

БИЗНЕС-МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ ЭФФЕКТИВНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

© 2017 г. В. А. Сычев

*Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ),
г. Новочеркасск*

В работе рассмотрены вопросы формализованного описания бизнес-моделей производственных и обеспечивающих их процессов, составляющих необходимую основу для построения информационных систем, направленных на повышение эффективности организации производственных процессов посредством управления затратами на промышленном предприятии. Моделирование бизнес-процессов предлагается осуществлять с применением процессного и объектно-ориентированного подходов в проектировании, а также метаграфов.

Ключевые слова: бизнес-моделирование; организация производства; информационные системы; управление затратами; процессный и объектно-ориентированный подход в проектировании; ситуационное управление решением задач; метаграфы.

The article discusses the questions of formal description of business models production and ensuring their processes which form the necessary basis for building information systems, directed to increase the efficiency of the production processes through cost management at the industrial enterprise. Modeling of business processes is proposed with application process and object-oriented approaches in designing and metagraphs.

Key words: business simulation; industrial management; information systems; cost control; process and object-oriented approach to design; situational management re-solution of problems; metagraphs.

В современных условиях перехода к инновационной экономике все возрастающие требования к разнообразию выпускаемой продукции, улучшению ее качества, усиливающаяся конкуренция как со стороны российских, так и зарубежных производителей обуславливают необходимость повышения эффективности организации технологических процессов и управления затратами при производстве продукции посредством анализа эффективности использования производственного оборудования, материалов, персонала и т.п. с целью выявления узких мест промышленного производства.

Реализация задач минимизации затрат на промышленном предприятии с целью по-

вышения эффективности организации производства, как правило, осуществляется посредством создания информационных систем управленческого учета, широко использующих инструменты бизнес-моделирования производственных и обеспечивающих их процессов с применением процессного и объектно-ориентированного подходов, структуризации бизнес-процессов производства и идентификации выделяемых им ресурсов, являющихся предметом контроля и анализа в производственном управленческом учете [1, 2]. При этом под бизнес-процессом в работе понимается логически завершенная цепочка взаимосвязанных и взаимодействующих операций (основных и вспомогательных

бизнес-функций), выполнение которых с использованием производственных ресурсов предприятия обеспечивает выпуск и реализацию определенных видов продукции [1].

Современные инструментальные средства бизнес-моделирования производственных и обеспечивающих их процессов, как правило, реализуются в рамках стандартов *SADT/IDEF0*, *IDEF3* и др. с применением технологий, основанных на создании формализованных моделей, визуальные языки которых (*UML*, *BPMN* и др.) позволяют строить относительно наглядные модели предметных областей, бизнес-процессов и др. [1].

Отметим, что развитие бизнес-моделирования берет свое начало с 1970-го года, когда была предложена методология структурного анализа и проектирования *SADT* (*Structured Analysis and Design Technique*), что привело к появлению целого ряда методов описания и анализа организационных и производственных систем под названием *IDEF* (*Integrated DEfinition*). Сегодня *IDEF* — это широко распространенное семейство методов моделирования организационных систем, к которым принято относить следующие применяемые на практике методологии:

— *IDEF0* — методология функционального моделирования, снабженная наглядным графическим языком и позволяющая представить структуру моделируемой системы в виде набора взаимосвязанных функций;

— *IDEF3* — методология описания процессов, происходящих в производственной системе на основе объектно-ориентированного подхода, реализуемого в настоящее время с использованием таких визуальных языков моделирования, как *UML*, *BPMN* и др.;

— *IDEF5* — методология онтологического исследования сложных систем, связанная с созданием баз знаний и онтологий для моделируемых производств с использованием семантического, фреймового, продукционного и других подходов для представления знаний предметных областей.

Указанные методологии в настоящее время интенсивно развиваются. Появляются методы бизнес-моделирования производственных процессов, обладающие одновременно достоинствами *IDEF3* и *IDEF5* подходов и т. п. При этом, с точки зрения автора, для таких сложноструктурированных предметных

областей, как задачи производственного управленческого учета большое практическое значение имеет дальнейшее развитие объектно-ориентированного подхода в направлении, связанном с организацией бизнес-моделирования с использованием баз знаний предметных областей.

В настоящее время модели представления знаний в системах бизнес-моделирования производственных систем все больше адаптируются к описаниям, в которых как обязательный элемент учитывается как иерархичность, так и возможность удобного объектно-ориентированного представления сложных проблемных ситуаций. Это обуславливает перспективность построения бизнес-моделей на основе ситуационного подхода, определяющим принципом которого является формирование не столько модели самого объекта, сколько модели задач управления этим объектом [3]. При этом модель той или иной задачи управления представляется в виде множества ситуаций, отражающих состояния процесса решения задачи управления, и множества путей перехода состояний из одного в другое, которые соответствуют тем или иным этапам решения задачи.

Формально понятие модель задачи управления (*M*) может быть определено как кортеж:

$$M = \{ \langle S_i, U_i, E_{ij} \rangle, I \}, i = 1, \dots, N,$$

где S_i — i -я ситуация (начальная, промежуточная или конечная); U_i — множество вычислительных процедур, выполняемых при переходе модели в i -ю ситуацию и связанных с корректировкой параметров модели; E_{ij} — множество сигналов, инициирующих переход модели из ситуации S_i в ситуацию S_j ; I — информационная база правил выработки U_i и сигналов перехода E_{ij} .

Каждая ситуация из вышеопределенного множества может характеризоваться фиксированным набором признаков (набором атрибутов $atr_{i1}, atr_{i2}, \dots, atr_{in}$), определяющих то или иное состояние задачи управления [3]. Тогда формализованное представление множества всех ситуаций, характеризующих решение какой-либо задачи управления, имеет следующий вид:

$$S = \{ S_i (atr_{i1}, atr_{i2}, \dots, atr_{in}) \}, i = 1, \dots, N,$$

где $S_i (atr_{i1}, atr_{i2}, \dots, atr_{in})$ — i -я ситуация; atr_{ij} — значение j -го показателя для i -й ситу-

ации ($j = 1, \dots, n$); N — количество ситуаций; n — количество показателей.

Отметим, что в сложных организационно-технических системах требуется не просто контролировать текущую ситуацию в процессе решения, но и определять возможные ее трансформации в другие ситуации, связанные с логикой решения задачи управления. Это обосновывает возможность представления задач управления в виде ситуационных сетей, где под ситуационной сетью в общем случае будем понимать некоторую графовую структуру, описывающую совокупность состояний процесса решения той или иной задачи управления, которые соответствуют множеству ситуаций, характеризующих данный процесс, а также множество путей перехода состояний из одного в другое, которые соответствуют тем или иным этапам решения задачи. Очевидно, что тогда процесс решения задачи управления можно представить в виде последовательности переходов между узлами ситуационной сети в соответствии со стратегией реализации рассматриваемого бизнес-процесса.

Представление бизнес-процессов в виде ситуационных сетей значительно упрощает дальнейший переход к объектно-ориентированному представлению системы производственного управленческого учета, что весьма важно для последующей ее программной реализации.

При этом отметим, что объектно-ориентированное представление моделируемых бизнес-процессов, как правило, включает в себя декларативную и процедурную составляющие [4]. В декларативной составляющей любого объектно-ориентированного представления основными понятиями являются понятия класса и объекта, а также схемы их взаимосвязи [4]. Объект представляет собой структурированное описание конкретного компонента системы. Классы же определяют типы используемых объектов и задают соответствующие структуры их описания. В системе управленческого учета на промышленном предприятии к последним, в частности, могут быть отнесены такие классы объектов, как «заказ», «технологическая карта заказа», «структурная производственная единица», «центр затрат», «технологическое оборудование», «материальные ресурсы», «производственный персонал».

В соответствии с вышеизложенным в дополнение к перечисленным следует добавить такие классы ситуаций, как ситуации «учета по центрам затрат расходов по основным и вспомогательным материалам», «учета расходов энергетических ресурсов», «расходов по заработной плате и социальным отчислениям», «учета суммарных текущих затрат по центрам с наращением стоимости», «оценки себестоимости заказа», «отчета мастера за смену» и др.

По аналогии с формализованным представлением ситуаций каждый класс представляет собой кортеж $c_i = \langle n(c_i), n(c_j), A(c_i), P(c_i) \rangle$, где $n(c_i)$ — имя класса; $\{n(c_j)\}$ — множество имен классов, от которых наследуется данный класс; $A(c_i)$ — множество атрибутов, характеризующих свойства класса; $P(c_i)$ — множество методов класса (присоединенных процедур, обеспечивающих доступ к значениям атрибутов и их корректировку в соответствии с указанными в методе арифметическими и логическими операциями).

Каждый объект задается как $o_k = \langle n(o_k), c(o_k), A(o_k) \rangle$, где $n(o_k)$ — имя объекта; $c(o_k)$ — указатель на класс, на базе которого сформирован объект; $A(o_k)$ — множество значений атрибутов, полученных как результат выполнения присоединенных процедур класса. При этом состояние объекта характеризуется набором значений его атрибутов, отнесенных к указателю на объект. Состояние рассматриваемой задачи управления характеризуется набором значений атрибутов всех объектов задачи.

Далее отметим, что в декларативной составляющей объектно-ориентированного представления системы производственного управленческого учета наряду с выделением классов объектов важным моментом является определение отношений классов, раскрывающих вложенность (иерархию) классов друг в друга (например, класс-ситуация «оценка текущих затрат в том или ином центре затрат» должен обеспечивать включение в себя таких классов-ситуаций, как «учет затрат по основным и вспомогательным материалам», «учет расходов энергетических ресурсов», «учет расходов по заработной плате и социальным отчислениям» и др.). Также вложенность классов друг в друга может быть связана с отношением, раскрывающим связь центров

затрат в соответствии с технологической картой заказа, и т.п.

Указанные отношения достаточно наглядно могут быть представлены с использованием графов, что весьма важно для экономистов-технологов. Графы являются естественным и наглядным способом представления сложных структур [5]. Это позволяет широко использовать их в системах обработки информации, а также в системах поддержки принятия решений и в системах анализа и т.п. В частности, простой граф позволяет рассматривать отдельные элементы информации и их связи между собой. Однако во многих случаях недостаточно представления и изучения взаимодействия отдельных элементов. Рассмотрение взаимосвязанных множеств элементов и взаимодействия между группами элементов может предоставить качественно новый взгляд на задачу и ее решение. Например, может возникнуть необходимость вместе рассматривать несколько переменных в моделях систем поддержки принятия решений, несколько составляющих затрат в системах учета и т.п.

Существуют структуры, которые позволяют частично решить эту проблему — это гиперграфы, но и они имеют свои недостатки [6]. В этой связи для решения описанной выше проблемы в настоящей работе предлагается новый подход, основанный на применении такой разновидности графов, как метаграфы, являющиеся расширением классических графовых структур [7]. При этом следует отметить, что предложенный подход использует понятие метаграфа как модели иерархического объекта с различными уровнями обобщения, что весьма важно для информационного представления множества информационных объектов отнесения затрат (центров затрат), связанных между собой сложными отношениями следования, определяемых особенностями технологического процесса выпуска промышленной продукции. Также использование метаграфов обеспечивает возможность формализованного представления бизнес-процессов как множества взаимосвязанных цепочек центров затрат, позволяющих отследить формирование и накопление затрат по операциям бизнес-процессов, а соответственно решить задачи по контролю и управлению затратами.

Наиболее полное и подробное описание метаграфа дано в [7], где метаграф определен как четверка множеств $MG = (V, MV, E, ME)$, где $V = \{v_r | r = 1, N_V\}$ — порождающее множество вершин метаграфа, N_V — количество вершин метаграфа; $MV = \{mv_q | q = 1, N_{MV}\}$ — множество метавершин метаграфа, N_{MV} — количество метавершин; $E = \{e_h | h = 1, N_E\}$ — множество ребер метаграфа, N_E — общее количество ребер в метаграфе; $ME = \{me_q | mq = 1, N_{ME}\}$ — множество метаребер метаграфа, N_{ME} — общее количество метаребер в метаграфе.

Порождающее множество V вершин метаграфа MG есть множество переменных $V = \{v_r | r = 1, N_V\}$, являющихся атрибутами (характеристиками) соответствующих классов-понятий (компонентов системы, справочников) и классов-ситуаций моделируемого бизнес-процесса. Данные классы в метаграфе определяются множеством его метавершин $MV = \{mv_q | q = 1, N_{MV}\}$, связи и вложенность которых друг в друга и определяет иерархию отношений классов. На рис. 1 приведен пример графического представления метаграфа MG .

В приведенном примере $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}\}$ есть порождающее множество вершин метаграфа; $MV = \{mv_1, mv_2, mv_3, mv_4, mv_5, mv_6, mv_7\}$ — множество метавершин метаграфа, определяющее классы-понятия и классы-ситуации в метаграфе; $E = \{e_1, e_2, e_3\}$ — множество ребер метаграфа, связывающих его вершины; $ME = \{me_1, me_2, me_3\}$ — множество метаребер метаграфа, связывающих его метавершины, а также метавершины с вершинами метаграфа.

Как отмечалось выше, порождающее множество V вершин метаграфа MG есть множество переменных, являющихся атрибутами (характеристиками) соответствующих классов-понятий и классов-ситуаций моделируемого бизнес-процесса. Это определяет тесную связь вышеприведенного формализованного представления множества ситуаций $S = \{S_i(atr_{i1}, atr_{i2}, \dots, atr_{in})\}$, $i = 1, \dots, N$, характеризующих решение той или иной задачи управления, например, задачи производственного управленческого учета, с множеством метавершин $MV = \{mv_q | q = 1, N_{MV}\}$ метаграфа MG .

Наличие у метавершин собственных атрибутов и связей с другими вершинами яв-

ляется важной особенностью метаграфов, позволяющей осуществлять моделирование сложных иерархических бизнес-процессов с использованием механизмов обобщения и структурных понятий, когда одна метавершина может составлять часть другой метавершины, которая в свою очередь может быть частью следующей метавершины и т.д., что привычно для описания экономистами-технологами своих технологических сред.

Далее отметим, что, как следует из примера, метаребра и ребра метаграфов отличаются друг от друга: одни (me_i) связывают одно множество вершин с другим множеством вершин ($\langle \{v_1, v_2, v_3\}, \{v_6, v_7, v_8\} \rangle$) или отдельной вершиной ($\langle \{v_4, v_5\}, \{v_8\} \rangle$); вторые — определяют отношения между одиночными вершинами, как в обычных графах ($\langle \{v_6\}, \{v_9\} \rangle$).

При этом ребро метаграфа характеризуется множеством атрибутов, исходной и ко-

нечной вершиной и признаком направленности: $e_i = \langle v_s, v_e, eo, \{atr_k\} \rangle$, $e_i \in E$, $eo = true|false$, где e_i — ребро метаграфа; v_s — исходная вершина (метавершина) ребра; v_e — конечная вершина (метавершина) ребра; eo — признак направленности ребра ($eo = true$ — направленное ребро, $eo = false$ — ненаправленное ребро). По аналогии метаребро me_i метаграфа определяется как $me_i = \langle mv_s, mv_e(v_e), eo, \{atr_k\}, eo = true|false \rangle$. Здесь важно также отметить, что множество атрибутов $\{atr_k\}$, определяющее ребро (метаребро) метаграфа, включает в себя наряду с именем ребра (метаребра) еще и определение функций f^1_k, \dots, f^j_k , реализующих расчетные и логические операции (например, по учету и накоплению затрат по работам бизнес-процесса), инициирующие сигналы перехода от одного метаребра (ситуации) к другому по аналогии с функциями переходов в конечно-автоматных системах [8]. Это обеспечивает развитие

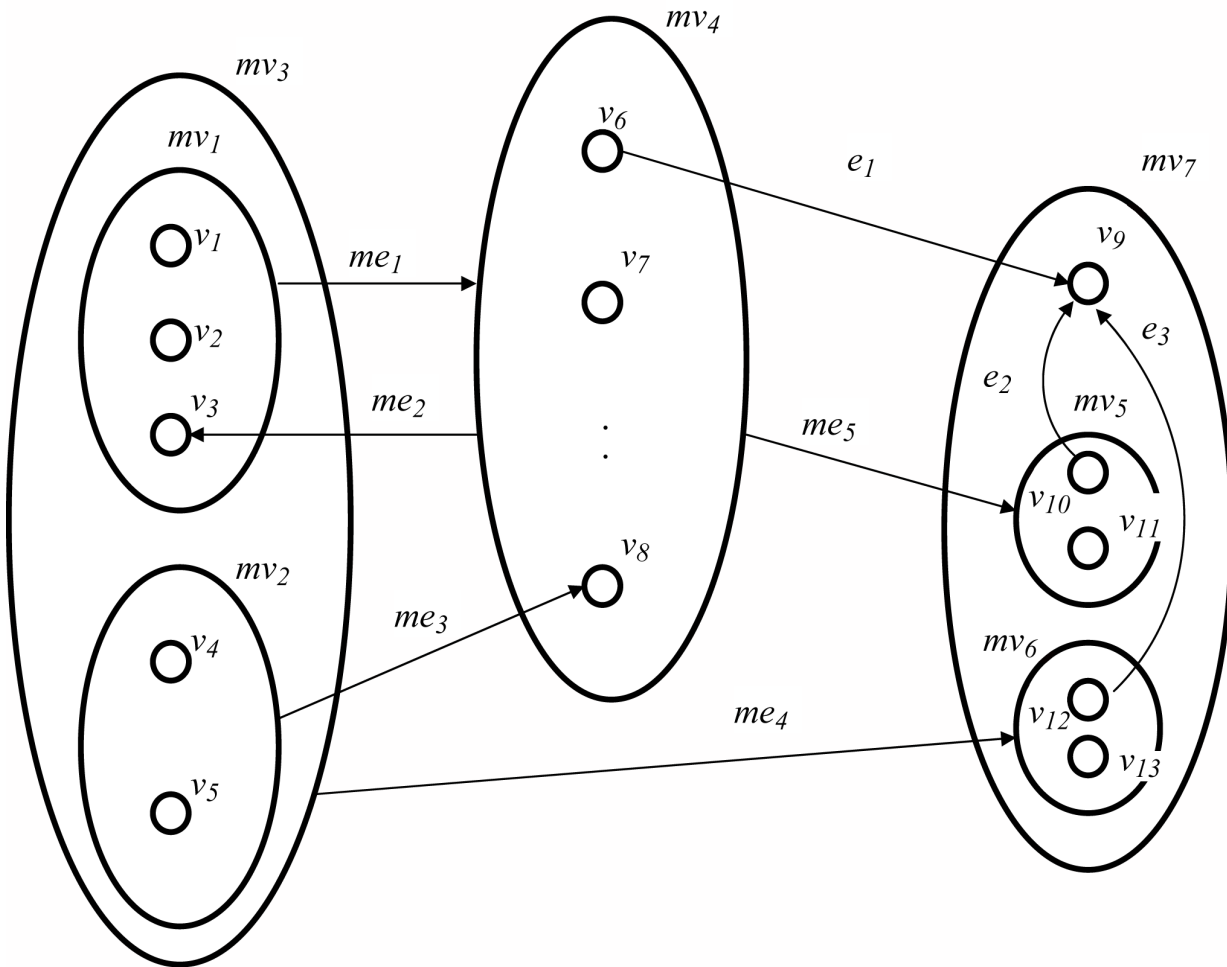


Рис. 1. Графическое представление метаграфа

процесса решения задач управления и позволяет также с использованием одного формализма (метаграфовых моделей) описать семантику и прагматику информационных систем, где семантика представляет собой рассмотренную выше декларативную компоненту системы, а прагматика — набор расчетных и логических процедур, которые могут выполняться в системе. Данные расчетные и логические операции составляют суть процедурной компоненты информационной системы, например, системы производственного управленческого учета, обеспечивающей расчет себестоимостных затрат в производстве в рамках его объектно-ориентированного представления.

Обобщая вышеизложенное, можно сказать, что изложенный в работе подход к бизнес-моделированию производственных и обеспечивающих их процессов составляет необходимую основу для построения информационных систем, направленных на управление затратами на промышленном предприятии и соответственно на повышение эффективности организации производственных процессов. При этом моделирование бизнес-процессов предлагается осуществлять с применением следующих методов и подходов:

— для формирования множества объектов отнесения затрат в системе управления затратами на промышленном предприятии рекомендуется использовать концепцию процессного подхода, который обеспечивает четкую структуризацию бизнес-процессов производства и соответственно позволяет идентифицировать выделяемые им ресурсы, являющиеся предметом контроля и анализа в производственном управленческом учете;

— в качестве формальной основы для разработки декларативного представления информационной системы управления затратами предлагается использовать атрибутные метаграфы, обладающими достаточно удобными возможностями моделирования иерархических объектов с различными уров-

нями обобщения, к которым, например, могут быть отнесены центры затрат в системах производственного управленческого учета;

— разработку процедурной компоненты системы управленческого производственного учета предлагается осуществить посредством формирования набора продукций, определяющих прагматику данной системы и реализующих в рамках объектно-ориентированного подхода вычисления необходимые для расчета себестоимости выпускаемой продукции показатели эффективности использования материалов, производственного оборудования и т.п.

Литература

1. Репин В. В., Елиферов В. Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. — М.: РИА «Стандарты и качество», 2004.
2. Поляков А. В. Семь лекций об учете затрат на предприятиях. — М.: Изд. «Русский журнал», 2006.
3. Мелихов А. Н., Берштейн Л. С., Коровин С. Я. Ситуационные советуемые системы с нечеткой логикой. — М.: Наука, 1990.
4. Ларман Крэг. Применение UML и шаблонов проектирования / Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2004.
5. Овчинников В. А. Графы в задачах анализа и синтеза структур сложных систем. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014.
6. Берштейн Л. С., Боженьюк А. В. Нечеткие графы и гиперграфы. — М.: Научный мир, 2005.
7. Астанин С. В., Драгныш Н. В., Жуковская Н. К. Вложенные метаграфы как модели сложных объектов // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». — 2012. — №4. — URL: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1434>.
8. Поликарпова Н. И., Шалыто А. А. Автоматное программирование. — СПб: Питер, 2010.

Поступила в редакцию

20 декабря 2016 г.



Сычев Василий Анатольевич — доктор экономических наук, профессор кафедры «Производственный и инновационный менеджмент» ЮРГТУ(НПИ) имени М.И. Платова.

Sychev Vasily Anatolievich — Ph.D., Doctor of economic sciences, Professor of SRSPU(NPI) name M.I. Platov «Production Management and Management of the Innovations» department.

346428, Ростовская область, г. Новочеркасск, ул. Просвещения 132
132 Prosveshcheniya st., 346428, Novocherkassk, Rostov reg., Russia
Тел.: +7 (8635) 24-31-73; e-mail: sitchev@mail.ru
