

На правах рукописи

Огрызков Станислав Анатольевич

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ (ИСУ) ПРОИЗВОДСТВА ЛИСТОВОГО СТЕКЛА**

Специальность 05.13.01 «Системный анализ, управление
и обработка информации (промышленность)»

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Владимир 2007

Работа выполнена во Владимирском государственном университете.

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
Хорошева Елена Руслановна

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Кобзев Александр Архипович

кандидат технических наук
Шориков Андрей Владимирович

Ведущая организация: ЗАО «Стромизмеритель»
(г. Нижний Новгород)

Защита диссертации состоится « 19 » _____ *апреля* _____ 2007 г.
в 14 часов на заседании диссертационного совета Д.212.025.01
Владимирского государственного университета по адресу:
600000, г. Владимир, ул. Горького, д. 87, ауд. 211-1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Владимирского государственного университета.

Автореферат разослан « 16 » _____ *марта* _____ 2007 г.

Учёный секретарь диссертационного совета
доктор технических наук, профессор

Макаров Р. И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы

С 1947 года Международная организация по стандартизации (*International Organization for Standardization, ISO*) ведёт разработку технических стандартов, но только появление в 1987 году серии стандартов систем качества ISO 9000 привлекло всеобщее внимание к её деятельности. Последнее издание ISO 9000:2000 имеет структуру, аналогичную структуре ISO 14000:1996 по управлению окружающей средой, а в дальнейшем и стандартов OHSAS 18000 по профессиональной безопасности и охране труда, что предусматривает улучшенную совместимость этих стандартов с целью удобства использования.

Мировые тенденции глобализации и интеграции, в том числе в сфере экономики, привели к появлению модели так называемой *интегрированной системы управления (ИСУ, в оригинале – Integrated Management System, IMS)*. Эта модель изначально подразумевала создание и развитие единой системы управления качеством (ISO 9000), экологической безопасностью (ISO 14000), профессиональной безопасностью и охраной труда (OHSAS 18000) на предприятии, в рамках единой оргструктуры (рис. 1).



Рис. 1. *Интегрированная система управления*

Концепция ИСУ не исключает интеграции и с другими системами управления, отвечающими требованиям международных стандартов (как

официальных, так и ставших таковыми де-факто) на системы управления (*Management System Standards, MSS*).

К сожалению, в силу, прежде всего, относительной молодости концепции ИСУ по вопросам построения систем такого класса имеется мало информации, как у нас, так и за рубежом. Большинство публикаций, которые можно встретить, носят рекламный характер и исходят от организаций, оказывающих консалтинговые услуги.

Отсутствие широкого практического опыта по созданию ИСУ в нашей стране, а также научной проработки этого вопроса обусловили актуальность темы настоящей диссертации, **целью** которой является повышение эффективности функционирования систем управления качеством, экологической безопасностью, профессиональной безопасностью и охраной труда на производстве полированного стекла за счёт их интеграции в единую систему управления. Поставленная в работе цель достигнута за счёт решения следующих **задач**:

1. Определено место ИСУ в общей структуре управления производством листового стекла.

2. Предложена методика выбора варианта интеграции систем управления качеством, экологической безопасностью, профессиональной безопасностью и охраной труда на производстве листового стекла, в единую систему.

3. Разработана модель ИСУ ПО «*Полированное стекло*» ОАО «*Борский стекольный завод*», соответствующая требованиям российских и международных стандартов ГОСТ Р ИСО 9001 (ISO 9001), ГОСТ Р ИСО 14001 (ISO 14001) и OHSAS 18001.

4. Предложена методика структурного анализа полииерархических моделей с использованием аппарата теории графов, включая алгоритмы планаризации IDEF0- и DFD-моделей (приведения их к орграфам).

5. Составлен алгоритм автоматизации процедуры структурного анализа полииерархических IDEF0-моделей, включая автоматическую планаризацию.

Методы исследования

1. При рассмотрении вариантов интеграции бизнес-моделей, соответствующих отдельным стандартам, в единую модель, использовались функциональный синтез и функциональная декомпозиция.

2. В качестве методологического подхода для информационного описания интегрированной системы управления и реализации процессного подхода использовалась архитектура интегрированных информационных систем (*ARchitecture of integrated Information Systems, ARIS*).

3. Единая бизнес-модель разрабатывалась с использованием методологий и нотаций Organization Chart (моделирование организационной структуры), IDEF0 (функциональное моделирование) и DFD (Data Flow Diagrams – моделирование потоков данных).

4. При проведении анализа моделей использовалась теория графов (в частности, оргграфов), включая их структурный анализ.

Научная новизна

1. Методика обоснования и выбора варианта интеграции систем управления качеством, экологической безопасностью, профессиональной безопасностью и охраной труда на производстве листового стекла, в единую систему, основанная на структурном анализе оргграфов, соответствующих IDEF0-моделям. Методика позволяет сделать выбор варианта интеграции более формальным – в отличие от чисто интуитивного подхода на основе опыта ИТ-консультанта.

2. Методика структурного анализа полииерархических IDEF0- и DFD-моделей с использованием аппарата теории графов, включая алгоритмы планаризации IDEF0- и DFD-моделей. Методика позволяет формально отнестись к процессу планаризации полииерархических моделей и их последующему структурному анализу, максимально его автоматизируя.

3. Модель ИСУ производства листового стекла, соответствующая требованиям российских и международных стандартов ГОСТ Р ИСО 9001 (ISO 9001), ГОСТ Р ИСО 14001 (ISO 14001) и OHSAS 18001.

Практическое значение

1. Предложенный алгоритм планаризации полииерархической IDEF0-модели (приведения к орграфу) и автоматического расчёта структурных параметров полученного орграфа реализован в виде Windows-приложения (программы).

2. Использование результатов структурного анализа функциональной модели и модели потоков данных ИСУ ПО «*Полированное стекло*» ОАО «*Борский стекольный завод*» для её совершенствования.

3. Методика оценки эффективности функционирования систем управления качеством, профессиональной безопасностью и охраной труда в ПО «*Полированное стекло*» ОАО «*Борский стекольный завод*».

4. Использование результатов диссертационной работы в составе курса «*Корпоративные информационные системы*», читаемого автором работы для студентов специальности 230201 «*Информационные системы и технологии*» на кафедре ИСИМ ВлГУ [11].

На защиту выносятся:

1. Методика выбора интеграции отдельных моделей систем управления в единую модель ИСУ.

2. Методика структурного анализа иерархических IDEF0- и DFD-моделей, включая их планаризацию.

3. Алгоритм планаризации иерархической IDEF0-модели и автоматического расчёта структурных параметров получаемого орграфа.

Публикации

Основное содержание диссертации отражено в 13 печатных публикациях, в их числе 11 статей на русском языке и 2 на английском. Одна из русскоязычных статей опубликована в журнале «*Стекло и керамика*» (по перечню ВАК, действовавшему до 1 января 2007 г.).

Апробация работы

Основные научные результаты доложены на XVI Международной научной конференции «*Математические методы в технике и технологиях*» (РГАСХМ, г. Ростов-на-Дону, 2003 г.), V Международной научно-технической конференции «*Производственные технологии и качество продукции*» (ВлГУ, г. Владимир, 2003 г.), International Scientific Conference “*Informatics, Mathematical Modeling and Design in Technics, Controlling and Education*” (IMMD) 2004 (ВлГУ, г. Владимир, 2004 г.), международном симпозиуме «*Надёжность и качество 2005*» (ПГУ, г. Пенза, 2005 г.), II Международной научной конференции «*Автоматизация машиностроительного производства, технология и надёжность машин, приборов и оборудования*» (ВоГТУ, Вологда, 2006 г.).

Объём и структура диссертации

Диссертация изложена на 153 страницах машинописного текста. Состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и 4 приложений. Список литературы содержит 86 наименований, таблиц в диссертации 13, рисунков – 37.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении делается обзор предпосылок к появлению ИСУ, даётся определение ИСУ, на основе анализа современного состояния теории и практики создания ИСУ показывается актуальность исследования и разработки

ИСУ производства листового стекла, определяется цель диссертационной работы и задачи, которые решаются для её достижения.

Изначально существовали концепции только отдельных систем управления: системы управления качеством, потом системы управления экологической безопасностью, потом системы управления профессиональной безопасностью и охраной труда, и т. д. Наибольшее распространение получили те из них, что появились раньше – в частности, система управления качеством имеет наилучшее обеспечение как с теоретической точки зрения (отечественные работы Адлера Ю. П., Свиткина М. З., Василевской С. В. и др. авторов журнала *«Методы менеджмента качества»*, Венецкого И. Г., Дина А. М., работы американцев Шухарта В., Дёминга Э., Фейгенбаума А. и др.), так и с практической (тысячи предприятий по всем миру внедрили системы управления качеством).

Большую работу по популяризации систем управления качеством в России проделали Никифоров А. Д., Федюкин В. К. и др. Немалый вклад внесли и сотрудники ВлГУ, в частности, кафедры ИСИМ, где в рамках многолетнего сотрудничества с ОАО *«Борский стекольный завод»* ещё в начале 2000-х годов научный коллектив под руководством д. т. н., проф. Макарова Р. И. начал разрабатывать концепцию эффективного построения и внедрения системы управления качеством. Хотелось бы отметить вклад в эту работу не только сотрудников кафедры (доцента, к. т. н. Хорошевой Е. Р., ассистента, к. т. н. Васильева А. В. и др.), но и представителей самого завода, в частности, генерального директора ОАО *«Борский стекольный завод»*, д. т. н. Тарбеева В. В., технического директора, к. т. н. Чуплыгина В. Н., начальника производства, к. т. н. Молодкина А. В. и заместителя начальника производства ПО *«Полированное стекло»*, к. т. н. Попова Ю. М.

Чуть позднее и далее параллельно начала развиваться теория и практика систем управления экологической безопасностью. И на этом поприще

сотрудничество кафедры ИСИМ ВлГУ и ОАО «Борский стекольный завод» продолжилось.

С появлением и развитием третьей концепции, системы управления профессиональной безопасностью и охраной труда, соответствующая система управления стала формироваться на базе отдела охраны труда ОАО «Борский стекольный завод», а параллельно в рамках того же сотрудничества завода и кафедры ИСИМ ВлГУ начала прорабатываться концепция ИСУ с перспективой её реального внедрения на заводе (впоследствии состоявшегося).

Нельзя не отметить, что мощную основу для развития теории управления качеством и концепции ИСУ, прежде всего применительно к стекольному производству, заложили труды отечественных академиков в области химической технологии и стекольного производства Кафарова В. В., Китайгородского И. И., Саркисова П. Д., а также академика в области теории систем и управления Прангишвили И. В.

В первой главе описывается сущность ИСУ, определяется место ИСУ в общей системе управления предприятием, делается обзор существующих стандартов систем управления, на основе которых может строиться ИСУ, приводятся общие сведения о процессе производства листового стекла и отмечаются его особенности как объекта управления.

ИСУ относится к системам масштаба предприятия и является сложной системой. Создание (внедрение) такой системы на практике и её последующая модернизация требует использования системного подхода к анализу организационной структуры, анализу и синтезу бизнес-процессов предприятия, что подразумевает осуществление информационного моделирования, реинжиниринг бизнес-процессов и оценку эффективности.

Под ИСУ в работе понимается часть системы общего управления производством (рис. 2), отвечающую требованиям двух и более международных стандартов на системы управления и функционирующую как единое целое.

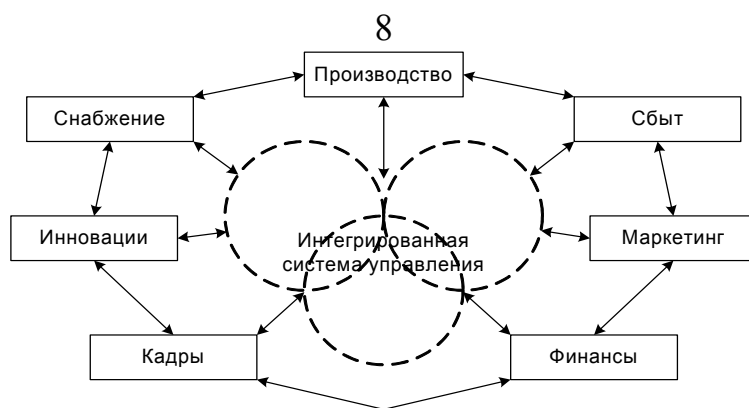


Рис. 2. Место ИСУ в общей системе управления

В настоящее время не существует универсального международного стандарта на систему общего управления предприятием. Постановка такой проблемы представляется достаточно обоснованной и реальной, если обратиться к отечественному опыту создания еще в начале 1980-х годов ГОСТ серии 24525 (стандарт отменён) на управление производственным объединением и промышленным предприятием – многие его элементы в настоящее время полностью или частично регламентируются международными и отечественными стандартами на системы управления.

Концепция ИСУ не исключает интеграции и с другими системами управления, отвечающими требованиям международных стандартов (как официальных, так и ставших таковыми де-факто) на системы управления (*Management System Standards, MSS*), например, с системами социального управления, отвечающими требованиями стандарта SA 8000 (*Social Accountability*).

В работе рассматривается интеграция только трёх основных, надотраслевых стандартов ISO 9000 (системы управления качеством), ISO 14000 (системы управления экологической безопасностью) и OHSAS 18000 (системы управления профессиональной безопасностью и охраной труда).

Производство листового стекла характеризуется непрерывностью технологии, начиная от поступления сырья и заканчивая выпуском готовой продукции, а также взаимной обусловленностью процессов, протекающих в

смежных цехах и на отдельных участках. По масштабу выпускаемой продукции стекольное производство относится к числу крупнотоннажных.

Технологический процесс производства листового стекла флоат-способом (рис. 3) включает в себя подготовку шихты, варку стекла, формирование ленты стекла, её отжиг, резку и раскрой стекла на форматы, а также складирование готовой продукции.

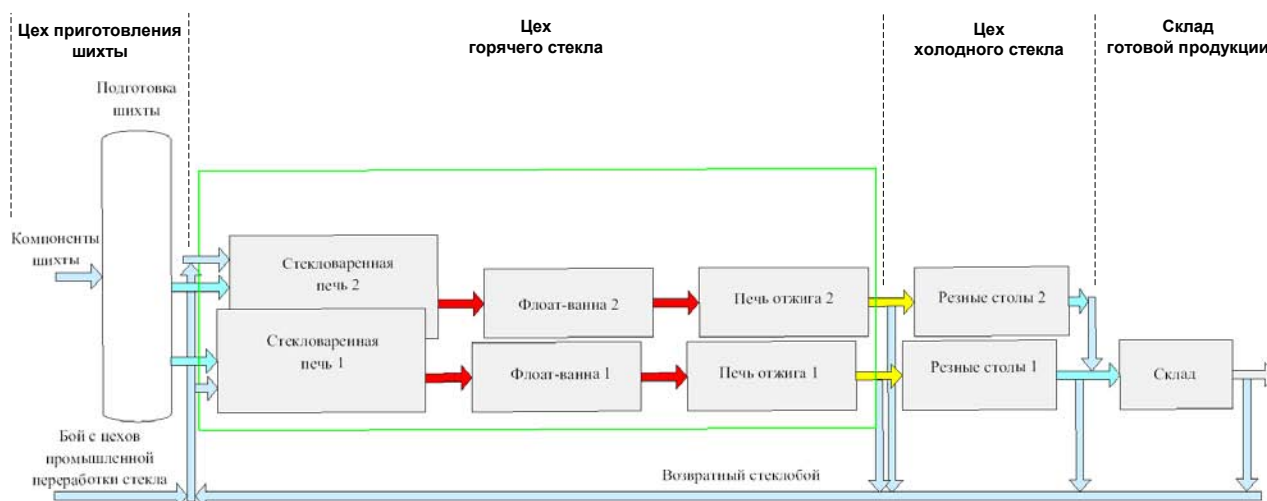


Рис. 3. Схема технологического процесса производства стекла

Качество вырабатываемого стекла, экономические показатели и экологическая безопасность производства во многом определяются ритмичной работой цехов. Особенностью производства листового стекла является невозможность контроля процессов, протекающих в каждой отдельной стадии производства из-за фазовых превращений стекла в процессе его варки и формирования ленты на расплаве олова. Свойство стекла и содержащиеся в нем пороки выявляются в процессе контроля на входе цеха холодного стекла. Это накладывает особые требования на организацию контроля и управления качеством производства стекла.

Важной особенностью является существенная разница в инерционности объектов управления. Инерционность стекловаренных печей по каналам управления и возмущений по составу шихты достигает пяти суток, а флоат-ванны и печи отжига не превышает нескольких минут.

Во второй главе проводится сравнительный анализ SADT- и DFD-моделей, после чего рассматривается архитектура интегрированных информационных систем (ARIS) и обосновывается применимость её основной концепции для эффективного сочетания IDEF0 (SADT) и DFD и реализации процессного подхода при моделировании ИСУ; определяются особенности применения выбранных методологий и нотаций для моделирования ИСУ производства листового стекла в рамках концепции ARIS; рассматриваются способы разработки интегрированной модели, даётся их общая оценка и определяется основной способ, используемый в дальнейшем.

Наиболее существенное различие между разновидностями структурного анализа заключается в методах и средствах функционального моделирования. С этой точки зрения все разновидности структурного анализа могут быть разбиты на две группы – применяющие DFD-методологию (в различных нотациях) или SADT-методологию. Соотношение применения этих двух разновидностей структурного анализа систем в существующих CASE-средствах составляет по материалам *CASE Consulting Group* 90% для DFD и 10% для SADT. В работе приводится сравнительный анализ этих методологий по следующим параметрам:

- адекватность средств рассматриваемой проблеме;
- согласованность с другими средствами структурного анализа;
- интеграция с последующими этапами разработки (и прежде всего с этапом проектирования).

Независимо от развития DFD/SADT появилось то, что было названо архитектурой интегрированных информационных систем (*ARchitecture of integrated Information Systems, ARIS*). Это методология и одновременно инструментальная среда для моделирования больших ИС. Она основывается на целостном рассмотрении бизнес-процессов и служит для уменьшения сложности их описания посредством структурирования в различных описательных представлениях и на различных описательных уровнях.

ARIS рассматривает ИС интегрально и определяет своего рода покрытие моделями, необходимое для полного описания ИС. В частности, ARIS показывает, что функциональное моделирование вместе с моделированием данных и использованием процессного подхода для единой организационной структуры представляют собой как раз такое покрытие.

В контексте ИСУ можно отметить, что все упомянутые стандарты (и особенно ISO 9001:2000) изначально основываются на так называемом процессном подходе. В частности, ГОСТ Р ИСО 9001-2001 так определяет процессный подход: *«Применение в организации системы процессов наряду с их идентификацией и взаимодействием, а также управление процессами могут считаться процессным подходом».*

Кроме этого все упомянутые стандарты не требуют, чтобы лица, ответственные за работу ИСУ не имели других обязанностей – речь идёт о единой организационной структуре.

Функциональное моделирование в работе осуществляется при помощи такой признанной методологии как SADT (Structured Analysis and Design Technique – техника структурного анализа и проектирования, по сути – методология IDEF0), а моделирование данных – при помощи DFD (Data Flow Diagrams – диаграммы потоков данных). Этим снимается проблема выбора между IDEF0 (SADT) и DFD – они могут быть эффективно использованы вместе.

Модель ИСУ сама по себе является интегрированной моделью, изначально состоящей из трёх отдельных моделей: системы управления качеством, системы управления экологической безопасностью и системы управления профессиональной безопасностью и охраной труда. Могут быть использованы три способа разработки интегрированной модели (рис. 4): 1) объединение отдельных моделей в виде абстрактной макромодели, которая декомпозируется на эти модели, 2) объединение моделей в обобщённую модель, содержащую

элементы каждой и 3) выбор лучшей модели среди всех и адаптация под неё остальных.

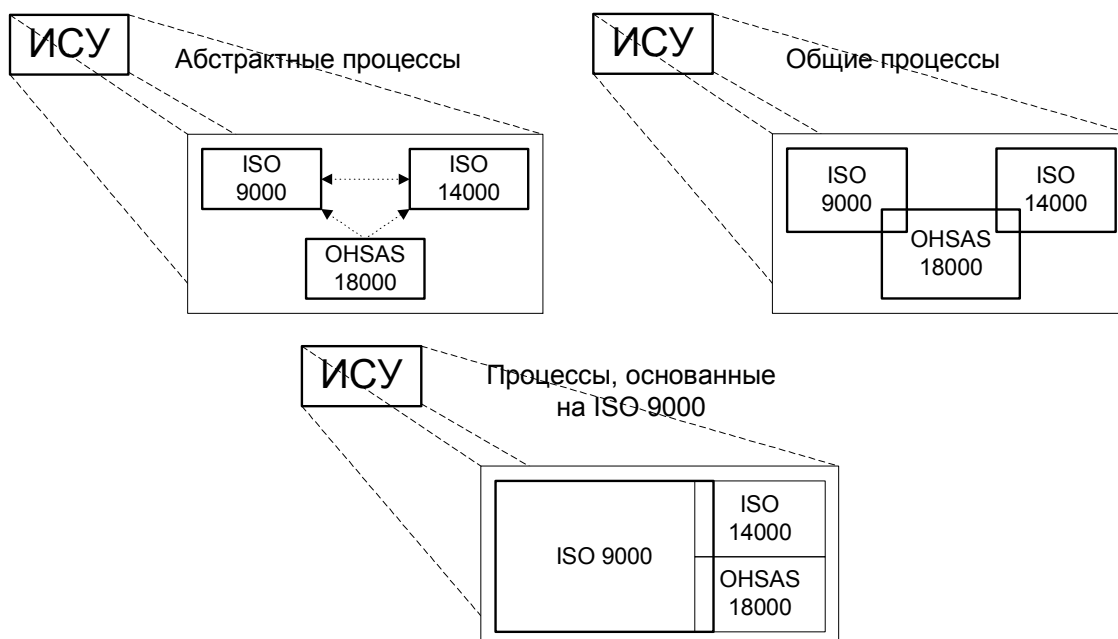


Рис. 4. Способы разработки интегрированной модели

В главе дана общая оценка способов разработки интегрированной модели и определён основной способ, используемый далее, – гибридный, сочетающий в себе второй и третий способы.

В третьей главе излагается разработанная методика структурного анализа моделей ИСУ, используемая для обоснования и выбора варианта интеграции систем управления качеством, экологической безопасностью, профессиональной безопасностью и охраной труда на производстве листового стекла, в единую систему, а также для анализа полных полииерархических IDEF0- и DFD-моделей посредством их планаризации (приведения их к орграфам).

Анализ и сравнение IDEF0-моделей удобно выполнять с использованием теории множеств и орграфов – IDEF0-диаграммы даже чисто визуально похожи на орграфы – с учётом следующей особенности: IDEF0-модели по природе своей являются полииерархическими (содержат несколько уровней абстракции, на каждом из которых – своя декомпозиция функций системы), поэтому

соответствующие множества и оргграфы можно определить только для объединения диаграмм на одном уровне.

Для выбранного способа разработки интегрированной модели (основанного на каком-либо одном стандарте) в главе предложено решение задачи выбора варианта интеграции, с преобразованием IDEF0-диаграмм в оргграфы (рис. 5).

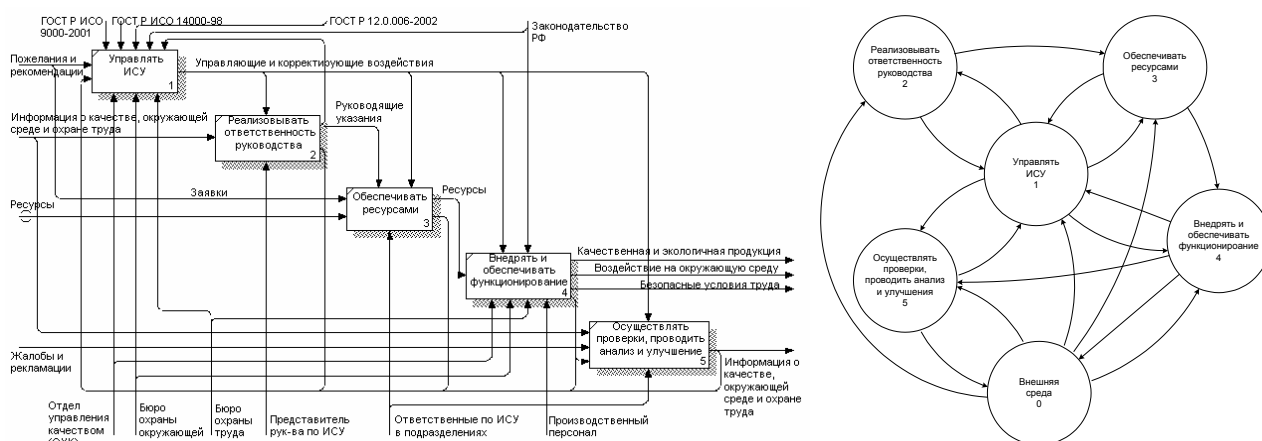


Рис. 5. Преобразование IDEF0-диаграммы в оргграф

По матрицам смежности, кратчайших путей и связности, представляющих каждый из построенных оргграфов, рассчитываются структурные характеристики системы, такие как (относительная) структурная компактность, диаметр структуры, структурная избыточность, сумма квадратов отклонений степеней вершин (среднеквадратичное отклонение), определяющая равномерность распределения связей, а также индекс центральности и матрица-вектор рангов элементов:

Кроме этого, анализируются виды структур системы (последовательная, кольцевая, радиальная, древовидная, несвязная, полный граф). Полученные результаты (табл. 1) используются для принятия решения по выбору варианта интеграции.

Матрица смежности

$$A_1 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Элемент матрицы кратчайших путей

$$d_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } a_{ij} = 1 \\ 2, & \text{если } a_{ij}^2 \geq 1 \\ \dots \\ n, & \text{если } a_{ij}^n \geq 1 \\ 0 & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Матрица

кратчайших путей

$$D_1 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 3 & 1 & 0 & 1 & 2 & 2 \\ 2 & 1 & 2 & 0 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & 2 & 2 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 0 \end{pmatrix}$$

Структурная

компактность

$$Q = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} \quad (i \neq j)$$

её относительная величина

$$Q_{\text{отн}} = \frac{Q}{Q_{\text{min}}} - 1$$

Ø структуры

$$d = \max_j d_{ij}$$

Элемент матрицы связности

$$c_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } d_{ij} \geq 1 \\ 0, & \text{если } d_{ij} = 0 \end{cases}$$

Матрица связности

$$C_1 = C_2 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Структурная избыточность

$$R = \frac{1}{2} \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} \right] \frac{1}{n-1} - 1$$

Сумма квадратов отклонений степеней вершин

$$\varepsilon^2 = \sum_{i=1}^n (\rho_i - \bar{\rho})^2$$

Ранг элемента

$$r_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}^{(k)}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}^{(k)}}$$

Индекс центральности

$$\delta = (n-1)(2z_{\text{max}} - n) \frac{1}{z_{\text{max}}(n-2)} \quad \text{где } z_i = \frac{Q}{2} \left(\sum_{j=1}^n d_{ij} \right)^{-1}, \quad i=1,2,\dots,n, \quad i \neq j$$

Таблица 1

Значения структурных характеристик вариантов интеграции

Параметр	Базовый вариант интеграции	
	ISO 9001	ISO 14001
Относительная структурная компактность $Q_{\text{отн}}$	0,43	0,60
Диаметр структуры d	3	3
Связность структуры (по матрице связности)	сильная	сильная
Структурная избыточность R	0,8	0,5
Неравномерность распределения связей ε^2	16	10
Устойчивость структуры	детерминированная	детерминированная
Вид структуры	смешанная	смешанная
Индекс центральности δ	0,76	0,94
Элемент структуры (процесс) с наивысшим рангом	«Управлять ИСУ»	«Внешняя среда»

Для числовых параметров, значения которых в табл. 1 различаются, рассчитывается аддитивный критерий:

$$u(x_i) = \sum_{j=1}^m \omega_j \bar{k}_{ij}, i = \overline{1, n}, \text{ или в матричной форме: } U = K \times \Omega$$

где $U = [u(x_i)]$ – матрица-столбец критерия u_i , $K = [\bar{k}_{ij}]$ – нормализованная критериальная матрица, $\Omega = [\omega_j]$ – матрица-столбец коэффициентов веса.

Принцип справедливой абсолютной уступки приводит к утверждению, что оптимальное решение означает максимизацию суммы нормированных частных критериев. Однако введение весовых коэффициентов создает существенные трудности, один из путей преодоления которых состоит в применении экспертных оценок.

Для числовых параметров, значения которых в табл. 1 различаются, экспертным образом были определены следующие значения весовых коэффициентов (табл. 2).

Таблица 2

Значения весовых коэффициентов структурных характеристик

Параметр	Весовой коэффициент
Относительная структурная компактность $Q_{отн}$	-0,25
Структурная избыточность R	0,19
Неравномерность распределения связей ε^2	-0,01
Индекс центральности δ	-0,16

Исходя из фактических значений параметров табл. 1 и значений весовых коэффициентов табл. 2, рассчитывается значение единого аддитивного критерия:

$$U_1 = -0,25 \cdot 0,43 + 0,19 \cdot 0,8 - 0,01 \cdot 16 - 0,16 \cdot 0,76 = -0,24$$

$$U_2 = -0,25 \cdot 0,60 + 0,19 \cdot 0,5 - 0,01 \cdot 10 - 0,16 \cdot 0,94 = -0,31$$

Значение аддитивного критерия $U_1 < U_2$ приводит к выводу о выборе лучшей модели: в качестве лучшей модели ИСУ будет использоваться модель, основанная на стандарте ISO 9001.

Далее излагается разработанная методика структурного анализа полииерархических IDEF0- и DFD-моделей. Для выбора варианта интеграции достаточно проведения анализа структур альтернативных на основе диаграммы первого уровня декомпозиции. Подробный анализ выбранной структуры ИСУ требует преобразования всей модели (набора диаграмм) в один орграф, для чего предлагается провести её планаризацию. Алгоритм планаризации IDEF0-модели приведён на рис. 6, а DFD-модели – на рис. 7.

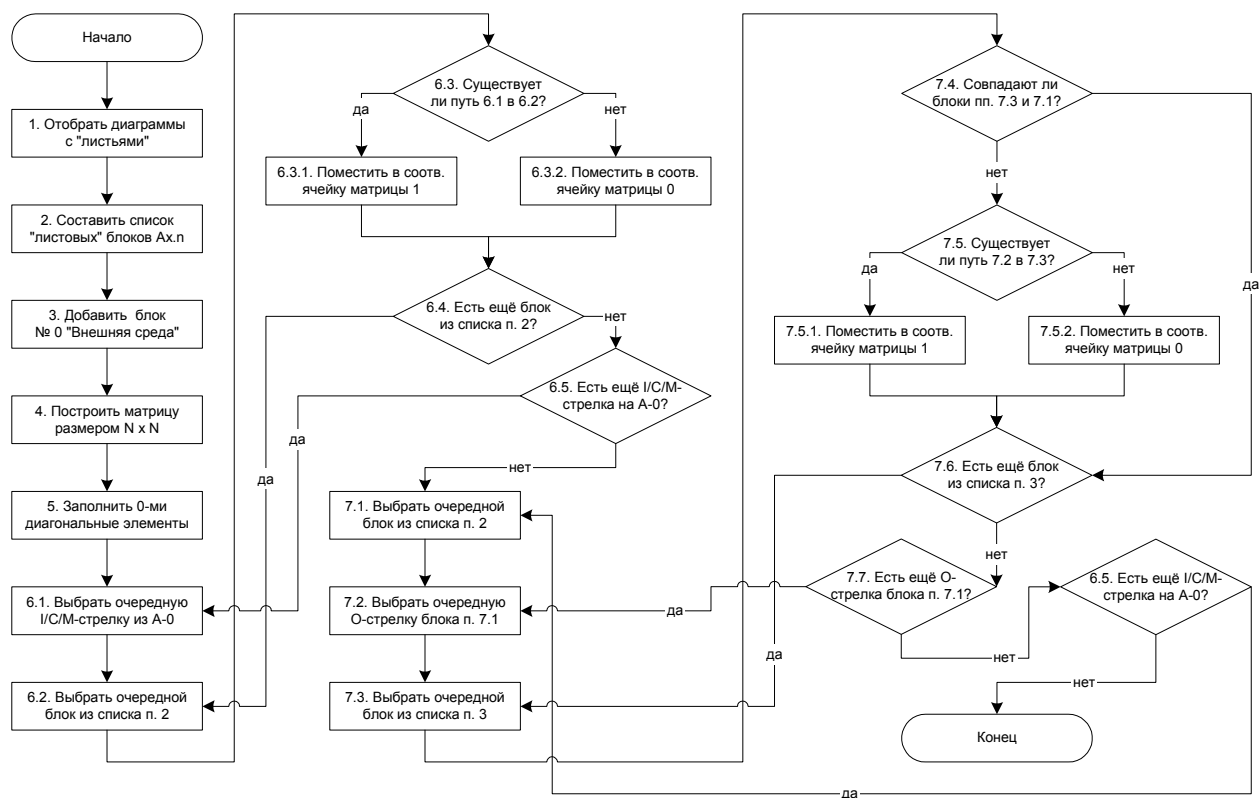


Рис. 6. Алгоритм планаризации полииерархической IDEF0-модели

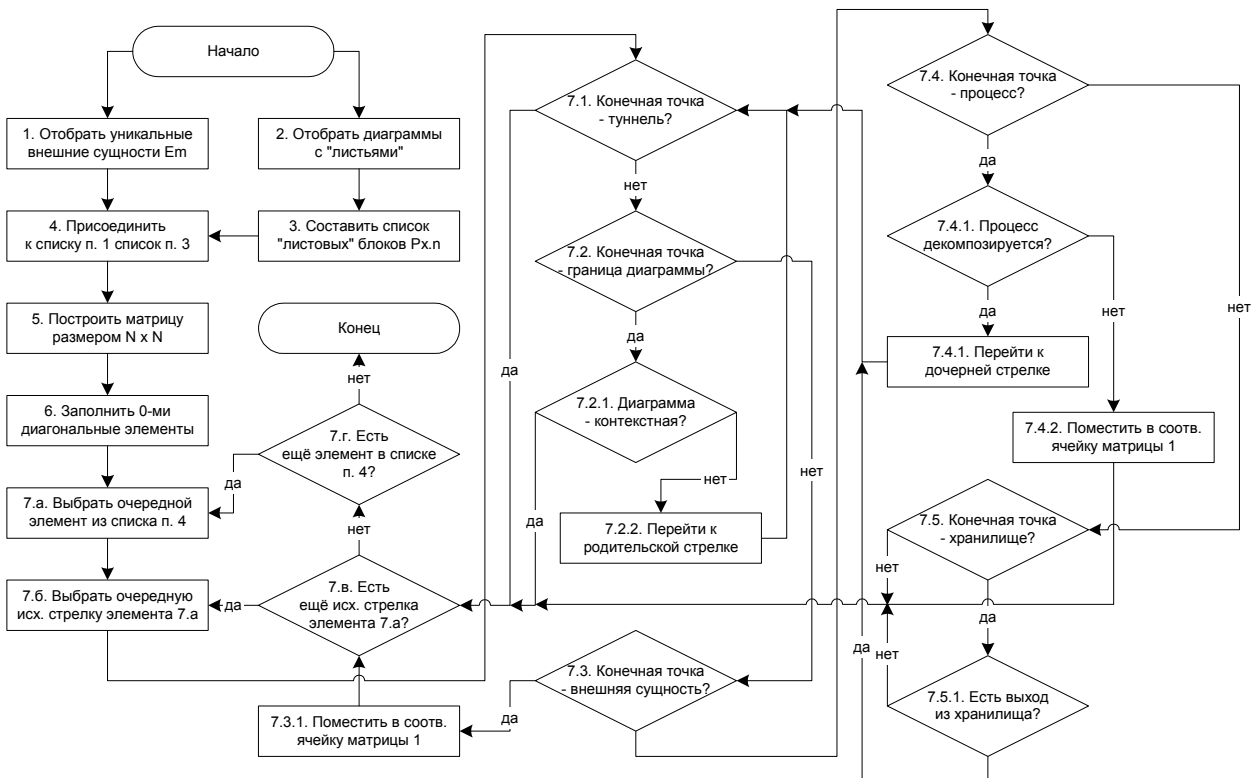


Рис. 7. Алгоритм планаризации полииерархической DFD-модели

Алгоритм планаризации полииерархической IDEF0-модели реализован в виде отдельного Windows-приложения (программы) с графическим интерфейсом пользователя, которое позволяет осуществить автоматическое построение матрицы смежности для орграфа и расчёт его структурных параметров, используемых в структурном анализе.

С использованием разработанных алгоритмов планаризации был проведён структурный анализ IDEF0- и DFD-моделей ИСУ, разработанных в рамках хозяйственных НИР ВлГУ с ОАО «Борский стекольный завод».

В четвёртой главе описывается использование результатов диссертационной работы при создании ИСУ в ПО «Полированное стекло» ОАО «Борский стекольный завод». Создание ИСУ проходило поэтапно:

1. Построение процессной модели существующей системы управления качеством, включая её предварительное обследование, анализ и выработку рекомендаций по созданию системы управления качеством, удовлетворяющей требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2001.

2. Построение модели будущей ИСУ, содержащей процессную модель и модель потоков данных.

3. Сертификация подсистем ИСУ на соответствие требованиям российских и международных стандартов ГОСТ Р ИСО 9001-2001, ГОСТ Р ИСО 14001-98 и OHSAS 18001:1999.

В процессной модели системы управления качеством, разработанной на первом этапе, кроме всего прочего, были использованы элементы системы управления качеством цеха приготовления шихты, входящего в состав ПО «Полированное стекло». Соответствующие функциональные диаграммы отражают цех приготовления шихты в контексте общезаводской системы управления качеством. Однако в [1] автором было показано, что можно построить процессную модель системы управления качеством цеха приготовления шихты как самостоятельной организации. Это повышает конкурентоспособность предприятия-поставщика таких промышленных систем при соблюдении наметившейся тенденции к децентрализации организационного управления на крупных отечественных предприятиях с выделением их подразделений в отдельные формы собственности и выходом на рынок свободной конкуренции.

Особенности структуры подразделений ОАО «Борский стекольный завод», в том числе ПО «Полированное стекло», и их производственных взаимоотношений влияют на состав и порядок сертификации. табл. 3 содержит все основные даты сертификации подсистем ИСУ.

Таблица 3

Даты сертификации подсистем ИСУ

Мероприятия по сертификации подразделений ОАО «Борский стекольный завод»	Сист. управл. кач-вом		Сист. упр. эколог. безоп.		СупрПБиОТ
	ISO 9001:1994	ISO 9001:2000	ISO 14001:1996	ISO 14001:2004	OHSAS 18001:1999
Сертификация систем ПО «Полированное стекло»	07.2001	11.2003	11.2003	02.2006	05.2005
Вместе с 15 организациями-	–	–	11.2005	02.2006	05.2005

Мероприятия по сертификации подразделений ОАО «Борский стеклозавод»	Сист. управл. кач-вом		Сист. упр. эколог. безоп.		СупрПБиОТ
	ISO 9001:1994	ISO 9001:2000	ISO 14001:1996	ISO 14001:2004	OHSAS 18001:1999
поставщиками					

Таким образом, на начало 2007 года ПО «Полированное стекло» имеет все сертификаты, подтверждающие наличие и эффективное функционирование у него подсистем управления качеством, экологической безопасностью, профессиональной безопасностью и охраной труда, образующих ИСУ.

Все три стандарта на системы управления требуют постоянного улучшения процессов соответствующих подсистем, поэтому оценка эффективности функционирования ИСУ является важной. В работе предлагается использовать комбинацию методов комплексной оценки качества бизнеса, таких как ключевые показатели эффективности (KPI) и система сбалансированных показателей (BSC).

В ежегодных внутренних отчётах о функционировании ИСУ отражаются основные показатели эффективности подсистем ИСУ. На рис. 8, рис. 9 и рис. 10 представлена динамика некоторых из них, которая говорит о повышении результативности функционирования ИСУ, положительно влияющем на показатели производства.

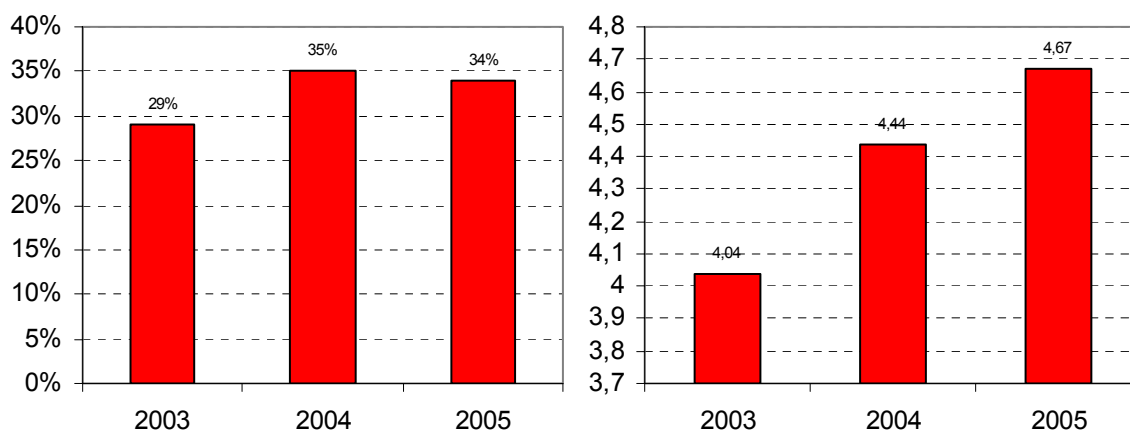


Рис. 8. Динамика показателей «Доля на рынке» и «Удовлетворённость потребителей»

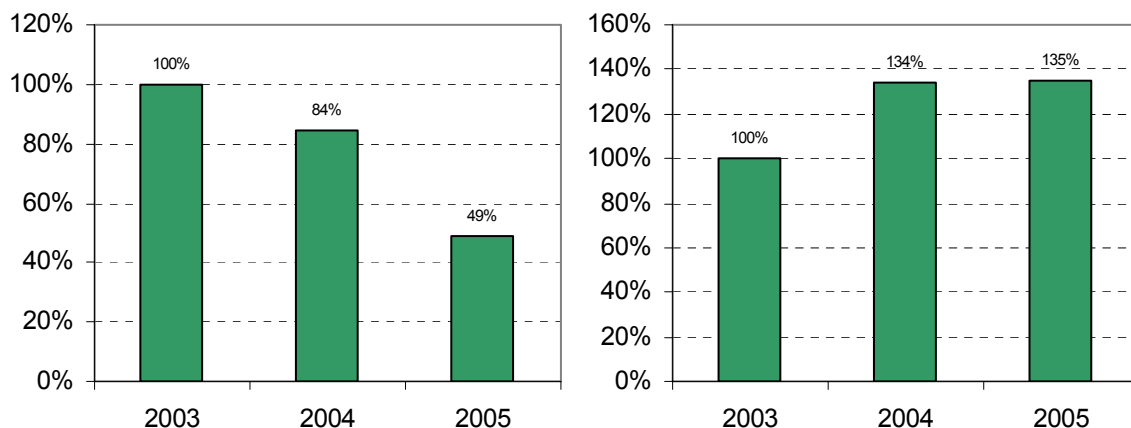


Рис. 9. Динамика показателей «Платежи за загрязнение»
и «Объёмы вторпереработки»

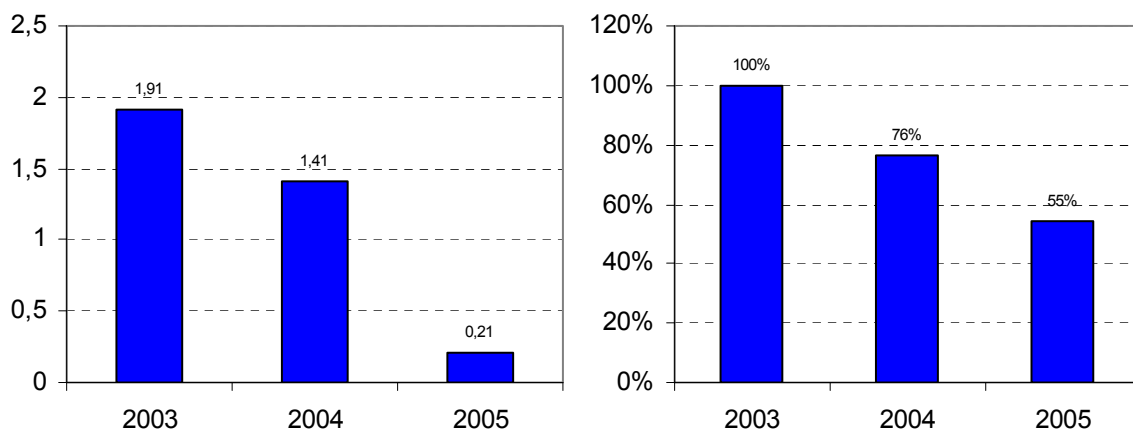


Рис. 10. Динамика показателей «Коэффициент риска» и «Общая заболеваемость»

Кроме этого, результаты диссертационной работы нашли своё отражение в составе курса «Корпоративные информационные системы», читаемого автором работы для студентов специальности 230201 «ИСТ» на кафедре ИСИМ ВлГУ [11].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научные и практические результаты диссертации сформулированы в следующих выводах:

1. Разработана методика обоснования и выбора варианта интеграции систем управления качеством, экологической безопасностью,

профессиональной безопасностью и охраной труда на производстве листового стекла, в единую систему, основанная на структурном анализе оргграфов, соответствующих IDEF0-моделям; методика позволяет сделать выбор варианта интеграции более формальным – в отличие от чисто интуитивного подхода на основе опыта ИТ-консультанта.

2. Разработана методика структурного анализа полииерархических IDEF0- и DFD-моделей с использованием аппарата теории графов, включая алгоритмы планаризации IDEF0- и DFD-моделей. Методика позволяет формально отнестись к процессу планаризации полииерархических моделей и их последующему структурному анализу, максимально его автоматизируя.

3. Предложенный алгоритм планаризации и структурного анализа IDEF0-модели был реализован в виде отдельного Windows-приложения, которое позволяет продемонстрировать основные этапы анализа IDEF0-модели, её планаризации и расчёта структурных характеристики.

4. Построена модель ИСУ производства листового стекла, соответствующая требованиям российских и международных стандартов ГОСТ Р ИСО 9001-2001, ГОСТ Р ИСО 14001-98 и OHSAS 18001:1999.

5. Результаты применения разработанных в диссертации методик были использованы в процессе сертификации подсистем ИСУ ПО «*Полированное стекло*» и позволили ему получить все необходимые сертификаты, обеспечивающие конкурентное преимущество и выход на международный рынок, но и обязывающее постоянно совершенствовать сертифицированные системы управления.

6. Предложенная методика оценки эффективности функционирования подсистем ИСУ позволила выработать ключевые показатели эффективности, положительная динамика которых говорит о повышении результативности функционирования ИСУ, положительно влияющем на показатели производства.

ПУБЛИКАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ ДИССЕРТАЦИИ***Публикация в изданиях по перечню ВАК:***

1. Макаров Р. И., Хорошева Е. Р., Огрызков С. А., Субботин К. Ю., Екименков В. В. *Система менеджмента качества цеха приготовления шихты* // *Стекло и керамика*, № 7/2005. – М.: Ладыя, 2005. – 40 с., ил. – С. 29 – 30.

Публикация в остальных изданиях:

2. Макаров Р. И., Огрызков С. А., Отцова Е. А., Попов Ю. М., Тарбеев В. В. *Современная система управления качеством на предприятии и технологии обеспечения её развития* // *Данные, информация и их обработка: Сборник научных статей под ред. Садыкова С. С., Андрианова Д. Е.* – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 228 с., ил. – С. 135 – 140.

3. Макаров Р. И., Тарбеев В. В., Отцова Е. А., Огрызков С. А. *ИСУ и методики её построения* // *Математические методы в технике и технологиях: Сборник трудов XVI Международной научной конференции. В 10 т. Т. 6. Секции 9, 13.* – Ростов-на-Дону: РГАСХМ ГОУ, 2003. – 234 с., ил. – С. 224 – 226.

4. Макаров Р. И., Тарбеев В. В., Попов Ю. М., Огрызков С. А., Отцова Е. А. *ИСУ (IMS)* // *Проблемы экономики, финансов и управления производством: Сборник научных трудов вузов России, выпуск 13-й, под ред. Соколова Ю. А.* – Иваново: ИГХТУ, 2003. – 478 с., ил. – С. 243 – 248.

5. Макаров Р. И., Огрызков С. А., Попов Ю. М., Тарбеев В. В., Чуплыгин В. Н. *ИСУ (IMS) и архитектура интегрированных ИС (ARIS)* // *Производственные технологии и качество продукции: Материалы V Международной научно-технической конференции под ред. Коростелёва В. Ф. и др.* – М.: Новые технологии, 2003. – 394 с., ил. – С. 277 – 282.

6. Макаров Р. И., Огрызков С. А., Отцова Е. А., Тарбеев В. В., Попов Ю. М., Чуплыгин В. Н. *Этапы построения интегрированной системы менеджмента на ОАО «Борский стекольный завод»* // *Обработка информации: системы и методы:*

Сборник научных статей под ред. Садыкова С. С., Андрианова Д. Е. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 251 с., ил. – С. 149 – 155.

7. Огрызков С. А. *Особенности построения отраслевых систем менеджмента качества // Экономика и экономическое образование: Межвузовский сборник научных статей. Ч. 1. Современные проблемы экономики.* – Владимир: ВлГУ, 2005. – 432 с., ил. – С. 259 – 264.

8. Макаров Р. И., Хорошева Е. Р., Огрызков С. А. *Методика анализа и оценки эффективности функционирования системы менеджмента в области профессиональной безопасности и охраны труда // Надёжность и качество 2005: Труды международного симпозиума.* – Пенза: ПГУ, 2005. – 528 с., ил. – С. 472 – 475.

9. Огрызков С. А. *Применение структурного анализа для выбора варианта построения ИСУ // Алгоритмы, методы и системы обработки данных: Сборник статей.* – Муром: МИ ВлГУ, 2006.

10. Огрызков С. А. *Построение оргграфа по иерархической IDEF0-модели с целью последующего структурного анализа // Автоматизация машиностроительного производства, технология и надёжность машин, приборов и оборудования: Материалы 2-й международной научно-технической конференции. В 2 т. Том II.* – Вологда: ВоГТУ, 2006. – 259 с., ил. – С. 136 – 139.

11. Огрызков С. А. *Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Корпоративные ИС».* – Владимир: ВлГУ, 2007. – 28 с.

12. Ogryzkov S. A. *Research and Development of Integrated Management System of an Enterprise // IMMD 2004: Proceedings of International Scientific Conference.* – Vladimir: Vladimir State University, 2004. – 240 p., il. – Pp. 60 – 62.

13. Makarov R. I., Khorosheva E. R., S. A. Ogryzkov, et al. *Quality Management System of the Batch Preparation Division // Glass and Ceramics, Vol. 63, Nos. 5 – 6.* – New York: Springer, 2006. – 72 p., il. – Pp. 139.

Подписано в печать 12.03.07. Формат 60x84/16.

Усл. печ. л. 1,16. Тираж 100 экз.

Заказ 56-2007 г.

Издательство Владимирского государственного университета.

600000, г. Владимир, ул. Горького, 87.