

# ПРОГРЕСИВНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

## ПРОГРЕССИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### PROGRESSIVE INFORMATION TECHNOLOGIES

УДК 004.03; 681.518:061

Евланов М. В.<sup>1</sup>, Терещенко И. В.<sup>1</sup>, Штангей С. В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Канд. техн. наук, доцент Харьковского национального университета радиоэлектроники

#### РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Статья посвящена разработке информационной технологии мониторинга бизнес-процессов предприятия, позволяющей автоматизировать процессы формирования представлений данного бизнес-процесса. Разработана структурная схема этой технологии и рассмотрено назначение основных ее элементов. Представлена методика настройки предложенной информационной технологии в зависимости от особенностей конкретного бизнес-процесса.

**Ключевые слова:** мониторинг, автоматизация, компонент, корректировка, онтологическая модель, синтез.

#### ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ МОНИТОРИНГА БИЗНЕС-АКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

В настоящее время существует большая потребность в специализированных информационных технологиях (ИТ) оперативного мониторинга бизнес-активности (Business Activity Monitoring, BAM) предприятия. Концепция BAM была предложена аналитической компанией Gartner. В соответствии с этой концепцией BAM рассматривается как предоставление доступа в режиме, близком к режиму реального времени, к наиболее важным индикаторам производительности бизнеса с целью увеличения скорости и эффективности бизнес-операций [1]. Типичный сценарий BAM упрощенно выглядит следующим образом: лицо, принимающее бизнес-решения, оценивает происходящие на предприятии экономические события. При этом используется специализированное программное обеспечение, основанное на наборе

правил фильтрации событий и уведомления пользователей о возникающих событиях.

Основными задачами BAM являются [1]:

- измерение фактических параметров бизнес-процесса (БП) и контроль их отклонений от заданных параметров;
- контроль исполнения регламентов;
- обнаружение нестандартных ситуаций;
- персонализированный контроль за исполнителями БП;
- контроль нагрузки на сотрудников и загрузки оборудования.

BAM тесно связан с интеграцией корпоративных приложений. Для полноценного обеспечения мониторинга бизнес-событий в реальном времени на крупном предприятии необходимо интегрировать все используемые информационные службы.

Решение задач BAM обеспечивает возможность оперативно отслеживать и обрабатывать важнейшие

бизнес-события (новую сделку, изменение цепочки поставок, изменение законодательства, запрос на доработку ИТ и т. д.). Внедрение и эксплуатация систем ВАР способствует принятию быстрых, обоснованных и четких управленческих решений, результатами которых являются конкурентные преимущества, получаемые предприятием. Поэтому разработка специализированных ИТ ВАР является актуальной научно-прикладной задачей.

**ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ  
ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ  
МОНИТОРИНГА БИЗНЕС-АКТИВНОСТИ  
ПРЕДПРИЯТИЯ**

Для решения проблемы построения ИТ ВАР в работе [2] предложена обобщенная модель, описывающая взаимодействие основных компонентов данной ИТ. Эта модель имеет вид

$$L^{IT} = [L^{ISO}, L^{IM}, L^{AM}, L^{VM}, F_{IM}^{ISO}, F_{ISO}^{IM}, F_{AM}^{ISO}, F_{ISO}^{AM}, F_{VM}^{ISO}, F_{ISO}^{VM}, F_{AM}^{ISO}, F_{VM}^{AM}], \quad (1)$$

где  $L^{IT}$  – категория структурированных множеств, описывающая ИТ мониторинга БП;  $L^{ISO}$  – подкатегория, описывающая изоморфные алфавиты языков описания БП;  $L^{IM}$  – структурно-категорная модель информационного представления БП;  $L^{AM}$  – структурно-категорная модель аналитического представления БП;  $L^{VM}$  – структурно-категорная модель визуального представления БП;  $F_{IM}^{ISO}$  – функтор, отображающий подкатеорию  $L^{ISO}$  в подкатеорию  $L^{IM}$ ;  $F_{ISO}^{IM}$  – функтор, отображающий подкатеорию  $L^{IM}$  в подкатеорию  $L^{ISO}$ ;  $F_{AM}^{ISO}$  – функтор, отображающий подкатеорию  $L^{ISO}$  в подкатеорию  $L^{AM}$ ;  $F_{ISO}^{AM}$  – функтор, отображающий подкатеорию  $L^{AM}$  в подкатеорию  $L^{ISO}$ ;  $F_{VM}^{ISO}$  – функтор, отображающий подкатеорию  $L^{ISO}$  в подкатеорию  $L^{VM}$ ;  $F_{ISO}^{VM}$  – функтор, отображающий подкатеорию  $L^{VM}$  в подкатеорию  $L^{ISO}$ ;  $F_{AM}^{IM}$  – функтор, отображающий подкатеорию  $L^{IM}$  в подкатеорию  $L^{AM}$  и устанавливающий правила преобразования информационного представления БП в аналитическое представление;  $F_{VM}^{AM}$  – функтор, отображающий подкатеорию  $L^{AM}$  в подкатеорию  $L^{VM}$  и устанавливающий правила преобразования аналитического представления модели БП в визуальное представление.

**ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Как следует из выражения (1), для детализации формализованного описания ИТ ВАР необходимо в первую очередь разработать формализованные описания информационного, визуального и аналитического представления БП. Результаты разработки

структурно-категорной модели, описывающей информационное представление БП, рассмотрены в [3]. Результаты разработки структурно-категорной модели, описывающей визуальное представление БП, рассмотрены в [4]. Результаты разработки структурно-категорной модели, описывающей информационное представление БП, рассмотрены в [5].

Согласно модели (1) преобразование формализованных описаний наблюдаемого БП может осуществляться двумя основными способами:

а) первый способ предполагает организацию преобразования формализованных описаний путем выполнения стандартных преобразований таких описаний в процессе эксплуатации ИТ (преобразования описаны функторами  $F_{AM}^{IM}$  и  $F_{VM}^{AM}$ );

б) второй способ предполагает организацию взаимного преобразования формализованных описаний через использование единого механизма изоморфных преобразований (механизм описан подкатеорией  $L^{ISO}$  и функторами  $F_{IM}^{ISO}$ ,  $F_{ISO}^{IM}$ ,  $F_{AM}^{ISO}$ ,  $F_{ISO}^{AM}$ ,  $F_{VM}^{ISO}$  и  $F_{ISO}^{VM}$ ).

Поскольку первый способ основан на стандартных программно-реализованных преобразованиях, в статье основное внимание уделено рассмотрению практических подходов к реализации второго способа в рамках ИТ мониторинга БП предприятия.

**РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ  
ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ  
МОНИТОРИНГА БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ  
ПРЕДПРИЯТИЯ**

В настоящее время структура типовой ИТ мониторинга ВАР имеет вид, показанный на рис. 1 [6].

В качестве основных задач, которые должна решать типовая ИТ ВАР, выделяются такие задачи [7]:

- обеспечить возможность мгновенного осознания ситуации, то есть оценки того, как повлияют события (неисправности в сети, состояние баз данных,



Рис. 1. Структурная схема типовой информационной технологии мониторинга бизнес-деятельности предприятия

изменения в Web, изменение показателей каких-то ресурсов) на ход операций в бизнесе;

- осознавая ситуацию, принимать решения и передавать управляющие воздействия, которые могут изменить бизнес-процессы;

- фиксировать нарушения или попытки нарушения политики и соглашений об уровне обслуживания;

- накапливать статистику производительности всех операций.

Такой подход к построению ИТ мониторинга БП предприятия определяет следующие основные блоки этой технологии:

а) хранилище данных (ХД) реального времени, в котором хранятся описания событий, происходящих в аппаратном обеспечении и программных приложениях, а также другие данные, непосредственно связанные с течением бизнес-процессов предприятия;

б) сервер ВАР, который управляет ХД реального времени в соответствии с разработанными моделями процессов, а также управляет пересылкой данных из ХД в кэш-память и доступностью этих данных для аналитических инструментов и средств подготовки отчетов;

в) оперативные процессы, под которыми понимаются функциональные задачи и модули ИСУП, в частности, систем ERP, SCM, CRM, Human-Resources Management и им подобных, являющиеся источниками описаний событий, происходящих в аппаратном обеспечении и программных приложениях, а также других данных, непосредственно связанных с течением бизнес-процессов предприятия;

г) аналитическая машина, которая на основе данных из ХД рассчитывает значения ключевых показателей производительности (Key Performance Indicators, KPI), определяющих степень достижения поставленных перед БП предприятия целей, а также осуществляет ретроспективный анализ БП и прогнозирование бизнес-деятельности предприятия;

д) машина для правил, которая осуществляет выявление новых и модификацию существующих бизнес-правил выполнения БП предприятия на основе информации, поступающей из аналитической машины;

е) пульт управления, который представляет собой набор способов и средств визуализации результатов работы аналитической машины и машины для правил. Предназначен для отображения текущего состояния БП, результатов анализа и прогноза развития БП, а также сигналов о возникающих бизнес-событиях и чрезвычайных ситуациях.

Рассмотренная схема ИТ мониторинга БП предприятия основана на использовании следующих ос-

новных способов формализованного представления БП:

- визуальное представление, используемое в процессе функционирования пульта управления для визуализации результатов функционирования аналитической машины и машины для правил;

- аналитическое представление, используемое в процессе функционирования аналитической машины и, в ряде случаев, машины для правил;

- представление на уровне хранимых данных или информационное представление, используемое в процессе функционирования ХД реального времени и сервера ВАР.

Для обеспечения возможности автоматизированного формирования этих представлений БП необходимо модифицировать схему, приведенную на рис. 1. С учетом результатов разработки формализованных описаний БП [3–5] и категорной модели, определяющей возможности автоматизированного преобразования этих представлений [2], структурная схема ИТ мониторинга БП предприятия примет вид, показанный на рис. 2.

Назначение таких компонентов разрабатываемой ИТ мониторинга БП предприятия, как ХД мониторинга БП, сервер мониторинга БП, аналитическая машина, машина правил и пульт управления, совпадает с назначением аналогичных компонентов типовой ИТ ВАР, структура которой показана на рис. 1.

Компонент разрабатываемой ИТ «CASE-модуль синтеза схемы ХД» предназначен для визуального проектирования и корректировки схемы ХД или витрины данных, являющейся формализованным описанием информационного представления наблюдаемого БП.

Компонент разрабатываемой ИТ «CASE-модуль синтеза дерева целей и системы сбалансированных показателей (ССП)» предназначен для визуального проектирования и корректировки дерева целей и соответствующего каждой цели подмножества сбалансированных показателей достижимости этой цели. Результаты разработки дерева целей и связанной с ним СПП являются формализованным описанием аналитического представления наблюдаемого БП.

Компонент разрабатываемой ИТ «Модуль разработки/импорта визуальных моделей БП» предназначен для выполнения следующих функций:

- проектирования визуальных моделей наблюдаемого БП в одной из трех нотаций визуального моделирования БП (IDEF0, Use Case, Activity);

- импорта визуальных моделей наблюдаемого БП, которые разработаны по результатам предварительного обследования объекта автоматизации и его БП

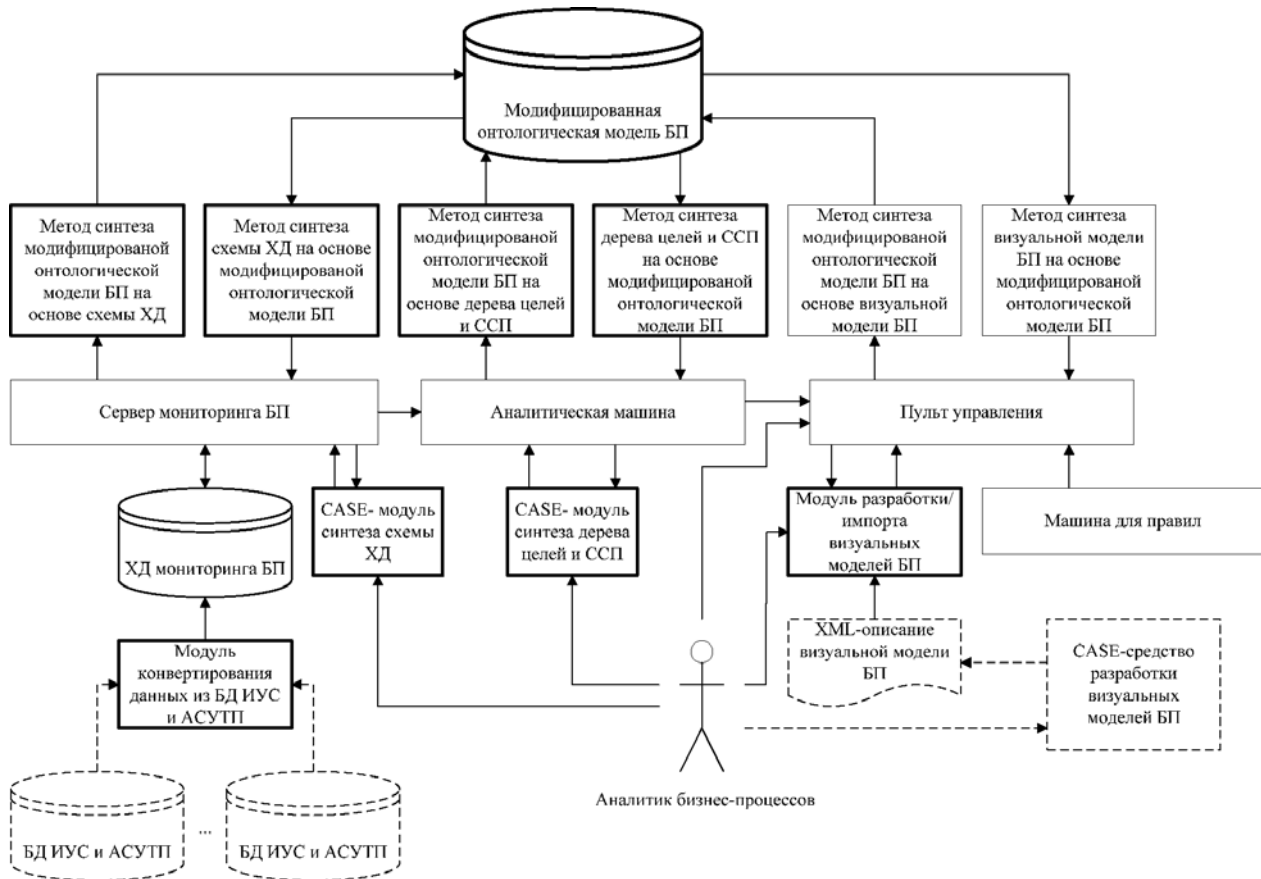


Рис. 2. Схема взаимодействия основных структурных компонентов информационной технологии мониторинга бизнес-процессов предприятия

с использованием традиционных CASE-средств (All-Fusion Modelling Suite, Rational Rose и т. п.), показанных на рис. 2 пунктиром.

Подобный импорт производится в виде XML-документов (показан на рис. 2 пунктиром), описывающих разработанную визуальную модель БП. Структура такого описания является стандартной и определяется онтологической моделью БП.

Компонент разрабатываемой ИТ «Модифицированная онтологическая модель БП» представляет собой шину метаданных [8], описывающих наблюдаемый БП как совокупность согласованных между собой атрибутов. Эти атрибуты характеризуют наблюдаемый БП с точки зрения его информационного, аналитического и визуального представления [9]. Формирование значений этих атрибутов происходит на основе результатов работы компонентов «CASE-модуль синтеза схемы ХД», «CASE-модуль синтеза дерева целей и ССП» и «Модуль разработки/импорта визуальных моделей БП», а сформированные значения могут использоваться для корректировки существующих или синтеза новых представлений наблюдаемого БП в указанных компонентах.

Компоненты разрабатываемой ИТ «Метод синтеза модифицированной онтологической модели БП на основе схемы ХД», «Метод синтеза модифицированной онтологической модели БП на основе дерева целей и ССП», «Метод синтеза модифицированной онтологической модели БП на основе визуальной модели БП» представляют собой совокупность SQL-запросов и программно реализованных процедур обработки данных, обеспечивающих трансформацию описаний схемы ХД или витрину данных, дерева целей и ССП, или же визуальных моделей БП в набор значений атрибутов шины метаданных, описывающих этот БП.

Компоненты разрабатываемой ИТ «Метод синтеза схемы ХД на основе модифицированной онтологической модели БП», «Метод синтеза дерева целей и ССП на основе модифицированной онтологической модели БП», «Метод синтеза визуальной модели БП на основе модифицированной онтологической модели БП» представляют собой совокупность SQL-запросов и программно реализованных процедур обработки данных, обеспечивающих трансформацию совокупности значений атрибутов шины метаданных,

описывающих наблюдаемый БП в описания схемы ХД или ВД, дерева целей и ССП, или же визуальных моделей этого БП.

Компонент разрабатываемой ИТ «Модуль конвертирования данных из БД ИУС и АСУТП» предназначен для реализации автоматизированной процедуры выборки оперативных данных о текущем состоянии наблюдаемого БП из БД ИС и АСУТП, эксплуатируемых на предприятии, преобразования этих данных к требуемому формату и записи результатов преобразования в ХД или витрину данных наблюдаемого БП.

Рассмотренные структурные особенности предлагаемой ИТ определяют методику настройки этой ИТ на особенности конкретного автоматизированного БП. Данная методика состоит из следующих этапов.

Этап 1. Разработка аналитиком визуальной модели БП, чей мониторинг планируется осуществлять. Если разработка выполнялась с использованием модуля разработки/импорта визуальных моделей БП ИТ мониторинга автоматизированных БП (пункт меню «Моделирование», опция «Визуальная модель»), то перейти к Этапу 3. Если разработка выполнялась

с использованием традиционных CASE-средств, то импортировать синтезированную визуальную модель в XML-документ и перейти к Этапу 2.

Этап 2. Импорт XML-документа, содержащего описание визуальной модели БП, в программный модуль ИТ мониторинга БП предприятия.

Этап 3. Корректировка и сохранение разработанной или импортированной визуальной модели автоматизированного БП как его визуального представления. Результат сохранения импортированной визуальной модели БП показан на рис. 3.

Этап 4. Автоматический синтез модифицированной онтологической модели автоматизированного БП на основе его визуального представления путем заполнения схемы шины метаданных ИТ данными, полученными в результате выполнения Этапа 3.

Этап 5. Автоматический синтез и визуализация дерева целей автоматизированного БП на основе результатов выполнения Этапа 4. Пример визуализации синтезированного дерева целей БП удаления окислы металла показан на рис. 4.

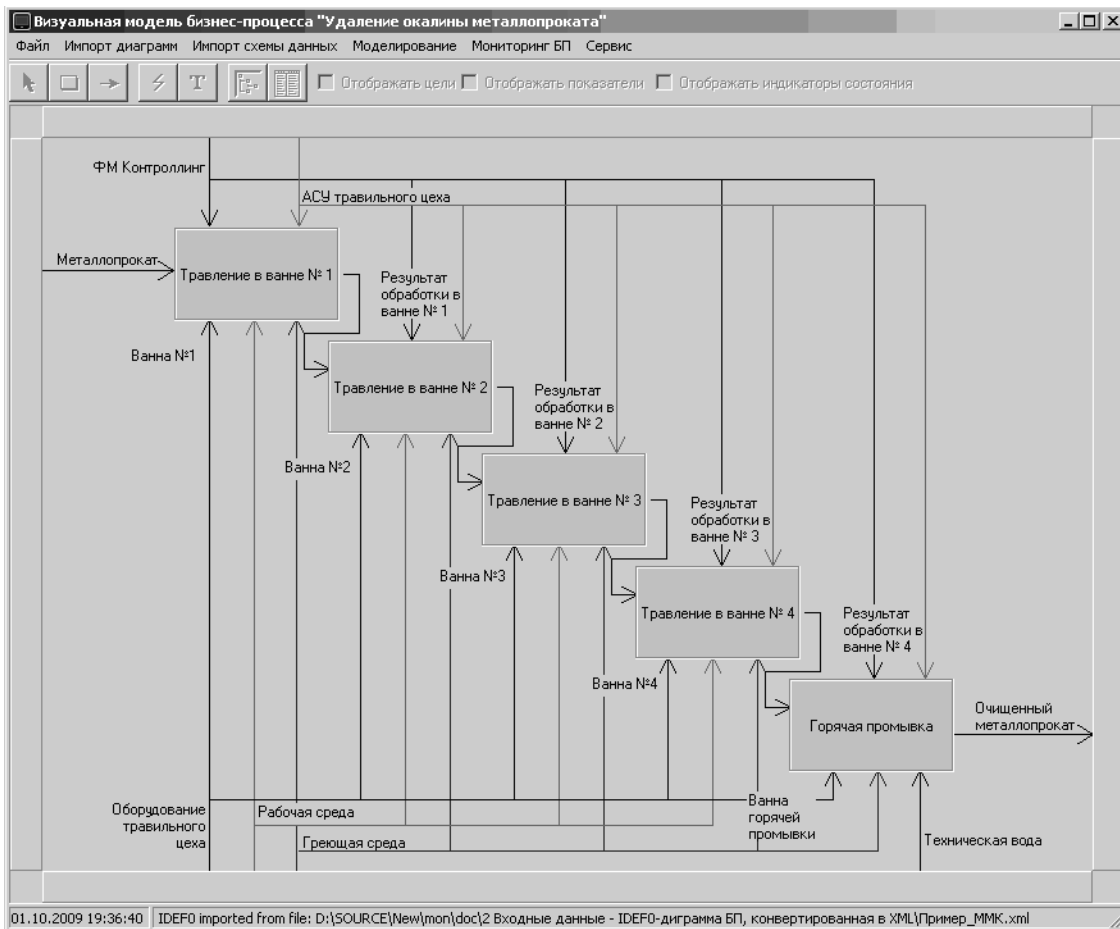


Рис. 3. Сохраненная IDEF0-модель как визуальное представление автоматизированного бизнес-процесса

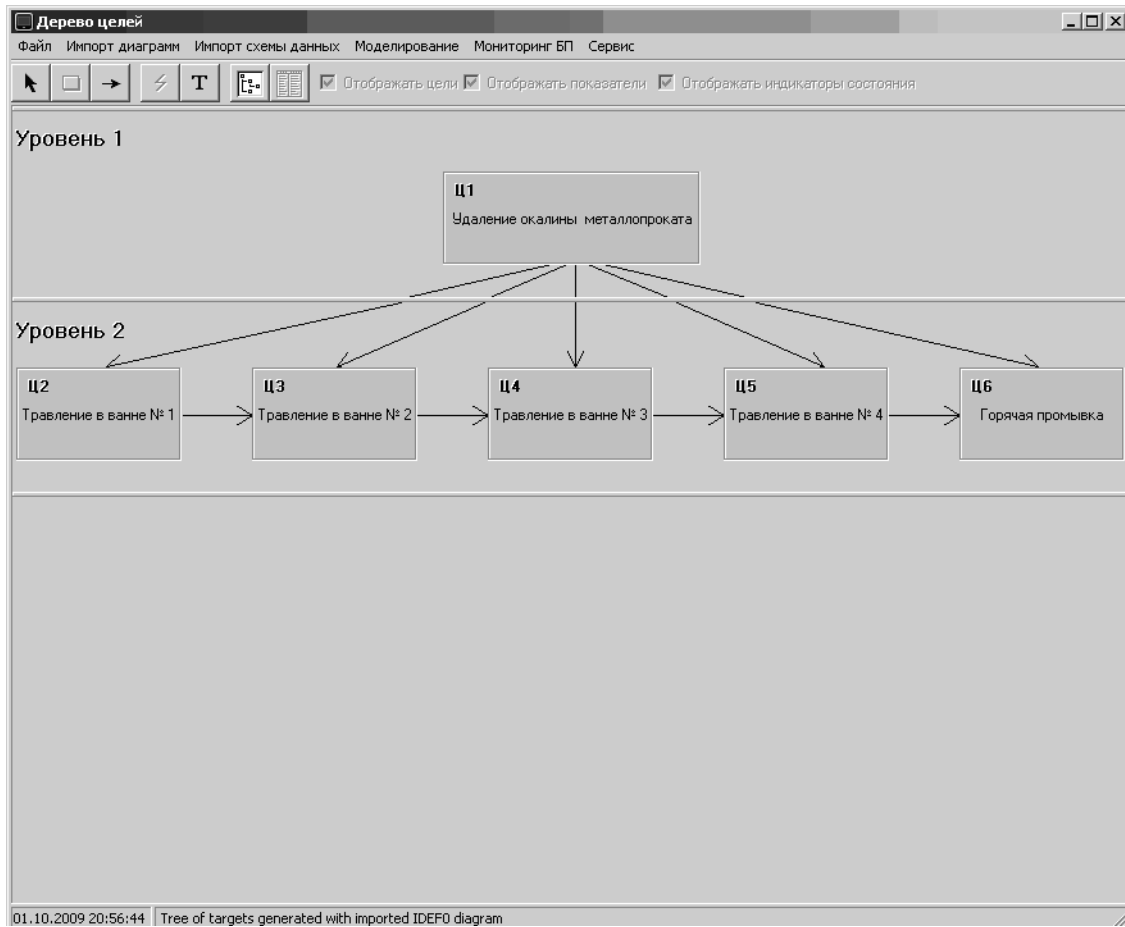


Рис. 4. Пример визуализации дерева целей бизнес-процесса, синтезированного на основе модифицированной онтологической модели этого бизнес-процесса

fmPokazatel

Система сбалансированных показателей для цели "Удаление окислы в ванне №1"

Настройка весовых коэффициентов: Весовые коэффициенты заданы корректно

Обобщенный показатель: Рассчитанное значение 0,88, Дата расчета 01.11.2009 21:06:09

Добавить показатель Пересчитать

Наименование показателя	Текущее значение
Затраты на кислоту	0,8
Затраты на техническую воду	0,83
Затраты на подогрев рабочей среды	0,9
Затраты на з/п персонала травильного цеха	1,00

Общие сведения

П1 (Название) Затраты на кислоту

В1 (Вес. коэф-т) 0,25

Тип Затраты на рабочую среду

Min значение 3,84 Ед. измерения м3

Max значение 5,76

Ц1 (Цена единицы) 10 000,00 грн.

Данные для расчета значения П1

Таблица ВД indicators

Атрибут value

Агрегация avg

Анализируемый период 4,00 Часы

Применить Удалить показатель

Рис. 5. Пример синтеза сбалансированного показателя достижимости цели наблюдаемого бизнес-процесса

Етап 6. Формирование дерева целей автоматизированного БП на основе результатов выполнения Этапа 4.

Етап 7. Корректировка и сохранение дерева целей автоматизированного БП, сформированного в результате выполнения Этапа 6.

Етап 8. Импорт схем данных БД ИС и АСУТП, которые являются источниками оперативных данных о текущем состоянии наблюдаемого автоматизированного БП.

Етап 9. Синтез перечня сбалансированных показателей достижимости каждой из целей, выделенных на Этапе 7, и формирование информационной модели каждого из показателей на основе результатов выполнения Этапа 8. В результате выполнения этого этапа для каждого из показателей устанавливается перечень атрибутов таблиц исходных БД и правило агрегации, согласно которому вычисляется значение этого показателя. Пример синтеза сбалансированного показателя показан на рис. 5.

Етап 10. Корректировка и сохранение ССП, синтезированной в результате выполнения Этапа 9.

Етап 11. Автоматическая корректировка модифицированной онтологической модели автоматизированного БП по результатам синтеза его аналитического представления путем дополнения и уточнения содержимого шины метаданных ИТ данными, полученными в результате выполнения Этапа 10.

Етап 12. Автоматический синтез и визуализация схемы ВД автоматизированного БП как его информационного представления на основе результатов выполнения Этапа 11.

Етап 13. Корректировка и сохранение схемы ВД, сформированной в результате выполнения Этапа 12.

Етап 14. Автоматическая корректировка модифицированной онтологической модели автоматизированного БП по результатам синтеза его информационного представления путем дополнения и уточнения содержимого шины метаданных ИТ данными, полученными в результате выполнения Этапа 13.

Етап 15. Настройка модуля конвертирования данных из БД ИУС и АСУТП на процесс конвертации данных из фрагментов БД ИСУП и АСУТП, выделенных как источники оперативных данных о текущем состоянии наблюдаемого автоматизированного БП.

## ВЫВОДЫ

Предлагаемая структурная схема разрабатываемой ИТ мониторинга автоматизированных БП позволяет интегрировать данную ИТ в существующую совокупность средств информатизации управления предприятием без проведения реинжиниринга последних. Это позволяет сократить затраты времени и

финансов на подготовку объекта автоматизации к вводу разрабатываемой ИТ в действие.

Выполнение работ по настройке предложенной ИТ мониторинга БП предприятия в соответствии с данной методикой позволяет сократить время ввода в эксплуатацию предложенной ИТ с четырех-пяти месяцев до одной-двух недель.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черняк, Л. На пути к предприятию, управляемому в реальном времени / Л. Черняк // Открытые системы. – 2002. – № 12. – С. 43–47.
2. Євланов, М. В. Формалізований опис технології візуального моделювання автоматизованих бізнес-процесів промислового підприємства / М. В. Євланов, В. О. Антонов, Є. В. Корнеєва // Вісник Академії митної служби України. – 2007. – № 3 (35). – С. 95–100.
3. Євланов, М. В. Формалізоване описання інформаційної моделі бізнес-процесу / М. В. Євланов, Є. В. Корнеєва // Системи обробки інформації. – 2009. – Вип. 6(80). – С. 167–171.
4. Антонов, В. А. Взаимное преобразование визуальных моделей бизнес-процессов промышленного предприятия / В. А. Антонов, Е. В. Корнеєва // Управління розвитком. Міжнародна науково-практична конференція «Стратегії ІТ-технологій в освіті, економіці та екології» 15–16 листопада 2007 р. – Харків: ХНЕУ, 2007. – № 7. – С. 20–21.
5. Євланов, М. В. Применение системы сбалансированных показателей в информационной технологии мониторинга автоматизированных бизнес-процессов / М. В. Євланов, В. А. Антонов, Е. В. Корнеєва // Системи обробки інформації. – 2010. – Вип. 5(86). – С. 211–216.
6. Черняк, Л. Мониторинг бизнес-процессов [Электронный ресурс] / Л. Черняк // Сайт журнала «Открытые системы». – Режим доступа: [http://www.osp.ru/os/2005/10/380436/\\_p1.html](http://www.osp.ru/os/2005/10/380436/_p1.html), вільний. – Назва з екрана.
7. Черняк, Л. Сложные события и мониторинг бизнеса / Л. Черняк // Сайт журнала «Открытые системы». – Режим доступа: [http://www.osp.ru/os/2005/02/185306/\\_p1.html](http://www.osp.ru/os/2005/02/185306/_p1.html), вільний. – Назва з екрана.
8. Корнеєва, Е. В. Интеграция моделей автоматизированного бизнес-процесса на основе шины метаданных / Е. В. Корнеєва // 14-й Международный молодежный форум «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке»: сб. материалов форума. Ч. 2. – Харьков: ХНУРЭ, 2010. – С. 125.
9. Корнеєва, Е. В. Автоматизация бизнес-процессов с помощью информационных технологий / Е. В. Корнеєва // Матеріали електронної техніки та сучасні інформаційні технології. Тези доповідей на Четвертій міжнародній науково-практичній конференції МЕТІТ-4: 19–21 травня 2010 р., Кременчук, Україна: збірник тез доповідей. – Кременчук: Кременчуцький університет економіки, інформаційних технологій і управління, 2010. – С. 237–238.

Надійшла 20.10.2010

Євланов М. В., Терещенко І. В., Штангей С. В.  
РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВА

Стаття присвячена розробці інформаційної технології моніторингу бізнес-процесів підприємства, які дозволяють автоматизувати процеси формування представлень даного бізнес-процесу. Розроблено структурну схему цієї технології і розглянуто призначення основних її елементів. Представлено методику настройки запропонованої інформаційної технології у залежності від особливостей конкретного бізнес-процесу.

**Ключові слова:** моніторинг, автоматизація, компонент, коригування, онтологічна модель, синтез.

Evlanov M. V., Terechenko I. V., Shtangey S. V.

#### DEVELOPMENT OF INFORMATION TECHNOLOGY OF ENTERPRISE BUSINESS PROCESSES MONITORING

The paper describes the information technology of enterprise business processes monitoring enabling automatic formation of given business process representations. The block diagram

of this technology is developed and the function of its basic elements is considered. The technique of information technology adjustment is presented taking into account the features of the specified business process.

**Key words:** monitoring, automation, component, adjustment, ontological model, synthesis.

УДК 681.324

Зинченко Ю. Е.<sup>1</sup>, Гриценко А. А.<sup>1</sup>, Зеленева И. Я.<sup>1</sup>, Войтов Г. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Канд. техн. наук, доцент Донецкого национального технического университета

<sup>2</sup>Ассистент Донецкого национального технического университета

## ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ БИБЛИОТЕКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ СИСТЕМ НА ПЛИС

В статье предлагается метод создания библиотеки математических функций для систем на ПЛИС (SoPC) и набора необходимых для работы с ней аппаратно-программных средств. Предлагаемая библиотека дает возможность варьировать структуру системы на ПЛИС в соответствии с требованиями пользователя и доступными аппаратными ресурсами.

**Ключевые слова:** ПЛИС, система на ПЛИС, процессор, периферийный модуль, библиотека.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время производители ПЛИС предоставляют широкие возможности по созданию систем на ПЛИС с использованием различных микропроцессорных архитектур. В частности, речь идет об архитектурах Xilinx MicroBlaze [1] и Altera Nios II [2], которые подразумевают наличие центрального микропроцессора и набора периферийных модулей, взаимодействующих посредством предоставляемого процессором шинного интерфейса.

Программное обеспечение рассматриваемых систем создается с использованием современных высокоуровневых языков программирования, в частности С и С++ [3, 4]. Оба эти языка предоставляют доступ

к стандартной библиотеке математических функций. Необходимость использования функций математической библиотеки ведет к увеличению вычислительной нагрузки на центральный процессор.

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Рассматриваемые в данной работе системы на ПЛИС характеризуются наличием специфичных модулей, которые обеспечивают решение узкоспециализированных задач, позволяя центральному процессору переложить на них обязанности в области трудоемких вычислений (рис. 1), в частности в области вычисления математических функций.

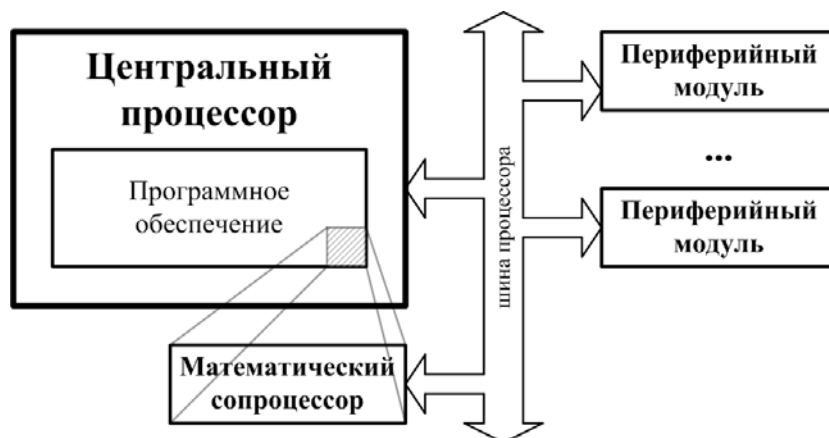


Рис. 1. Архитектура микропроцессорной системы на ПЛИС, включающей сопроцессор

© Зинченко Ю. Е., Гриценко А. А., Зеленева И. Я., Войтов Г. В., 2011