятия следующих типов: *Управление* (контора, осуществляющая руководство и управление деятельностью ГОК в целом); *Автобаза* (предприятие, осуществляющее транспортные и ремонтные работы); *Карьер* (предприятие по добыче руды); *Фабрика* (предприятие по обогащению руды). В перевозках участвует каждое из названных предприятий (в основном, на уровне соответствующих диспетчерских служб), в совокупности выполняя при этом следующие функции: формирование заявок на перевозки; распределение транспортных средств; выписка путевых листов; технический контроль автотранспорта; слежение за движением по маршруту; диспетчеризация погрузки; фиксация объемов перевозки. При этом некоторые из перечисленных функций могут выполняться

на разных предприятиях (например, распределение транспортных средств может осуществлять как *Управление*, так и *Автобаза*), такие ситуации рассматриваются как различные варианты бизнес-процесса.

В таблице 1 приведены возможные варианты мест выполнения перечисленных бизнес-функций (предприятий ГОК).

Порождающая варианты рассматриваемого бизнес-процесса грамматика выглядит следующим образом:

$$G = (V_N, V_T, V_0, P, A_s, M_s, A_n, M_n),$$

где $V_T = \{n_\Phi\}$ – множество терминальных символов;

$V_N = \{n_0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ – множество нетерминальных символов;

$V_0 = \{n_0\} \subseteq V_N$ – множество начальных символов;

P – множество порождающих правил;

$A_s = \{r_i\}$, где $i = 1, \dots, 7$ – множество кортежей ресурсных характеристик грамматики $r_i = (t_i, n_i, s_i)$, при этом каждый из компонент r_i определяет соответствующие ресурсы, требуемые на исполнение бизнес-функции, по времени, требуемому числу исполнителей и стоимости по каждому из рассматриваемых предприятий;

M_s – множество методов синтеза ресурсов;

$A_n = \{Y, A, K, \Phi\}$ – множество возможных мест выполнения бизнес-функций (Управление, Автобаза, Карьер, Фабрика);

$M_n = \Omega$ – множество методов наследования атрибутов (пустое множество для данного примера).

Перечислим множество порождающих правил (для удобства – без включения ресурсных характеристик).

$$\begin{aligned} n_0 &\Rightarrow 1\{Y\} \mid 1\{A\} \mid 4\{A\} \\ 1\{Y\} &\Rightarrow 2\{Y\} \mid 2\{A\} \mid 2\{K\} \\ 1\{A\} &\Rightarrow 2\{Y\} \mid 2\{A\} \mid 2\{K\} \\ 2\{Y\} &\Rightarrow 3\{Y\} \mid 3\{A\} \\ 2\{A\} &\Rightarrow 3\{Y\} \mid 3\{A\} \\ 2\{K\} &\Rightarrow 3\{Y\} \mid 3\{A\} \\ 3\{Y\} &\Rightarrow 4\{A\} \mid 5\{K\} \mid 5\{\Phi\} \\ 3\{A\} &\Rightarrow 4\{A\} \mid 5\{K\} \mid 5\{\Phi\} \\ 4\{A\} &\Rightarrow 5\{K\} \mid 5\{\Phi\} \mid 1\{Y\} \mid 1\{A\} \\ 5\{K\} &\Rightarrow 6\{K\} \\ 5\{\Phi\} &\Rightarrow 6\{K\} \\ 6\{K\} &\Rightarrow 7\{Y\} \mid 7\{A\} \mid 7\{K\} \mid 7\{\Phi\} \end{aligned}$$

Таблица 1

№	Бизнес-функция	Управление	Автобаза	Карьер	Фабрика
1	Формирование заявки на перевозки	+	+	–	–
2	Распределение транспортных средств	+	+	+	–
3	Выписка путевых листов	+	+	–	–
4	Технический контроль	–	+	–	–
5	Движение по маршруту	–	–	+	+
6	Диспетчеризация погрузки	–	–	+	–
7	Фиксация объемов перевозки	+	+	+	+

- $7\{Y\} \Rightarrow n_{\Phi}$
- $7\{A\} \Rightarrow n_{\Phi}$
- $7\{K\} \Rightarrow n_{\Phi}$
- $7\{\Phi\} \Rightarrow n_{\Phi}$

При учете ресурсных характеристик порождающей грамматики (время исполнения функции t , количество задействованных сотрудников n , стоимость исполнения s) порождающие правила грамматики рассматриваемого бизнес-процесса будут выглядеть следующим образом: $n_0 \Rightarrow 1\{Y\} \{t1Y,n1Y,s1Y\} \mid 1\{A\} \{t1A,n1A,s1A\} \mid 4\{A\} \{t4A,n4A,s4A\}$; $1\{Y\} \Rightarrow 2\{Y\} \{t2Y,n2Y,s2Y\} \mid 2\{A\} \{t2A,n2A,s2A\} \mid 2\{K\} \{t2K,n2K,s2K\}$; $1\{A\} \Rightarrow 2\{Y\} \{t2Y,n2Y,s2Y\} \mid 2\{A\} \{t2A,n2A,s2A\} \mid 2\{K\} \{t2K,n2K,s2K\}$ и т.д.

На основании приведенной грамматики могут быть порождены следующие 200 вариантов исполнения бизнес-процесса перевозок руды (без учета параллелизма выполнения отдельных бизнес-функций):

- $n_0-1\{Y\}-2\{Y\}-3\{Y\}-4\{A\}-5\{K\}-6\{K\}-7\{Y\}-n_{\Phi}$
- $n_0-1\{Y\}-2\{Y\}-3\{Y\}-4\{A\}-5\{K\}-6\{K\}-7\{A\}-n_{\Phi}$
- $n_0-1\{Y\}-2\{Y\}-3\{Y\}-4\{A\}-5\{K\}-6\{K\}-7\{\Phi\}-n_{\Phi}$
- $n_0-1\{Y\}-2\{Y\}-3\{Y\}-4\{A\}-5\{K\}-6\{K\}-7\{K\}-n_{\Phi}$
- $n_0-1\{Y\}-2\{Y\}-3\{Y\}-4\{A\}-5\{\Phi\}-6\{K\}-7\{Y\}-n_{\Phi}$
- $n_0-1\{Y\}-2\{Y\}-3\{Y\}-4\{A\}-5\{\Phi\}-6\{K\}-7\{A\}-n_{\Phi}$
- $n_0-1\{Y\}-2\{Y\}-3\{Y\}-4\{A\}-5\{\Phi\}-6\{K\}-7\{\Phi\}-n_{\Phi}$
- $n_0-1\{Y\}-2\{Y\}-3\{Y\}-4\{A\}-5\{\Phi\}-6\{K\}-7\{K\}-n_{\Phi}$
- $n_0-1\{Y\}-2\{Y\}-3\{A\}-4\{A\}-5\{K\}-6\{K\}-7\{Y\}-n_{\Phi}$
- $n_0-1\{Y\}-2\{Y\}-3\{A\}-4\{A\}-5\{K\}-6\{K\}-7\{A\}-n_{\Phi}$
- $n_0-1\{Y\}-2\{Y\}-3\{A\}-4\{A\}-5\{K\}-6\{K\}-7\{\Phi\}-n_{\Phi}$
- $n_0-1\{Y\}-2\{Y\}-3\{A\}-4\{A\}-5\{K\}-6\{K\}-7\{K\}-n_{\Phi}$
- $n_0-1\{Y\}-2\{Y\}-3\{A\}-4\{A\}-5\{\Phi\}-6\{K\}-7\{Y\}-n_{\Phi}$
- $n_0-1\{Y\}-2\{Y\}-3\{A\}-4\{A\}-5\{\Phi\}-6\{K\}-7\{A\}-n_{\Phi}$
- $n_0-1\{Y\}-2\{Y\}-3\{A\}-4\{A\}-5\{\Phi\}-6\{K\}-7\{\Phi\}-n_{\Phi}$
- $n_0-1\{Y\}-2\{Y\}-3\{A\}-4\{A\}-5\{\Phi\}-6\{K\}-7\{K\}-n_{\Phi}$
- $n_0-1\{Y\}-2\{A\}-\dots\dots\dots 16$ вариантов
- $n_0-1\{Y\}-2\{K\}-\dots\dots\dots 16$ вариантов
- $n_0-1\{A\}-2\{Y\}-\dots\dots\dots 16$ вариантов
- $n_0-1\{A\}-2\{A\}-\dots\dots\dots 16$ вариантов
- $n_0-1\{A\}-2\{K\}-\dots\dots\dots 16$ вариантов
- $n_0-4\{A\}-1\{Y\}-\dots\dots\dots 48$ вариантов
- $n_0-4\{A\}-1\{A\}-\dots\dots\dots 48$ вариантов
- $n_0-4\{A\}-5\{K\}-\dots\dots\dots 4$ варианта
- $n_0-4\{A\}-5\{\Phi\}-\dots\dots\dots 4$ варианта

В приведенных цепочках выполнения бизнес-процесса жирным шрифтом выделены символы начала порождения очередной цепочки по альтернативному правилу. Так, например, выделение в первой группе цепочек символа $7\{*\}$ соответствует альтернативе $6\{K\} \Rightarrow 7\{Y\} \mid 7\{A\} \mid 7\{K\} \mid 7\{\Phi\}$, выделение во второй группе цепочек символа $5\{\Phi\}$ соот-

ветствует (в совокупности с первой группой, где во всех цепочках присутствует символ $6\{K\}$) альтернативе $4\{A\} \Rightarrow 5\{K\} \mid 5\{\Phi\}$ и т.д.

Далее необходимо из множества построенных вариантов выполнения бизнес-процесса выделить варианты, приемлемые с позиции ЛПР. Такое выделение будет осуществляться в два этапа:

- автоматическое отбрасывание неприемлемых вариантов на основе ряда объективных критериев;
- субъективная оценка ситуации с использованием метода Парето (здесь метод Парето приведен в качестве примера, для решения задачи могут использоваться и другие методы).

Одним из объективных критериев может являться требование обязательного использования при выполнении бизнес-процесса всех без исключения входящих в него функций. Поэтому на первом этапе редуцирования множества вариантов исполнения бизнес-процесса отбрасываются варианты, включающие выполнение не всех функций 1-7. Такое исключение вариантов может осуществляться автоматически на основании перебора множества порожденных цепочек. Для рассматриваемого примера на этом этапе исключаются последние 8 вариантов выполнения бизнес-процесса.

Пусть выполнению каждой из функций 1-7 на каждом из предприятий, где возможно такое их исполнение, соответствуют приведенные в таблице 2 условные значения ресурсов.

Введение ограничений на ресурсы позволяет порождать только такие цепочки, которые удовлетворяют этим ограничениям. Так например, если общее время выполнения перевозки не должно превышать условного времени $t = 7$, грамматика не будет порождать цепочки, содержащие хотя бы один символ из множества $\{2\{Y\}, 2\{K\}, 5\{\Phi\}, 7\{Y\}, 7\{A\}\}$. А таких цепочек (без учета восьми ранее исключенных) по крайней мере 110 (для $2\{Y\}, 2\{K\}, 5\{\Phi\}$ – по 32, для $7\{Y\}, 7\{A\}$ – по 8). Таким образом, учет ограничений на ресурсы на основе концепции синтезируемых атрибутов даже для приведенного в таблице 2 незначительного разброса значений параметров позволяет сократить общее число порождаемых вариантов выполнения бизнес-процесса более чем на 55%. Отметим, что дополнительное введе-

Таблица 2

Функция	t	n	s
1{Y}	1	1	1,2
1{A}	1	1	1
2{Y}	1,5	1	1,2
2{A}	1	2	2
2{K}	1,5	1	1
3{Y}	1	1	1,2
3{A}	1	1	1
4{A}	1	1	1
5{K}	1	1	1
5{Φ}	1,5	1	1
6{K}	1	1	1
7{Y}	1,5	1	1,2
7{A}	1,5	1	1
7{K}	1	1	1
7{Φ}	1	1	1

ние ограничений на количество задействованных сотрудников и стоимость исполнения позволяет сократить число вариантов рассматриваемого бизнес-процесса до 12 (из 200 возможных) за счет автоматического отбрасывания неприемлемых вариантов в процессе порождения.

Таким образом, применение аппарата порождающих грамматик позволяет сократить до разумных пределов множество потенциальных вариантов бизнес-процесса для дальнейшего анализа и выбора приемлемого, обеспечивая при этом полный перебор возможных вариантов.

Литература

1. Калянов Г.Н. Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация бизнес-процессов // М.: Финансы и статистика, 2006, – 240с.
2. Калянов Г.Н. Использование формальных грамматик в задачах реинжиниринга бизнес-процессов // Труды 12-й Национальной конференции по искусственному интеллекту КИИ-2010. М.: 2010, том 4, с.172-179.
3. Калянов Г.Н. Теория и практика реорганизации бизнес-процессов // М.: СИНТЕГ, 2000, – 212с.
4. Калянов Г.Н. Тестирование информационных потоков // Труды 13-й Российской научно-практической конференции «Реинжиниринг бизнес-процессов на основе современных информационных технологий. Системы управления процессами и знаниями». М.: 2010, с.146-151.
5. Калянов Г.Н. Системный анализ требований к КИС // Труды 15-й Российской научно-практической конференции «Реинжиниринг бизнес-процессов на

основе современных информационных технологий. Системы управления знаниями». М.: 2012, с. 96-98.

References

1. Kalyanov G.N. Modeling, analysis, reorganization and automation of business-processes // М.: Finance and statistics, 2006, – 240p.
 2. Kalyanov G.N. Use of the formal grammars in the tasks of reengineering

of business-processes // Proceedings of the 12th National conference on artificial intelligence ISG-2010. М.: 2010, volume 4, p.172-179.

3. Kalyanov G.N. Theory and practice of reorganization of business-processes // М.: СИНТЕГ, 2000, – 212p.

4. Kalyanov G.N. The testing of information flows // Proceedings of the 13-th Russian scientific-practical conference “re-Engineering of business processes

on the basis of modern information technologies. Process control systems and knowledge”. М.: 2010, p.146-151.

5. Kalyanov G.N. System analysis of requirements for KIS // Proceedings of the 15-th Russian scientific-practical conference “re-Engineering of business processes on the basis of modern information technologies. Knowledge management system”. М.: 2012, p.96-98.