

5. Трубин В.Н., Макаров В.И., Орлов С.Н., Шипицын А.А., Трубин Ю.В., Лебедев В.А. Система управления качеством проектирования технологических процессовковки. М.: Машиностроение, 1984. 184 с.

6. Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях. Вопросы анализа и процедуры принятия решений. М.: Мир, 1976. 430 с.

7. Рыжов А.П. Элементы теории нечетких множеств и измерения нечеткости. М.: Диалог – МГУ, 1998. 75 с.

8. Gottwald S. Foundations of a set theory for fuzzy sets. 40 years of development. *Int. Journ. General Systems*, 2008, vol. 37, iss. 1, pp. 69–81.

9. Черепанов Е.В. К вопросу о неопределенности, случайности и нечеткости // Современные научные исследования и инновации. 2011. № 6. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2011/10/4811> (дата обращения: 11.01.2014).

10. Шеридан Т.Б., Феррел У.Р. Системы человек–машина: модели обработки информации, управления и принятия решений человеком-оператором. М.: Машиностроение, 1980. 520 с.

11. Передерий В.И., Еременко А.П. Математические модели и алгоритмы принятия релевантных решений // ААЭКС. 2008. № 2 (22). С. 28–37.

References

1. Konovalov A.V., Arzamastsev S.V., Shalyagin S.D., Muzyemnek O.Yu., Gagarin P.Yu. Intelligent automated designing systems of technological processes of shaft forging on hammers. *Zagotovitelnye proizvodstva v mashinostroenii* [Blanking productions in mechanical engineering]. Mashinostroenie Publ., 2010, no. 1, pp. 20–23 (in Russ.).

2. Chesnokov V.S., Kaplunov B.G., Vozmishchev N.E., Plaksin A.V. Software design and application for computer-aided design and modeling the processes of hammering and hot stamping. *Kuznechno-shtampovoye proizvodstvo. Obrabotka materialov*

dvleniye [Forging-stamping production]. 2008, no. 9, pp. 36–44 (in Russ.).

3. Arzamascev S.V., Gagarin P.Ju., Konovalov A.V. Design paradigm and interface in hybrid forgings CAD. *Programmnye produkty i sistemy* [Software & Systems]. 2013, no. 2, pp. 215–220.

4. Boltyanskiy V.G. *Optimalnoe upravlenie diskretnymi sistemami* [Optimal control of discrete systems]. Moscow, Nauka Publ., 1973, 448 p.

5. Trubin V.N., Makarov V.I., Orlov S.N., Shipitsin A.A., Trubin Yu.V., Lebedev V.A. *Sistema upravleniya kachestvom proektirovaniya tekhnologicheskikh protsessov kovki* [Control system for design quality of hammering technological processes]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1984, 184 p.

6. Bellman R.E., Zadeh L.A. *Decision-making in a fuzzy environment*. Management Science, 1970, vol. 17, no. 4, pp. B141–B164 (Russ. ed.: Moscow, Mir Publ., 1976, 430 p.).

7. Ryzhov A.P. *Elementy teorii nechetkikh mnozhestv i izmereniya nechetkosti* [The elements of fuzzy set theory and fuzziness measurement]. Moscow, Dialog – MGU Publ., 1998, 75 p.

8. Gottwald S. Foundations of a set theory for fuzzy sets. 40 years of development. *Int. Journ. General Systems*. 2008, vol. 37, iss. 1, pp. 69–81.

9. Cherepanov E.V. On uncertainty, random nature and fuzziness. *Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovatsii* [Modern scientific researches and innovations]. 2011, no. 6. Available at: <http://web.snauka.ru/issues/2011/10/4811> (accessed Jan. 11, 2014).

10. Sheridan T.B., Ferrell U.R. *Man-machine systems: information, control and decision models of human performance*. MIT Press Publ., 1975, 452 p. (Russ. ed.: Moscow, Mashinostroenie Publ., 1980, 520 p.).

11. Perederiy V.I., Eremenko A.P. Mathematical models and relevant decision-making algorithms. *AAEKS* [Automatics. Automation. Electrical engineering complexes and systems]. 2008, no. 2 (22), p. 28–37.

УДК 664.004.65.01.007

Дата подачи статьи: 05.03.2014

ФОРМИРОВАНИЕ МУЛЬТИМОДЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ

М.А. Беляева, д.т.н., доцент; О.К. Бурляева, студент; И.В. Сырова, студент
(Государственный университет управления,
Рязанский просп., 99, г. Москва, 109542, Россия, Belyaevamar@mail.ru)

В статье приведены результаты разработанной системы поддержки принятия решений в сфере мясного производства, в основу которой положены модели с использованием имитационных систем Anylogic, Simplex3, инструментальных сред ВРwin 7.1 и Agis 7, а также система структурно-параметрического моделирования.

Компьютерная мультимодельная система решает задачи оценки технического обеспечения предприятия и экономического состояния мясоперерабатывающего предприятия, прогнозирования и планирования доходов, расходов и убытков, расчета численности работников на предприятии и фонда заработной платы, оценки и планирования структуры предприятия, выявления приоритетных направлений развития мясного производства, планирования средств на строительство, ремонт и содержание инфраструктуры мясоперерабатывающего предприятия, выделения основных факторов риска и прогноза критических ситуаций, расчета объема продаж готовой продукции. Система позволяет определять маркетинговую ситуацию, проводить ценовую политику и устанавливать компромиссные цены, устраивающие как производителя мясной продукции, так и покупателя, определять спрос на мясную продукцию по ее ассортименту. Решение вышеуказанных задач достигается путем применения современных методологий, программных продуктов и систем, создания моделей деятельности предприятия как в статике, так и в динамике, проведения многофакторного анализа данных, их «экспорта» и «импорта» из одного программного продукта в другой, интегрируя этим самым в одно целое репозиторий и информационную систему предприятия.

Компьютерная мультимодельная система поддержки принятия решений дает возможность совершенствовать процесс мясного производства и может быть полезна руководителям, менеджерам, предпринимателям в мясном бизнесе.

Ключевые слова: мультимодельная система поддержки принятия решений, совершенствование, оптимизация, инструментальная среда, имитационная система, мясной бизнес.

CREATING A MULTI-MODEL SYSTEM TO MAKE OPTIMAL MANAGEMENT DECISIONS IN THE COMPANY

*Belyaeva M.A., Dr.Sc. (Engineering), Associate Professor; Burlyaeva O.K., Student; Syrova I.V., Student
(State University of Management, Ryazansky Av. 99, Moscow, 109542, Russian Federation, Belyaevamar@mail.ru)*

Received 05.03.2014

Abstract. The article shows results of the developed system of decision-making support in meat packing industry. The base is models that developed using imitating systems Anylogic, Simplex3, BPwin 7.1 and Aris 7 source environments; system of structural and parametrical modeling.

The computer multimodel system solves the problems of of technical supply evaluation, economic status assessment of meat packing enterprises, revenue forecasting and planning, expenses and losses, calculation of the number of employees at and payroll, evaluation and the enterprise structure planning, identification of priority directions of development of meat packing industry, planning the funds for construction, repair and maintenance of infrastructure, allocation of the major risk factors and emergencies forecast, the calculation of the volume of sales for finished products. The system helps to specify a marketing situation, pricing policy and determine the trade off prices, suitable for producers and consumers, determine the demand for meat products according to its range. These problems can be solved using modern methodologies, software and systems, creating company models (both the static and dynamic), the data multivariate analysis, their "export" and "import" from one software product to another, integrating the repository and enterprise information system into one.

Computer multimodel decision-making support system gives the possibility to improve the process of meat production and helps managers, entrepreneurs in the meat business.

Keywords: multimodal, decision-making support system, improvement, optimization, development environment, a simulation system, meat business.

Постоянное усложнение производственно-технических и организационно-экономических систем обусловило необходимость их анализа с целью совершенствования функционирования и повышения эффективности управления, что, в свою очередь, привело к необходимости применения специальных средств описания и анализа таких систем. Эта проблема приобретает особую актуальность в связи с появлением интегрированных компьютеризированных производств и автоматизированных предприятий.

Постановка цели и задачи. Для достижения конкурентного преимущества современный топ-менеджмент использует инновационные подходы к анализу деятельности предприятий и управлению ими. Одним из приоритетных является моделирование, позволяющее

- анализировать организацию деятельности на каждом рабочем месте и на предприятии в целом, взаимодействие предприятия с внешними организациями, заказчиками и поставщиками;
- прогнозировать и минимизировать риски, возникающие на различных этапах деятельности предприятия;
- оценивать текущее состояние деятельности предприятия по отношению к требованиям, предъявляемым к его функционированию, управлению, эффективности, конечным результатам деятельности и степени удовлетворенности клиента;
- давать стоимостную оценку каждому отдельному процессу и совокупности всех бизнес-процессов на предприятии;
- выявлять организационные, структурные и технические проблемы и раскрывать потенциальные возможности улучшения деятельности предприятия.

В данной работе авторы предлагают рассмотреть мультимодельную систему на примере мясного производства.

Методы исследования. Моделирование основных бизнес-процессов колбасного завода и формирование мультимодельной системы поддержки принятия оптимальных управленческих решений способствуют решению следующих задач:

- изучение структуры предприятия и его производственных процессов;
- вербальное описание бизнес-процессов и деятельности предприятия в целом;
- представление бизнес-процессов предприятия в графической форме, более удобной для аналитической обработки;
- практическое использование программных сред визуального моделирования BPwin и Aris [1];
- использование имитационных систем AnyLogic, Simplex 3 [2];
- использование структурно-параметрического моделирования;
- выработка рекомендаций по практической реализации построенных моделей;
- формирование системы поддержки принятия управленческих решений на основе комплекса структурно-функциональных, структурно-параметрических, имитационных моделей.

Сегодня на российском рынке можно найти большое количество программных продуктов, которые помогают упростить процесс описания деятельности организации. Например, отечественные разработки: Бизнес-инженер (БИТЕК), ИНТАЛЕВ: Корпоративный навигатор (ИНТАЛЕВ), ОРГ-Мастер Про (Бизнес Инжиниринг Групп), а также зарубежные: ARIS Business Performance Edition (IDS Scheer AG), CA ERWin Process Mode-

ler, ранее BPWin (CA), Hyperion Performance Scorecard (Oracle), IBM WebSphere Business Modeler (IBM), SAP Strategic Enterprise Management (SAP).

Назначение мясоперерабатывающего предприятия (колбасного завода) – производство высококачественных колбас и деликатесов, поддержание качества на стабильно высоком уровне, использование современных технологий.

Основные направления деятельности колбасного завода – производство и реализация собственной продукции: вареных, полукопченых и варено-копченых колбас, ветчины, сосисок, сарделек, колбасок.

Ассортимент этой продукции включает более 50 наименований.

На предприятии, выполняющем полный цикл производства – от забоя скота до производства готовой продукции, предусмотрено 9 отделений, на которых осуществляются

- забой скота с разделкой на туши, полутуши, четвертины;
- хранение сырья (говядины, свинины, баранины) в средне- и низкотемпературных камерах;
- дефростация (размораживание) мясного сырья;
- обвалка и жиловка туш, полутуш, четвертин с разделением мяса по сортам и холодильникам для хранения кости;

- приготовление фарша;
- формирование изделий;
- приготовление изделий;
- хранение изделий;
- переработка отходов и костей.

Моделирование в инструментальных средах BPwin, ARIS. Первый этап разработки системы поддержки принятия решений начинается с моделирования в инструментальной среде BPwin (рис. 1).

BPwin поддерживает три методологии: IDEF0, DFD и IDEF3, позволяющие анализировать бизнес с трех ключевых точек зрения функциональности системы: в рамках методологии IDEF0 (Integration Definition for Function Modeling) бизнес-процесс представляется в виде набора элементов-работ, которые взаимодействуют между собой, а также показываются информационные, человеческие и производственные ресурсы, потребляемые каждой работой (рис. 1), модели в нотации IDEF3 – потоки работ и в DFD – графические модели документооборота.

Модели разрабатывались по принципам AS-IS (как есть), TO-BE (как будет) и SHOULD BE (как должно быть), далее проводился стоимостный анализ всех функций, подфункций, операций мясного производства и на основании сравнения выбирался оптимальный вариант [3].

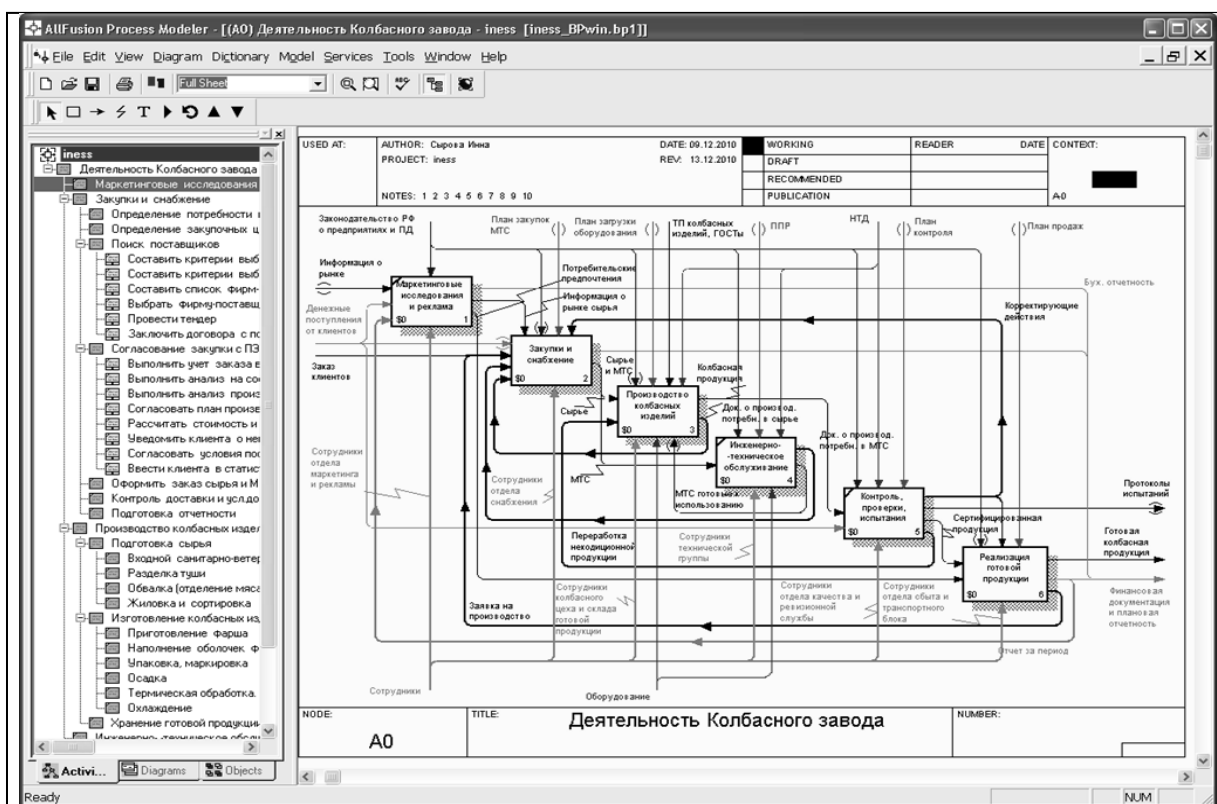


Рис. 1. Декомпозиция контекстной функциональной диаграммы IDEF0 (инструментальная среда BPwin)

Fig. 1. Decomposition of IDEF0 contextual functional diagram (BPwin 7.1 source environment)

На втором этапе разрабатывались модели в инструментальной среде ARIS, которая поддерживает около 100 типов моделей и методов для описания, анализа и оценки бизнес-деятельности предприятия [1].

Ввиду большого количества бизнес-моделей методология ARIS делит их на четыре группы:

- «оргструктура» для описания организационной структуры компании, а также других элементов внутренней инфраструктуры организации;
- «функции» для описания стратегических целей компании, функций и прочих элементов функциональной деятельности организации;
- «информация (данные)» для описания информационных потоков деятельности организации;

- «процессы» для описания бизнес-процессов, а также различных взаимосвязей между структурой, функциями и информацией.

Для всестороннего описания бизнеса используем все типы моделей [1].

Разработаны модели представлений «ARIS house»: дерево целей, дерево продуктов (входы/выходы), событийная цепочка (рис. 2–4), дерево функций и организационная структура.

Диаграмма «дерево целей» (OD-Objective diagram) применяется для описания стратегических целей компании, их иерархической упорядоченности, а также связей целей с продуктами и услугами, производимыми компанией, и бизнес-процессами, поддерживающими их производство (рис. 2).

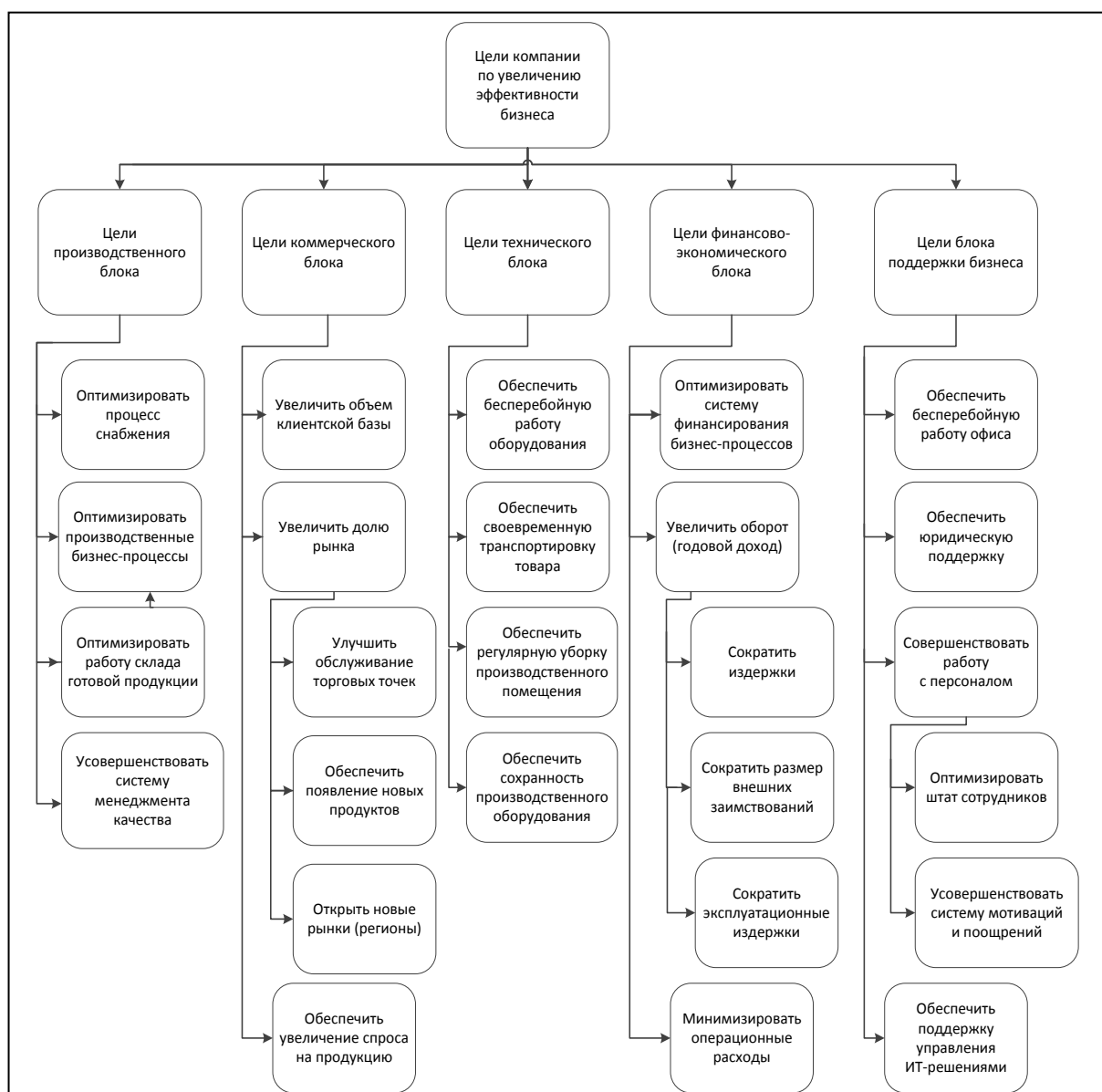


Рис. 2. Диаграмма «Дерево целей»

Fig. 2. The objective tree diagram

Модель «Дерево продуктов и услуг» (PST-product/Service tree) применяется для описания продуктов и услуг, производимых в компании, а также связи со стратегическими целями компании, бизнес-процессами, поддерживающими их производство (рис. 3).

дела продаж, реализующего мясную продукцию, и смоделируем заключение договора с заказчиком, или процедуру торга.

Имитационное моделирование является одним из оптимизационных методов принятия решений. Поведение большой активной системы в условиях

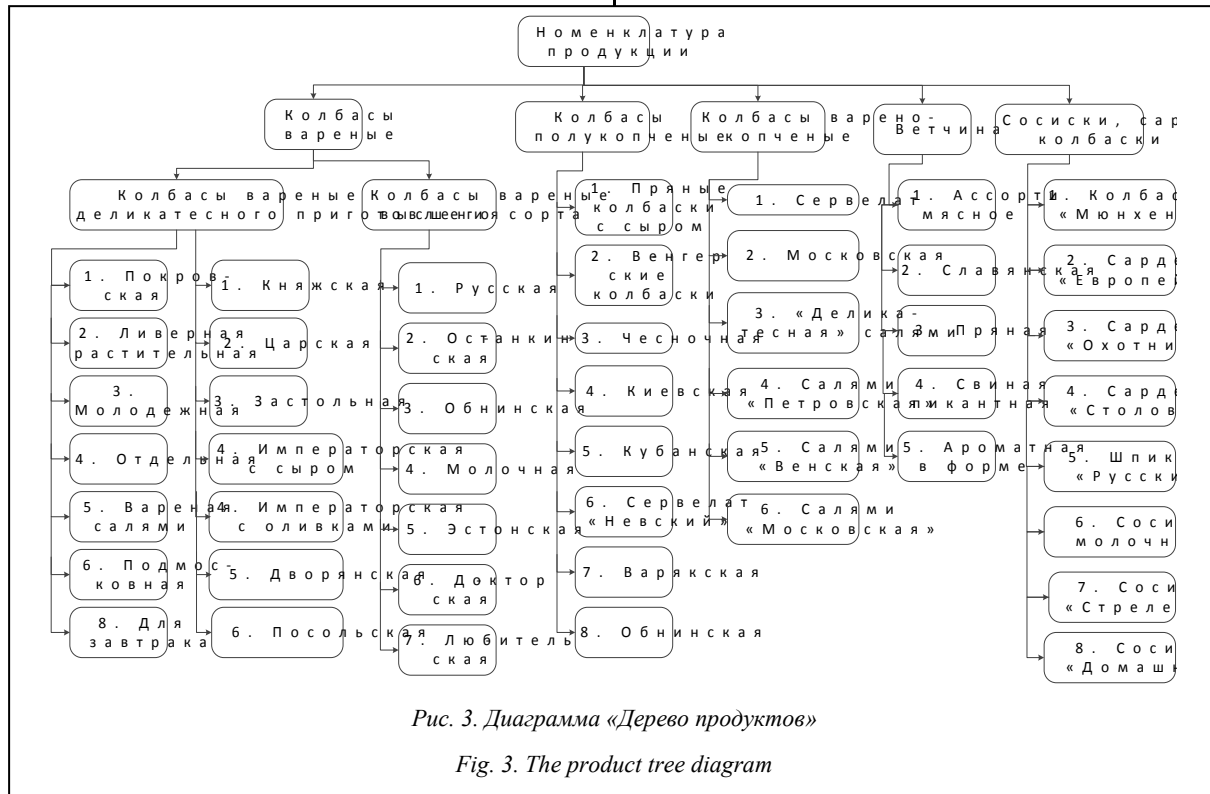


Рис. 3. Диаграмма «Дерево продуктов»

Fig. 3. The product tree diagram

Аналогичным образом разрабатывают модель «Дерево функций» по той же методологии, что и в нотации IDEF0.

Модель «Организационная структура» (ORG-organizational chart) используется для описания организационной структуры компании. На данной модели изображаются структурные подразделения, группы, должности, роли и прочие элементы организационной структуры и связи между ними.

На рисунке 4 представлен фрагмент событийной цепочки процедуры «Обработка заказа клиентов».

Структурно-параметрическое моделирование. На следующем этапе разрабатываются структурно-параметрические модели с использованием программы «Система структурно-параметрического моделирования, прогнозирования и идентификации...» (авторы: М.А. Беляева, Ю.А. Ивашкин, офиц. свид. о регистр. программ для ЭВМ № 2007612733), с помощью которой можно провести многофакторный анализ: корреляционный, регрессионный, установить прогноз и диагноз, влияние каждого фактора на поведение системы, которой является предприятие [4].

Моделирование в имитационных системах Simplex 3, Anylogic. Рассмотрим деятельность от-

неопределенности и конфликта в большинстве случаев непредсказуемо, и конечное ее состояние нельзя спрогнозировать из начального аналитически или путем логического анализа. В связи с этим для идентификации и прогнозирования различных ситуаций в больших системах можно применить агентно-ориентированные технологии имитации взаимодействия активных элементов – интеллектуальных агентов, изменяющих свои свойства и поведение в зависимости от состояния других элементов и среды. Модели агентов, описывающие их индивидуальные характеристики состояния и поведения, объединяются в мультиагентную имитационную модель активной системы.

Модель поведения каждого индивидуального активного агента разрабатывается с позиций и стратегий торга и ценообразования в зависимости от состояния рынка и стратегий всех его участников. Либо модель торга сводится к интеллектуальным стратегиям принятия решения по достижению цели в условиях неопределенности и риска.

Имитационная модель позволяет учитывать поведение агента и его состояние, параметрически описывать свойства и ассортимент мясной продукции, ценовые и неценовые показатели. Множество параметрических описаний агентов система-

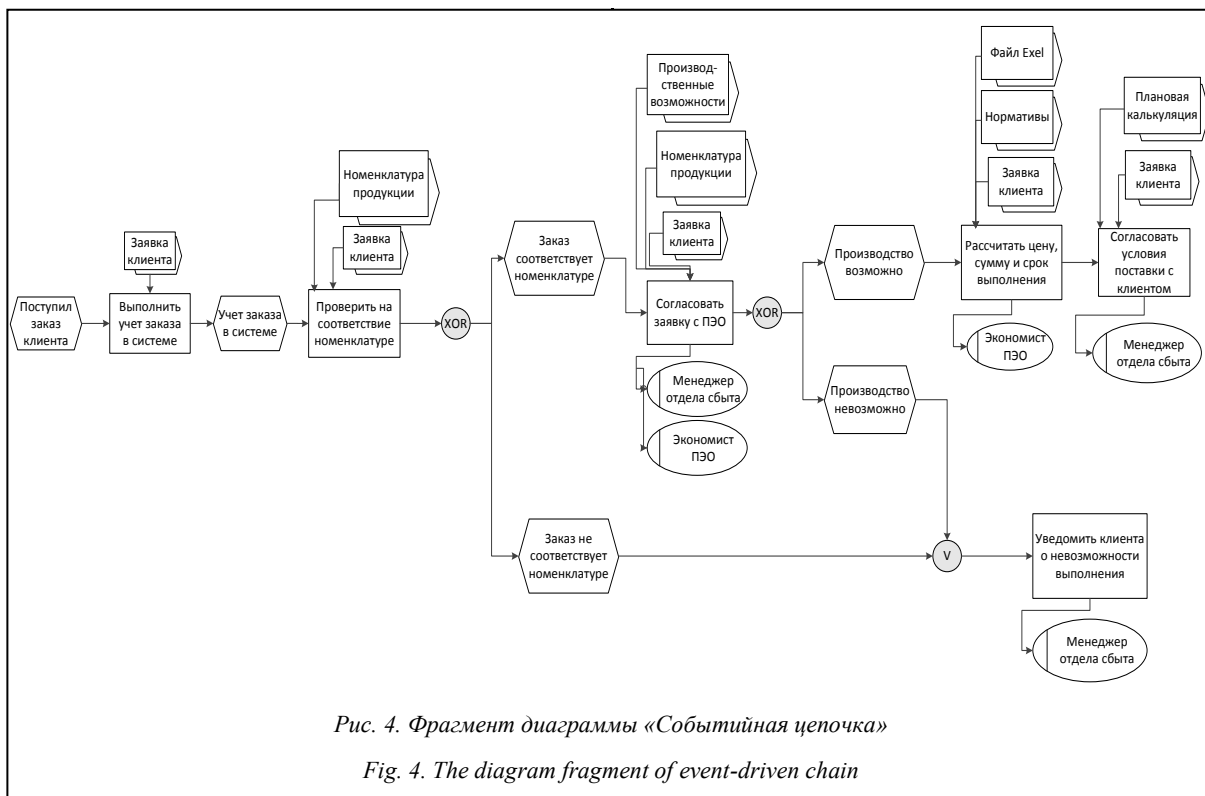


Рис. 4. Фрагмент диаграммы «Событийная цепочка»

Fig. 4. The diagram fragment of event-driven chain

тизируются в виде структурно-параметрической матричной модели мультиагентной системы с упорядочением вдоль главной диагонали вектора изменения параметров состояния и характеристик связей между элементами системы и среды.

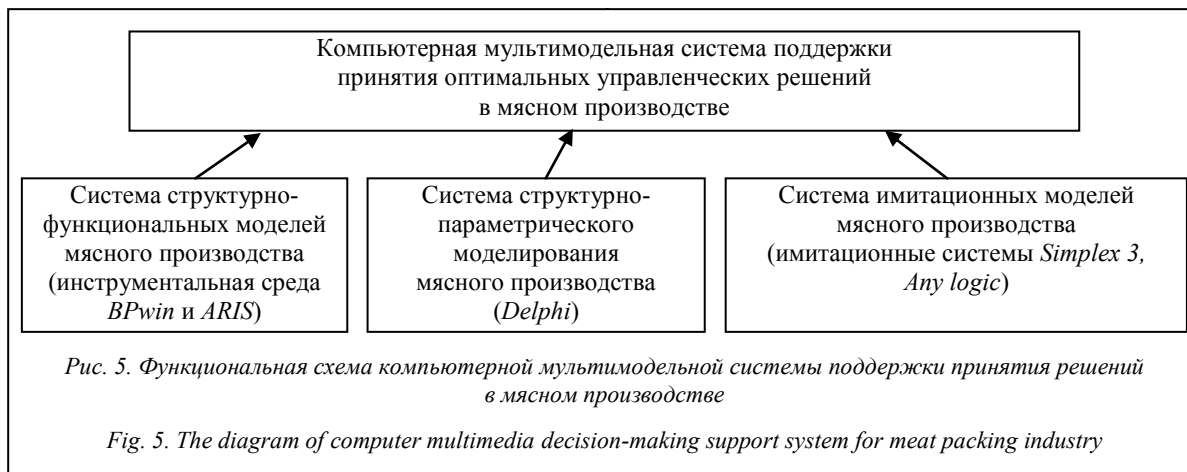
Факторы, влияющие на заключение договора или торг, можно сгруппировать по свойствам в структурно-параметрическую модель состояния системы, которая дает возможность детализировать описание переменных состояния и динамики взаимодействия агентов (в качестве агентов могут выступать отдел продаж колбасного завода, магазин продаж мясной продукции и агенты-покупатели), а также определять структуру мультиагентной имитационной модели в виде множества взаимосвязанных агентов, объединенных общими и частными целями. Процедура общения между агентами проходит с помощью направленных сообщений о текущих событиях, а имитационная мультиагентная модель динамической системы воспроизводит переходные процессы развития ситуации при различных переговорных, ситуационных и интеллектуальных стратегиях принятия решений агентами [5, 6].

На исход заключения договора или торга могут влиять неценовые факторы: престиж предприятия, магазина, территориальное расположение торговой точки, рекламная акция предприятия, уровень обслуживания продавцами. Модель программно реализована в имитационной системе Simplex 3 с внешней процедурой ввода данных в среде VBA [5, 6]. Кроме того, разработана агентная модель в имитационной системе Anylogic, в основу

которой положены новые нетрадиционные принципы имитационного моделирования: анимация в 3D-графике, в которой в качестве агентов выступали продавцы – мясоперерабатывающее предприятие, продавцы торговых точек и агенты-покупатели или агенты-заказчики мясной продукции.

На рисунке 5 представлена функциональная схема компьютерной мультимодельной системы поддержки принятия решений на предприятии. Деятельность любого предприятия характеризуется финансово-хозяйственными или экономическими показателями (прибыль, издержки, фонд оплаты труда, безубыточность, финансовая устойчивость). Интеграция моделей статике, динамики, графической среды, проведение стоимостного анализа всех функций предприятия способствуют принятию решений на всех информационных организационных уровнях предприятия: стратегическом, функционально-тактическом, уровне знаний, операционном уровне. Осуществление устойчивого функционирования предприятия как системы «производство, отдел кадров, финансы и бухгалтерия, маркетинг», «импорт» и «экспорт» данных из одной системы в другую, а также внешние процедуры с данными дают возможность интеграции данных, анализа в различных состояниях, прогнозирования.

Результаты исследования. При формировании мультимодельной системы поддержки принятия оптимальных управленческих решений использовались разработанный комплекс моделей, сравнительный анализ и численная оптимизация [3, 6].



Компьютерная мультимодельная система решает следующие задачи:

- оценка технического обеспечения предприятия;
- оценка экономического состояния мясоперерабатывающего предприятия;
- прогнозирование и планирование доходов, расходов и убытков;
- расчет численности работников на предприятии и фонда заработной платы;
- оценка и планирование структуры предприятия;
- выявление приоритетных направлений развития мясного производства;
- планирование средств на строительство, ремонт и содержание инфраструктуры мясоперерабатывающего предприятия;
- выделение основных факторов риска и прогноз критических ситуаций;
- расчет объема продаж готовой продукции;
- определение маркетинговой ситуации;
- проведение ценовой политики и установление компромиссных цен, устраивающих как производителя мясной продукции, так и покупателя и заказчиков;
- определение спроса на мясную продукцию по ее ассортименту.

Таким образом, компьютерная мультимодельная система поддержки принятия решений дает возможность совершенствовать процесс мясного производства и может быть полезна руководителям, менеджерам, предпринимателям в мясном бизнесе.

Литература

1. Шерр А.-В. Моделирование бизнес-процессов. М.: Весть-МетаТехнология, 1999.

2. Шмидт Б. Искусство моделирования и имитации. Введение в имитационную систему Simplex3; [пер. с нем.]. Гент, Бельгия: SCS Европейское изд-во, 2003. 550 с.

3. Беляева М.А. Многокритериальная оптимизация и анализ производственных процессов и деятельности предприятия как большой технологической системы // Конгресс по интеллектуальным системам и информационным технологиям «AIS'IT-10 CAD-2010»: сб. трудов. М.: Физматлит, 2010. Т. 1. С. 115–118.

4. Беляева М.А. Многокритериальная оптимизация процессов тепловой обработки мясных полуфабрикатов: дисс. докт. техн. наук. М.: МГУПБ, 2009. 50 с.

5. Ивашкин Ю.А. Мультиагентное имитационное моделирование больших систем: учеб. пособие для вузов. М.: МГУПБ, 2008. 230 с.

6. Беляева М.А. Имитационное моделирование социально-экономических систем для поддержки принятия решений // Пищевая промышленность. 2011. № 4. С. 86–87.

References

1. Scheer A.-W. *ARIS-business process modeling*. Springer Publ., 2000, 218 p. (Russ. ed.: Moscow, Vest-MetaTekhnologiya Publ., 1999).

2. Schmidt B. *The art of modeling and simulation: introduction to the Simulation System Symplex3*. Ghent, Belgium, SCS European Publ., 2003, 550 p. (Russ. ed.: Moscow, Finansy i statistika Publ., 2003).

3. Belyaeva M.A. Multi-criteria analysis and optimization of production processes in the enterprise as a large technological system. *Kongress po intellektualnym sistemam i informatsionnym tekhnologiyam "AIS'IT-10 CAD-2010"*. *Sbornik trudov* [Proc. of the Congress on Intelligent Systems and Information Technologies "AIS'IT-10 CAD-2010"]. Moscow, Fizmatlit Publ., vol. 1, 2010, pp. 115–118.

4. Belyaeva M.A. *Mnogokriterialnaya optimizatsiya protsessov teplovoj obrabotki myasnykh polufabrikatov* [Multi-criteria optimization of heat treatment processes of meat products]. PhD thesis, Moscow, Moscow State Univ. of applied biotechnology Publ., 2009, 50 p.

5. Ivashkin Yu.A. *Multiagentnoe imitatsionnoe modelirovaniye bolshikh sistem* [Multiagent simulation of large systems]. Study guide for universities, Moscow, Moscow State Univ. of applied biotechnology Publ., 2008, 230 p.

6. Belyaeva M.A. Simulation of socio-economic decision support systems. *Pishchevaya promyshlennost* [Food Industry]. 2011, no. 4, pp. 86–87.

Вниманию авторов!

Редакция журнала «Программные продукты и системы» руководствуется «Кодексом этики научных публикаций», разработанным и утвержденным Комитетом по этике научных публикаций.

Все поступающие в редакцию статьи проходят экспертизу. При выявлении плагиата публикация отклоняется без права доработки материалов.