

05.13.18  
П 881

*В научной библиотеке  
ЗСН*

На правах рукописи

Пудовкина Светлана Геннадьевна



МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ФИНАНСОВОЙ СБАЛАНСИРОВАННОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-СБЫТОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА БАЗЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Специальность 05.13.18 — «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

05.13.10 — «Управление в социальных и экономических системах»

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Челябинск  
2004

Работа выполнена в Южно-Уральском государственном университете.

Научный руководитель — доктор физико-математических наук,  
профессор Телегин А.И.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук, профессор Панюков А.В.

доктор физико-математических наук, профессор Мазуров В.Д.

Ведущая организация — ОАО «УралАЗ-Энерго», г. Миасс

Защита диссертации состоится 28 декабря 2004 г. в 14<sup>00</sup> часов,  
на заседании диссертационного совета Д212.298.02 по присуждению  
ученых степеней в Южно-Уральском государственном университете  
по адресу: 454080, г. Челябинск, пр. им. Ленина 76.

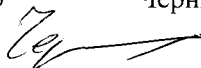
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Южно-Уральского государственного университета.

Ваш отзыв в двух экземплярах, заверенных печатью, просим выслать по адресу: 454080, г. Челябинск, пр. им. Ленина 76, ЮУрГУ, ученый совет, тел. 67-91-23.

Автореферат разослан 26 ноября 2004 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
доктор технических наук, профессор

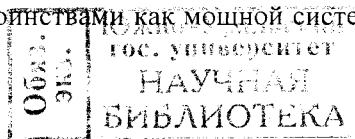
Чернявский А.О.



# Общая характеристика работы

## Актуальность темы

Экономисты часто отвергают математическое моделирование деятельности своего предприятия, в основном, по вине самих экономико-математических моделей и методов, так как, во-первых, многие из аналитических формул в этих моделях имеют частный вид, во-вторых, мало наглядных и практических методик по их применению, в-третьих, недостаточна связь с учетной (бухгалтерской) информацией и существующими диаграммными (CASE – Computer Aided System/Software Engineering) средствами описания деятельности предприятия, в-четвертых, отсутствует понимание того, что процесс сбора и представления информации как базы данных (БД) для математического моделирования представляет собой отдельную и сложную задачу. Одним из перечисленных недостатков экономико-математических моделей, представленных в аналитическом виде, является их частный характер. Так, например, вычисление выручки по формуле  $B = CX$ , где  $B$  – выручка от реализации продукции,  $C$  – цена продукции,  $X$  – объем ее реализации, не позволяет учитывать многие факторы. Поэтому актуальным является обобщение подобных моделей с сохранением их представления в аналитическом виде, при котором возможны подстановки и дальнейшие аналитические преобразования формул. Для общих моделей (с десятками и сотнями параметров) актуальной является задача организации сбора исходных данных и их удобного представления (визуализации). Для ее решения эффективно использовать новые информационные технологии с акцентом на повторное (многоцелевое) использование данных, собранных для других целей. Например, для сбора, хранения, визуального представления и повторного использования информации, применяемой при моделировании деятельности предприятий удобно использовать Архитектуру Интегрированных Информационных Систем (ARIS). С помощью ARIS-методологии и одноименной программной системы (ПС) ARIS можно задокументировать все процессы, выявить в них недостатки, мешающие эффективной работе предприятия, получить на основе моделей процессов нормативные документы для их поддержки, автоматизации и т.д. Главное достоинство ARIS-диаграмм как БД математических моделей в отличие, например, от таблиц Excel – это максимально возможная наглядность и ясность. Но вместе с очевидными достоинствами, как мощной системы моделиро-



вания и анализа бизнес-процессов (БП), ARIS обладает рядом недостатков, таких как дороговизна в приобретении и технической поддержке, большая функциональная избыточность моделей, сложность в освоении и обучении. Эти недостатки можно устранить путем использования XML-технологий, преимуществами которых являются: во-первых, независимость от платформы и свободное (бесплатное) распространение; во-вторых, предоставляемая пользователю возможность создавать авторские языки разметки документов и их преобразователей для решения проблем (задач) своей предметной области, при этом разделяя структурированную информацию и способы ее представления; в-третьих, XML-технологии позволяют создавать расширяемые (функционально-наполняемые) программные средства моделирования (математического, имитационного) систем и процессов; в-четвертых, XML-документы легко и быстро создаются и являются интуитивно-понятными.

Таким образом, обобщение аналитических формул основных экономико-математических моделей (вычисления выручки, баланса финансовых средств, затрат и т.д.), а также применение ARIS и XML-технологий как средств сбора, представления и преобразования информации при математическом моделировании производственно-сбытовой деятельности предприятий является актуальной задачей.

### **Цели работы**

- Обеспечить руководство предприятий, специалистов и аналитиков удобным в практическом использовании инструментарием (математическим, методическим, алгоритмическим, программным) для анализа и прогнозирования результатов производственно-сбытовой деятельности предприятия, что позволит получать экономический эффект в денежном, временном, ресурсном отношениях.
- Обеспечить специалистов, пользователей и разработчиков моделей, применяющих ARIS-методологию и ПС ARIS, методиками, упрощающими обучение и применение концепции ARIS на практике.
- Предложить и описать механизмы применения ARIS и XML-технологий как БД и программных средств для математического моделирования.

## **Основные задачи диссертационной работы**

1. Разработать математическое, методическое и программное обеспечение процесса моделирования деятельности производственно-сбытового предприятия и формирования отчетов, информационных срезов и других выходов по результатам моделирования, которые можно использовать в процессах принятия управленческих решений.
2. Обобщить известные математические модели финансово-сбалансированной производственно-сбытовой деятельности предприятия на многопродуктовые динамические модели с максимальным обобщением формул вычисления выручки, затрат и других экономических параметров.
3. Разработать ARIS-диаграммы как составляющие информационной базы математических моделей, описывающих алгоритмы вычисления основных экономических показателей (объемов производства и реализации, постоянных и переменных затрат, собственных и заемных финансовых средств, цены и прибыли).
4. Разработать языки разметки моделей деятельности предприятия, а также методики, позволяющие использовать XML-документы в качестве БД для математического моделирования.
5. Описать процесс создания и функционального наполнения ПС для моделирования деятельности ПСП. Привести примеры создания и расширения ПС.

## **В диссертации решаются**

- Проблемы преодоления сложностей с внедрением аппарата математического моделирования на предприятиях.
- Проблемы сбора информации для проведения математического моделирования в рамках конкретного предприятия.
- Проблемы выбора и применения современных информационных технологий для целей математического моделирования.

## **Методы исследований**

Системный анализ. Математическое моделирование. Теория управления. CASE-моделирование (диаграммное описание систем и процессов). Синтез формальных языков. Декларативное программирование. Структурный анализ программных систем.

## **Научная новизна**

– Обобщены модели выручки, позволяющие в одной расчетной формуле моделировать различные условия работы предприятия, учитывающие ценовую политику ПСП, динамику производства по периодам, динамику продаж.

– Предложены методики, упрощающие построение ARIS-диаграмм всех видов моделирования, а также способы, формализующие процесс сбора информации посредством ARIS-шаблонов.

– Разработаны языки разметки XML-документов, содержащих исходные и результатные данные процесса моделирования финансовой сбалансированности производственно-сбытовой деятельности.

– Построены диаграммные модели процесса разработки и функционального наполнения проблемно-ориентированного программного комплекса для моделирования систем и процессов.

## **Практическая ценность работы**

Предлагаемые в настоящей работе методы могут быть использованы предприятиями и организациями, оказывающими консалтинговые услуги; при подготовке к сертификации по международным стандартам серии ISO 9000; при проектировании и внедрении корпоративной информационной системы; при проведении проектов по реорганизации структуры и реинжинирингу БП предприятия. Разработчики программного обеспечения на основе XML-технологий могут использовать предложенный в диссертационной работе четырехэтапный процесс создания и функционального наполнения ПС.

## **Реализация**

– На ведущем предприятии ОАО «УралАЗ-Энерго» осуществлен проект по описанию и моделированию БП предприятия с целью налаживания процессной системы управления в рамках концепции общего менеджмента бизнеса. В результате внедрены методики сбора информации с использованием шаблонов; создан альбом диаграмм и моделей, описывающих производственную деятельность предприятия, проведено обучение руководителей верхнего и среднего звена ARIS-методологии.

– В учебный процесс электротехнического факультета, факультета экономики, управления и права филиала ЮУрГУ в г. Миассе

внедрены разработанные методики, шаблоны и математические модели в дисциплинах «Математические методы и модели в экономике», «Математическая экономика», «Моделирование экономических систем и процессов», «Анализ и оптимизация бизнес-процессов», «Имитационное моделирование», «Информационные технологии в экономике», «Основы XML-технологий» по специальностям «Экономика и управление на предприятии», «Менеджмент», «Финансы и кредит», «Прикладная информатика (в экономике)», «Управление и информатика в технических системах».

### **На защиту выносятся**

- Обобщения известных формул вычисления выручки, учитывающие реальные процессы сбытовой деятельности предприятия;
- Уравнения баланса финансовых средств многопродуктовых производственно-сбытовых предприятий в динамике и различные виды их представления, в том числе канонический;
- Условия существования БУ в общем и частных видах;
- Методы, упрощающие построение БД и повышающие их наглядность и общую эффективность;
- ARIS-шаблоны сбора информации о деятельности моделируемых предприятий;
- Методическое, алгоритмическое и программное обеспечение имитационного моделирования на основе предложенных математических моделей;
- XML-словари, языки разметки и программы преобразований.

### **Апробация работы**

Результаты работы докладывались и обсуждались на региональной конференции «Новые информационные технологии в управлении предприятиями» (г. Миасс, 2001 г.), на XXI Российской школе по проблемам науки и технологий (г. Миасс, 2001 г.), Межотраслевой научно-технической конференции (г. Озерск, 2002 г.), Всероссийской научно-практической конференции (г. Чебоксары, май-июнь 2004 г.), научно-практических конференциях ЮУрГУ (2001, 2002, 2003, 2004 гг.), на объединенном семинаре кафедр «Системы управления и математическое моделирование», «Экономика и информационные системы», «Автоматика», «Естественные науки и математика», «Финансы и кредит» филиала ЮУрГУ (г. Миасс, 2004 г.).

## Публикации

По материалам диссертации опубликовано 9 печатных работ, в том числе одна монография.

## Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 104 наименований и двух приложений. Объем работы составляет 178 страниц.

## Содержание работы

Во введении рассматривается предыстория исследуемых проблем, обосновывается актуальность выбранной темы и формулируются основные направления исследований. Проанализировано несколько десятков статей и других печатных работ и электронных источников по теме диссертации, выявлены недостатки и проблемы рассматриваемой предметной области, описаны цели и задачи исследования.

В главе «Математическое моделирование производственно-сбытового предприятия (ПСП)» предложены обобщения основных математических моделей для случаев статического и динамического однопродуктового и многопродуктового производства. При рассмотрении многопродуктовых динамических моделей первый индекс  $j$  указывает на номер продукта, а второй индекс  $t$  обозначает период, в который рассматривается этот экономический показатель. Балансовое уравнение (БУ) для  $j$ -й продукции в период  $t$  записывается в виде

$$U_{jt}X_{jt} + \xi_{jt}Z_t + \sigma_{jt}H_t = B_{jt} + \eta_{jt}C_t^r + \zeta_{jt}C_t^b, \quad j = \overline{1, n},$$

$$\sum_{j=1}^n \xi_{jt} = 1, \quad \sum_{j=1}^n \sigma_{jt} = 1, \quad \sum_{j=1}^n \eta_{jt} = 1, \quad \sum_{j=1}^n \zeta_{jt} = 1,$$

где  $U_{jt}$  – переменные затраты на выпуск единицы  $j$ -го продукта в период  $t$ ;  $X_{jt}$  – валовой выпуск  $j$ -го продукта ( $j=1, 2, \dots, n$ ) в период  $t$ ;  $Z_t$  – постоянные затраты предприятия в период  $t$ ;  $H_t$  – величина налогов предприятия, подлежащая к уплате в период  $t$  (эта величина отражает основные виды налогов, уплачиваемых предприятием: НДС и налог на прибыль, а другие налоги и платежи – налог на землю, платежи за пользование природными ресурсами и т.д., – учитываются в  $Z_t$ );  $B_{jt}$  – выручка предприятия от реализации  $j$ -й продукции в пе-



риод  $t$ ;  $C_t^r$  – сумма резервных средств, снятая со счёта предприятия для покрытия расходов на производство и реализацию всех видов продукции в период  $t$ ;  $C_t^b$  – сумма заёмных средств (кредитов), потраченная предприятием для покрытия расходов на производство и реализацию всех видов продукции в период  $t$ ;  $n$  – количество продуктов, выпускаемых предприятием;  $\xi_{jt}$  — удельный вес постоянных расходов предприятия, относимых на  $j$ -ю продукцию в период  $t$ ;  $\sigma_{jt}$  — удельный вес налогов предприятия в период  $t$ , относимых на  $j$ -ю продукцию;  $\eta_{jt}$  — удельный вес резервных средств предприятия в период  $t$ , относимых на  $j$ -ю продукцию;  $\zeta_{jt}$  — удельный вес заёмных средств предприятия в период  $t$ , относимых на  $j$ -ю продукцию.

Выручку от реализации  $j$ -й продукции в общем случае предлагается вычислять по формуле

$$B_{jt} = \sum_{\tau \in N_{jt}} C_{j\tau t} Y_{j\tau t}, \quad j = \overline{1, n}, \quad 1 \leq t \leq T,$$

где  $C_{j\tau t}$  – цена единицы  $j$ -го продукта, выпущенного в период  $\tau$ , но проданного в период  $t$  ( $1 \leq \tau \leq T$ );  $Y_{j\tau t}$  – объём чистого выпуска  $j$ -го продукта, выпущенного в период  $\tau$ , но проданного в период  $t$ ;  $N_{jt}$  – множество периодов производства  $j$ -го продукта, частично или полностью проданного в период  $t$ ;  $\tau$  — номер периода, отсчитываемый от начала моделирования;  $t$  – рассматриваемый (расчетный) период ( $1 \leq t \leq T$ );  $T$  – общее время моделирования. Если  $\tau < t$ , то в расчетный период продается продукция, уже пролежавшая какое-то время на складе. Если  $\tau = t$ , то в расчетах выручки используется произведенная в рассматриваемый период продукция. Если  $\tau > t$ , то в рассматриваемый период при реализации учитывается продукция, которая еще не произведена, но уже зарегистрированная в документах как проданная, например, при использовании метода учета выручки и финансовых результатов по оплате, когда на расчетный счет уже поступили денежные средства в виде аванса за еще не произведенную и не отгруженную продукцию.

Величину  $C_{j\pi}$  предлагается представить в виде  $C_{j\pi} = b_{j\pi} C_{jt}$ , где  $C_{jt}$  – цена единицы  $j$ -го продукта в период  $t$ ;  $b_{j\pi}$  — доля цены  $j$ -го продукта, изготовленного в период  $\tau$ , по отношению к цене это-

го продукта в период  $t$ . Это коэффициент влияния (скидки при  $b_{j\pi} < 1$  или наценки при  $b_{j\pi} > 1$ ) на цену  $j$ -го продукта отрезка времени  $t - \tau$  от периода производства  $\tau$  до периода реализации  $t$ . Величину  $Y_{j\pi}$  предлагается представить в виде  $Y_{j\pi} = d_{j\pi} Y_{j\tau}$ , где  $Y_{j\tau}$  — объем чистого выпуска  $j$ -го продукта в период  $\tau$ ;  $d_{j\pi}$  — доля чистого выпуска  $j$ -й продукции, произведенной в период  $\tau$ , но проданной в период  $t$ . Эта величина описывает динамику продаж. Внутренний выпуск  $j$ -го продукта в период  $t$ , т.е. часть  $j$ -го продукта изготовленного в период  $\tau$  для комплектации других продуктов вычисляется по известной формуле Леонтьева  $Y_{j\tau} = X_{j\tau} - \sum_{m=1}^n a_{jm} X_{m\tau} = \sum_{m=1}^n q_{jm} X_{m\tau}$ , где  $q_{jm} = 1 - a_{jj}$ , если  $m = j$  и  $q_{jm} = -a_{jm}$ , если  $m \neq j$ ,  $a_{jm}$  — количество единиц  $j$ -го продукта, необходимое для комплектации одной единицы  $m$ -го продукта. С использованием введенных величин выражение выручки примет вид

$$B_{jt} = C_{jt} \sum_{\tau \in N_{jt}} b_{j\pi} d_{j\pi} \sum_{m=1}^n q_{jm} X_{m\tau}.$$

Величину  $X_{m\tau}$  предлагается выразить через достигнутый уровень валового производства, т.е. представить в виде  $X_{m\tau} = r_{m\pi} X_{m,t-1}$ , где  $r_{m\pi}$  — коэффициент динамики валового выпуска  $m$ -го продукта, т.е. объем производства  $m$ -го продукта в период  $\tau$  по сравнению с достигнутым уровнем производства. Величиной  $r_{m\pi}$  можно описывать спады или подъёмы производства  $m$ -го продукта за время  $t - \tau - 1$ . Выражение выручки с итоге примет вид:

$$B_{jt} = C_{jt} \left( d_{jt} \sum_{m=1}^n q_{jm} X_{mt} + \sum_{m=1}^n f_{jmt} X_{m,t-1} \right), \quad (1)$$

где  $f_{jmt} = q_{jm} \sum_{\tau \in N_{jt} \setminus t} b_{j\pi} d_{j\pi} r_{m\pi}$ ,  $d_{jt} = d_{jtt}$  — коэффициент реализации  $j$ -го продукта в период  $t$ , выпущенного для сбыта в этот же период. В этой формуле выручка от реализации  $j$ -ой продукции вычисляется через достигнутый уровень валовых объемов производства всех видов продукции ( $X_{m,t-1}$ ) и валовых объемов производства в текущий период ( $X_{mt}$ ). Если подставить полученное выражение выручки

в формулу БУ для  $j$ -го продукта в период  $t$ , то после преобразований получится следующее выражение

$$\sum_{m=1}^n V_{jmt} X_{mt} = \sum_{m=1}^n f_{jmt} X_{m,t-1} + W_{jt}, \quad j=1,2,3,\dots,n,$$

где  $V_{jmt} = -d_{jt}q_{jm}$ , если  $m \neq j$  и  $V_{jmt} = U_{jt}/C_{jt} - d_{jt}q_{jj}$ , если  $m = j$ ,

а  $W_{jt} = (C_{jt}^r + C_{jt}^b - Z_{jt} - H_{jt})/C_{jt}$ , где  $Z_{jt} = \xi_{jt}Z_t$ ,  $C_{jt}^r = \eta_{jt}C_t^r$ ,

$C_{jt}^b = \zeta_{jt}C_t^b$ ,  $H_{jt} = \sigma_{jt}H_t$ . После введения в обращение векторов-

столбцов  $\bar{X}_t = (X_{1t}, X_{2t}, \dots, X_{nt})^T$ ,  $\bar{W}_t = (W_{1t}, W_{2t}, \dots, W_{nt})^T$  и матриц

$V_t = \{V_{jmt}\}_{n \times n}$ ,  $F_t = \{f_{jmt}\}_{n \times n}$  БУ можно представить в следующем

каноническом векторно-матричном виде

$$\bar{X}_t = A_t \bar{X}_{t-1} + \bar{D}_t, \quad (2)$$

где  $A_t = V_t^{-1}F_t$  и  $\bar{D}_t = V_t^{-1}\bar{W}_t$

Получены условия существования канонического вида БУ. В частном случае, при  $m = j = 1$ , т.е. для однопродуктового производства формулы (1) и (2) принимают следующий скалярный вид

$$B_t = C_t(d_t X_t + f_t X_{t-1}), \quad X_t = A_t X_{t-1} + D_t,$$

где  $A_t = F_t/V_t$ ,  $D_t = W_t/V_t$ ,  $W_t = (C_t^r + C_t^b - Z_t - H_t)/C_t$ ,  
 $V_t = U_t/C_t - d_t$ ,  $F_t = f_t = \sum_{\tau \in N_t \setminus t} b_{\tau t} d_{\tau t}$  (здесь индекс номера продукта

опущен). Следовательно, условием существования канонического вида БУ является неравенство  $U_t \neq d_t C_t$ . Отсюда следует, что, если в каждый период времени реализуется весь объем произведенной продукции, то  $d_t = 1$ , и при условии  $U_t = C_t$  канонического вида БУ не существует.

Для многопродуктового производства условие существования канонического вида БУ определяется существованием матрицы  $V^{-1}$ . Если список всех видов продуктов, выпускаемых предприятием, пронумерован так, что первый по списку вид продукции может использоваться для производства или комплектации всех следующих в списке продуктов, а остальные виды продукции могут идти на производство или комплектацию только следующих по списку за ними видов продукции, тогда матриц  $V_t$  имеет вид

$$V_t = \begin{pmatrix} \frac{U_{1t}}{C_{1t}} - d_{1t}q_{11} & -d_{1t}q_{12} & \dots & -d_{1t}q_{1n} \\ 0 & \frac{U_{2t}}{C_{2t}} - d_{2t}q_{22} & \dots & -d_{2t}q_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \frac{U_{nt}}{C_{nt}} - d_{nt}q_{nn} \end{pmatrix}.$$

Следовательно, с учетом равенства  $q_{jj} = 1 - a_{jj} = 1$  получим

$$\det(V_t) = \left( \frac{U_{1t}}{C_{1t}} - d_{1t} \right) \left( \frac{U_{2t}}{C_{2t}} - d_{2t} \right) \dots \left( \frac{U_{nt}}{C_{nt}} - d_{nt} \right).$$

Поэтому матрица  $V^{-1}$  существует при  $U_{jt} \neq d_{jt}C_{jt}$  для всех  $j$ .

Если  $N_t = \{t-1, t, t+1\}$ , то в динамике рассматриваются три периода: текущий период  $t$ ; предшествующий ему период  $t-1$ , который определяет достигнутый уровень производства; и последующий период  $t+1$ . Тогда

$$A_t = \frac{f_t C_t}{U_t - d_t C_t}, \quad D_t = \frac{C_t^r + C_t^b - Z_t - H_t}{U_t - d_t C_t},$$

и коэффициент  $f_t = b_{t-1,t}d_{t-1,t} + b_{t+1,t}d_{t+1,t}r_{t+1,t}$ , так как  $r_{t-1,t} = 1$ .

Следовательно, валовой объем производства  $X_t$  вычисляется по формуле

$$X_t = \frac{(b_{t-1,t}d_{t-1,t} + b_{t+1,t}d_{t+1,t}r_{t+1,t})C_t X_{t-1} + C_t^r + C_t^b - Z_t - H_t}{U_t - d_t C_t},$$

и формула вычисления выручки примет вид

$$B_t = d_t C_t X_t + f_t C_t X_{t-1},$$

где динамические коэффициенты описывают ценовую политику предприятия, динамику продаж и производства.

В главе «Методики эффективного построения ARIS-диаграмм» предложены методы, упрощающие построение основных типов ARIS-моделей экономических систем и процессов. Для организационных диаграмм (ОД) предлагаемая методика построения соответствует их итерационной разработке. Минимальное количество итераций — две, причем, в первой итерации на множестве одного объекта, который выбирается в качестве базового (основного), строится первое приближение к искомой диаграмме. Так получается диаграмма

должностной подчиненности, или диаграмма размещения, или диаграмма организационной подчиненности. В следующей итерации вокруг каждого объекта, на основе которого построена диаграмма в первой итерации, сосредотачиваются остальные объекты ОД. В атрибуты объектов сводной организационной диаграммы заносится информация, необходимая для математических расчетов по ранее предложенным формулам, например, вычисления постоянных и переменных затрат (ставки заработной платы, нормы выработки, ставки арендной платы, арендуемые площади, суммы амортизационных отчислений и т.д.). Кроме двухшагового рекомендуется многошаговые процессы построения ОД.

Для упрощения построения eEPC-диаграмм (extended Event Driven Process Chain — событийно управляемых цепочек процессов), описывающих БП, предлагается использовать методику, названную нами «магистральной» («магистральный подход»), который соответствует итерационному способу построения диаграмм. Причем в первой итерации получается законченная eEPC-диаграмма, но только для одного из возможных случаев (путей) развития процесса, который пока не учитывает не оптимальные (но возможные) пути развития процесса.

Предлагаемый подход, во-первых, значительно упрощает процедуру EPC-моделирования и, во-вторых, обеспечивает быстрое создание диаграммы, которую можно использовать в имитационном моделировании деятельности предприятия и создавать на ее основе различные варианты дальнейшего использования, в том числе функционально наполнять. На следующих итерационных шагах строятся возможные ветви развития процесса, которые не находятся на магистрали и т.д.

Практический опыт показывает эффективность предложенных методик построения моделей экономических систем и процессов.

В главе «Методики сбора информации для построения базы данных математического моделирования» предложены формы и шаблоны, используемые для сбора информации о деятельности предприятия, оцифровки атрибутов тех объектов, на множестве которых строятся ARIS-диаграммы.

Новым является порядок и методика сбора информации на основе специально разработанных форм опросных листов, документов для обследования предприятия и ARIS-шаблонов, увязанных друг с другом. Последние являются унифицированными формами фиксиро-

вания информации и, по сути, представляют собой предварительные модели, которые могут быть дополнены и видоизменены в условиях конкретного предприятия. Для обеспечения целостности и увязки всех предложенных ARIS-шаблонов с вербальным описанием БП предприятия, данные шаблоны можно заполнять как при непосредственном опросе работников моделируемого предприятия (при интервьюировании), так и использовать после обработки опросных листов (при анкетировании), которые работники предприятия могут предварительно заполнить самостоятельно. ARIS-шаблоны зарекомендовали себя при проведении договорных работ по описанию деятельности ведущей организации ОАО «УралАЗ-Энерго» в процессе сбора информации о моделируемом предприятии.

В главе «Использование XML-технологий в моделировании систем и процессов» описаны основные положения XML-технологии и предложения по ее использованию для построения моделей всех уровней, создания пользовательских XML-документов и преобразования их с целью получения визуального представления результатов моделирования в виде текстовых отчетов, таблиц, диаграмм (столбиковых, секторных и CASE-диаграмм) и графиков. Рассмотрены примеры разметки XML-документов и XSLT-программ.

При использовании ARIS-методологии можно столкнуться с проблемой ее применения в ряде конкретных случаев. ARIS как методология и одноименный программный продукт достаточно хорошо зарекомендовали себя в ряде проектов по моделированию, анализу и оптимизации БП крупных предприятий. Но на мелких и средних предприятиях эффект от использования ПС ARIS может не окупить всех издержек на этот продукт. Возможны проблемы, связанные, во-первых, со сложностью освоения ПС; во-вторых, с отсутствием эффективных методик моделирования, учитывающих специфику конкретной отрасли и предприятия; в-третьих, с высокими ценами на ПС и ее техническое обслуживание; в-четвертых, со сложностью в разработке модели (много «ручной» работы); в-пятых, со сложными механизмами настройки ПС под конкретного пользователя; в-шестых, с большой функциональной избыточностью, часто не требуемой в рамках небольшого предприятия; в-седьмых, с проблемами адаптации под местные условия (ARIS является зарубежной ПС). Для устранения недостатков ARIS-технологии и особенно ПС ARIS, нами предложено использовать XML-технологии (eXtensible Markup Language). Это обусловлено тем, что, во-первых, эта технология бесплатная, свобод-

но распространяется и поддерживается; во-вторых, расширяемые языки разметки позволяют постепенно функционально наполнять возможности программных систем (основанных на XML-технологии), по мере возникновения такой необходимости, например, росте требований у экономистов к точности математических методов; в-третьих, предложенные нами методики, упрощающие построение основных ARIS-моделей, позволили реализовать XML-разметки данных, содержащих информацию для построения этих моделей и автоматической генерации соответствующих диаграмм. Таким образом, пользователь XML-технологии освобождается от финансовых затрат на ее приобретение, освоение и поддержку, а также получает в руки простую технологию моделирования экономических систем и процессов, в которых многие этапы максимально автоматизированы.

В части устранения перечисленных недостатков ARIS в настоящей работе сделано следующее: 1) предложены языки разметки моделей организационных диаграмм; 2) разработан язык разметки и механизмы его постепенного расширения для формального описания моделей БП всех уровней; 3) предложены XML-словари и описаны языки разметки входных и результатных XML-документов для программ моделирования финансово-сбалансированной деятельности ПСП; 4) описаны алгоритмы преобразования исходных XML-документов в итоговые, а также визуализации результатов моделирования.

Предложены и обоснованы основные принципы построения ПС на базе XML-технологий.

На рис. 1 представлена ARIS-диаграмма, отражающая процесс разработки и функционального наполнения программного пакета для моделирования систем и процессов на базе XML-технологий. Для каждого подпроцесса указаны: его исполнители; название подпроцесса; используемый инструментарий; получаемые на выходе документы и листинги, т.е. тексты программ. Снизу документы и листинги объединены в архитектурные слои – слой моделей, слой преобразователей, слой публикаторов и слой интерфейсов. Сверху отражены четыре уровня разработки ПС. Результаты первого уровня разработки требуют от пользователей умения читать XML-документы результатных данных (РД) и создавать исходные данные (ИД). Результаты второго уровня не требуют от пользователя знаний и умений в разметке ИД, т.к. они генерируются автоматически через XForms. После третьего уровня разработки получается ПС, в которой от пользователя не тре-

буется умения читать XML-документы, так как РД публикуются (визуально представляются) автоматически. После четвертого уровня пользователь освобождается от работы в командной строке, так как этот уровень обеспечивает удобный пользовательский интерфейс. Предлагаемый процесс реализован при разработке и функциональном наполнении ПС моделирования финансовой сбалансированности ПСП.

## **Основные выводы**

В диссертационной работе получены следующие теоретические и практические результаты:

1. Выведены формулы балансового уравнения для многопродуктового динамического производства с удельными весами постоянных затрат, налогов, собственных и заемных финансовых средств и его канонический вид. Найдены условия существования канонического вида БУ.
2. Предложена общая аналитическая формула вычисления выручки, содержащая коэффициенты, учитывающие основные характерные аспекты сбытовой деятельности предприятия, в том числе рыночные цены текущего периода и влияние временного фактора на свойства товара, и через них на цену.
3. Разработаны методики, упрощающие построение ARIS-диаграмм, моделирующие экономические системы и их процессы, в том числе производственно-сбытовые предприятия и их финансово-сбалансированную деятельность;
4. Усовершенствованы механизмы и предложены ARIS-шаблоны сбора информации для наполнения баз данных моделирования финансовой сбалансированности производственно-сбытовой деятельности предприятия.
5. Разработано методическое, алгоритмическое и программное обеспечение для моделирования производственно-сбытовой деятельности предприятия на основе XML-технологий.





## Основные публикации автора по теме диссертации:

1. Войнов И.В., Пудовкина С.Г. Методика моделирования организационной структуры предприятия. // Наука и технология. Серия Прикладные исследования. Труды XXI Российской школы / Под ред. Н.П. Ершова – М.: РАН, 2001. – С.3-15.
2. Войнов И.В., Пудовкина С.Г., Телегин А.И. Моделирование экономических систем и процессов. Опыт построения ARIS-моделей: Монография. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2002. – 392с.
3. Калашников В.Н., Плешанов О.Л., Пудовкина С.Г. От управления функционально-ориентированного к процессному. //ЭКО (Всероссийский экономический журнал). – 2002. №5. – С.100-117.
4. Пудовкина С.Г. Обобщение формулы расчета выручки производственно-сбытового предприятия. // Математическое моделирование: Сборник научно-методических трудов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. – С.82-92.
5. Пудовкина С.Г. Приведение балансового уравнения к каноническому виду. // Межотраслевой научно-технической конференция «Дни науки ОТИ МИФИ»: Тез. докл. / Под общей ред. проректора ОТИ МИФИ В.П. Медведева. – Озерск Челябинской области: Издательство ООО «Форт Диалог-Исеть», 2002. – С.120-121.
6. Пудовкина С.Г. Программная система ARIS и математическое моделирование в экономике. // Математическое моделирование и информатизация экономических процессов и систем: Материалы всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. Ун-та, 2004. – С.176-179.
7. Пудовкина С.Г., Телегин А.И. Опыт построения диаграмм ARIS-моделей бизнес-систем и процессов. // Межотраслевой научно-технической конференция «Дни науки ОТИ МИФИ»: Тез. докл. / Под общей ред. проректора ОТИ МИФИ В.П. Медведева. – Озерск Челябинской области: Издательство ООО «Форт Диалог-Исеть», 2002. – С.118-119.
8. Пудовкина С.Г., Телегин А.И. Условия убывания цены продукции при увеличении объемов производства. // Наука и технология. Прикладные исследования: Труды XXI Российской школы / Под ред. Н.П. Ершова. – М.: РАН, 2001. – С.212-215.
9. Пудовкина С.Г., Шакирова И.А. Использование XML-технологий в моделировании организационных структур предприятия. // Математическое моделирование и информатизация экономических процессов и систем: Материалы всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. Ун-та, 2004. – С.179-183.

Пудовкина Светлана Геннадьевна

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ФИНАНСОВОЙ СБАЛАНСИРОВАННОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-СБЫТОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА БАЗЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Специальность 05.13.18 — «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

05.13.10 — «Управление в социальных и экономических системах»

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Издательство Южно-Уральского государственного  
университета

---

ИД № 00200 от 28.09.99 Подписано в печать 26.11.2004 Формат 60\*84  
1/16. Печать офсетная. Усл. печ. л. 0.95. Уч.-изд. л.1.05  
Тираж 100 экз.

---

УОП Издательства. 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76