

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ АДАПТАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ С ИЗМЕНЯЕМОЙ СТРУКТУРОЙ НА ОСНОВЕ МНОЖЕСТВЕННЫХ РОЛЕЙ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Рассматриваются вопросы усовершенствования бизнес-процессов с изменяемой структурой. Предлагаются принципы и подход к автоматизированной адаптации бизнес-процессов с изменяемой структурой на основе использования механизма ролей исполнителей таких процессов.

1. Введение

Современный уровень развития общества и экономики формирует жесткие требования к эффективности решения задач управления для создаваемых и действующих организаций различного типа – производственных, финансовых, торговых. Повышение конкурентоспособности организаций требует решения задач, связанных с внедрением процессного подхода к управлению предприятием. Процессный подход к управлению состоит в определении существующих бизнес-процессов (БП) и управлении предприятием с помощью БП [1].

Процессный подход имеет существенные преимущества перед традиционным функциональным, поскольку обеспечивает ориентацию предприятия на конечного потребителя на основе горизонтальной интеграции деятельности его подразделений. Внедрение процессного подхода предполагает реинжиниринг, перестройку и усовершенствование бизнес-процессов и является стратегическим направлением в области менеджмента предприятий [2].

Современное состояние проблемы управления бизнес-процессами не позволяет эффективно решать ряд практических задач из-за ограниченности существующих подходов. Используемые в настоящее время методологии структурного и объектно-ориентированного проектирования ориентированы на построение предварительно специфицированных моделей БП, изменение которых во время функционирования бизнес-процесса связано со значительными трудностями. В то же время выполнение БП в реальных условиях, характеризующихся наличием внешних возмущений, требует сочетания традиционного процессного подхода с возможностью изменения структуры процесса на основе текущих данных [3].

Таким образом, в настоящее время актуальной является проблема управления гибкими бизнес-процессами с изменяемой структурой (БПИС), а также усовершенствования таких процессов. БПИС характеризуются изменением временных параметров и последовательности входящих в его состав бизнес-процедур во время функционирования процесса, распределенностью процессов между подразделениями предприятия, значительной степенью параллелизма, наличием временных, финансовых, материальных ограничений, взаимодействием нескольких предприятий при функционировании БПИС [4].

2. Постановка задачи исследования

Статья посвящена разработке подхода к решению задачи автоматизированной адаптации описания бизнес-процессов, структура которых изменяется во время их функционирования. Факторы, влияющие на изменение таких БПИС, включают в себя: воздействие внешней среды; изменение функциональных требований к бизнес-процессам в результате эволюции целей деятельности соответствующего предприятия.

Содержательно постановка задачи состоит в следующем. Исходными данными задачи являются:

- традиционное workflow – описание бизнес-процесса;
- набор ролей исполнителей бизнес-процедур;
- набор функциональных требований к БПИС, построенных на основе знаний о предметной области и выраженных в форме правил.

Требуется получить новый подход к адаптации описания БПИС и системы управления такими бизнес-процессами, отличающийся возможностью децентрализации на основе распределения полномочий между функциональными элементами.

3. Принципы децентрализованного представления и адаптации бизнес-процессов с изменяемой структурой

Традиционный подход к управлению БП предусматривает предварительное создание централизованного описания (представления) всего процесса. Необходимыми элементами такого представления являются: полный список всех операций; ресурсы процесса; критерии достижения целей БП; заданные ограничения на процесс. Детальное предварительное описание процесса обеспечивает эффективное функционирование БП[2].

В то же время бизнес-процессы с изменяемой структурой обладают рядом свойств, которые затрудняют использование традиционных подходов к управлению БПИС, а именно: динамическая адаптация; расширение функциональности при выполнении процесса; учет ресурсов на основе вспомогательных процессов; децентрализация управления.

Свойство динамической адаптации определяется тем, что БПИС должен реагировать на изменяющиеся параметры внешней по отношению к процессу среды путем изменения своей структуры (последовательности процедур, используемых ресурсов и т.п.). В то же время традиционные подходы требуют полного априорного определения бизнес-процесса с учетом всех его возможных отклонений.

Свойство расширения функциональности является прямым следствием свойства динамической адаптации и обеспечивает гибкость БПИС путем подключения новых или перестройки существующих элементов процесса непосредственно во время его функционирования. Указанное расширение функциональности обычно осуществляется вследствие расширения функциональных требований, отражающих знания о предметной области. Такие знания выражаются в форме бизнес-правил, что позволяет использовать семантику генерируемой в процессе функционирования БПИС информации.

Свойство учета ресурсов отражает динамический характер БПИС. Такие процессы часто связаны с деятельностью нескольких предприятий, что требует формализации процессов поставки ресурсов и представления их в виде вспомогательных бизнес-процессов.

Свойство децентрализации отражает децентрализацию ресурсов и распараллеливание операций бизнес-процесса и создает условия для управления БПИС на децентрализованных, гетерогенных платформах.

Рассмотренные свойства бизнес-процессов с изменяемой структурой требуют разработки новых подходов к представлению и управлению БП, основанных на сочетании предварительно формализованной структуры БП с децентрализацией прав принятия решений по выполнению операций бизнес-процессов и перераспределению полномочий исполнителей. Все операции бизнес-процессов предназначены для достижения общей цели БП путем решения частных задач, поэтому правомерным представляется назначение операций отдельным автономным компонентам, которые должны решать эти локальные задачи в соответствии с заданными критериями эффективности и в рамках заданных ограничений. При этом каждый из рассматриваемых компонентов может использовать сервис, предоставляемый другими автономными элементами, для решения своих локальных задач. Соответственно, реализация БП осуществляется посредством совместного функционирования таких автономных компонентов, что требует перераспределения полномочий в рамках управления бизнес-процессом. Перераспределение полномочий при управлении БП требует соответствующей корректировки управляющих решений, а также структуры системы управления в целом.

При этом каждый такой автономный компонент может соответствовать исполнителю БП и инкапсулировать выполнение бизнес-процедуры. Он должен обладать следующими характеристиками[5]:

- внутреннее состояние каждого компонента при решении соответствующих задач определяется на основе действий самого компонента;
- способность к взаимодействию на основе формализованного интерфейса с другими компонентами при решении задач, связанных с выполнением БПИС;
- способность к реализации действий по управлению и адаптации БП самостоятельно, на основе имеющихся средств оценки ситуации; формируемые управляющие действия изменяются в зависимости от текущего состояния бизнес-процесса.

В соответствии с предлагаемой парадигмой децентрализованного представления БПИС структура собственно системы управления (СУ) разрабатывается на этапе проектирования совокупности управляемых процессов. Далее она адаптируется во время функциониро-

вания БПИС. Такая адаптация выполняется путем изменения порядка взаимодействия исполнителей, реализующих функциональные элементы СУ, а также бизнес-процессов.

В рамках рассматриваемой парадигмы децентрализованного представления БПИС предлагаются принципы замкнутости системы управления (1) и автоматизированной адаптации структуры замкнутой СУ (2), которые необходимы для реализации управления бизнес-процессами на основе изменения их внутренней структуры.

1) Принцип замкнутости системы управления БПИС.

В соответствии с данным принципом система управления рассматривается комплексно, во взаимодействии не только с объектом управления – БПИС, но и с внешней средой. При этом СУ и внешняя среда взаимно влияют друг на друга.

Определение 1. БПИС, система управления бизнес-процессами и внешняя среда, которая оказывает воздействие на СУ, представляют собой замкнутую систему управления.

Система управления БПИС в соответствии с данным принципом представляет собой иерархически организованную структуру, реализующую ряд циклов обработки информации и выработки управляющих воздействий путем взаимодействия соответствующих исполнителей.

2) Принцип автоматизированной адаптации структуры замкнутой системы управления.

Традиционно при проектировании СУ, обеспечивающей достижение целей управления, выполняются следующие основные действия:

- построение соответствующей архитектуры СУ;
- выбор элементов СУ с необходимыми функциональными характеристиками;
- обеспечение допустимой функциональной нагрузки указанных элементов.

Структура СУ создается на основе выделения функциональных задач до реализации управления и, как правило, не изменяется в процессе управления. Управляющие воздействия формируются в рамках заданной структуры в заранее определенной последовательности. При этом предполагается, что спроектированная структура СУ обеспечивает наиболее рациональное распределение нагрузки между ее функциональными элементами с тем, чтобы достичь поставленных целей управления. Несовпадение структуры системы управления поставленным целям сводит на нет функциональные возможности ее элементов.

В то же время задачи резкого повышения эффективности деятельности предприятий привели к появлению реинжиниринга бизнес-процессов, который направлен на радикальное перепроектирование структуры БП в рамках процессно-ориентированного управления предприятием[2]. Реализация управления БПИС, в свою очередь, предусматривает изменение управляющих структур во время функционирования бизнес-процессов. Это требует решения задачи создания подходов, методов и технологии, обеспечивающих адаптацию структуры СУ с учетом воздействий внешней среды в условиях существующих временных и материальных ограничений.

Для решения данной задачи предлагается принцип автоматизированной адаптации структуры замкнутой системы управления на основе адаптирующего модуля (АМ) (рис. 1).

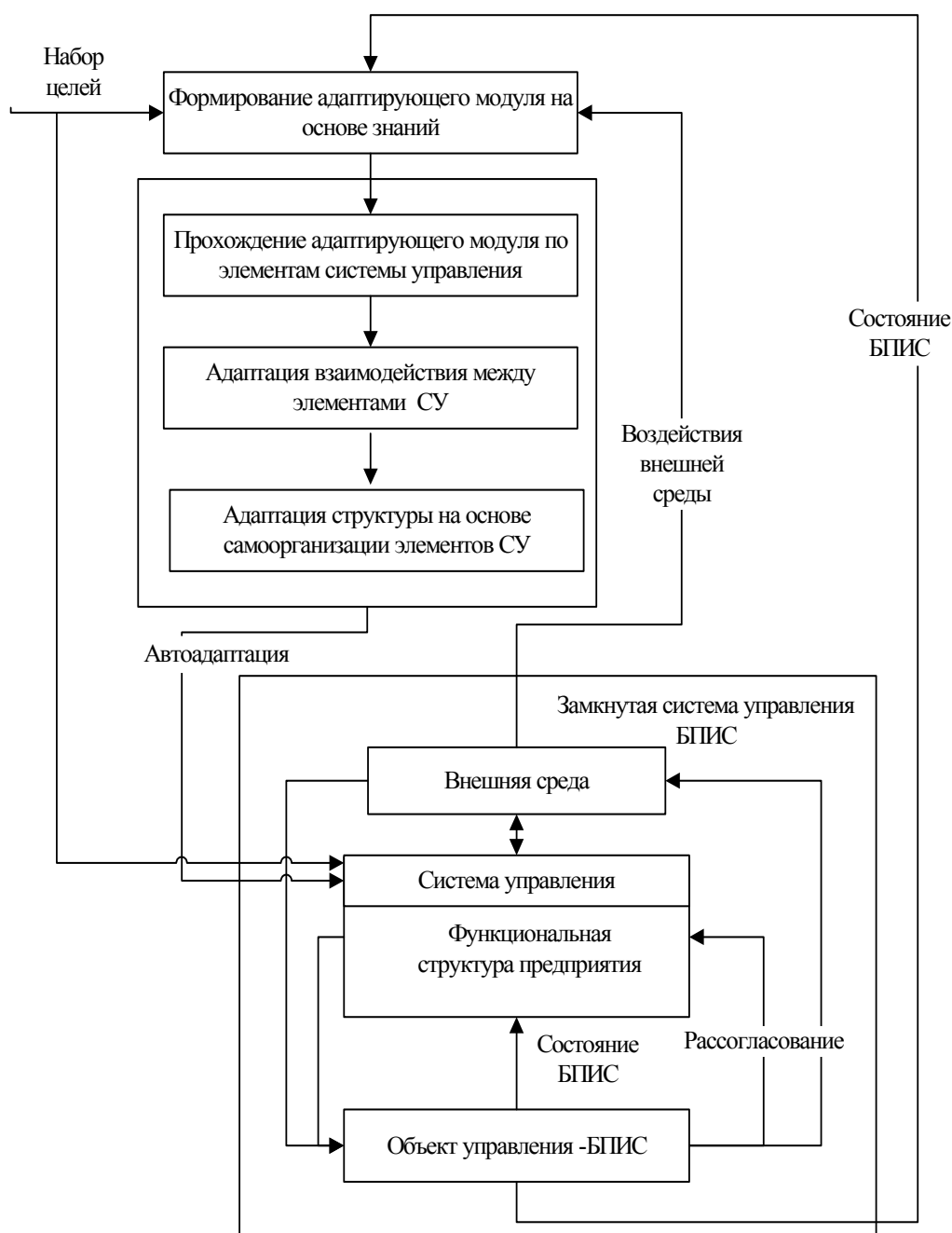
Данный принцип заключается в реорганизации СУ, а также структуры БПИС на основе изменения порядка взаимодействия их элементов. Указанная автоадаптация выполняется с помощью АМ таким образом, чтобы полученное рассогласование между заданными и текущими параметрами БПИС не превышало допустимых пределов. Реализация данного принципа может быть выполнена с использованием механизма ролей исполнителей.

Отметим, что автоматизированная адаптация БПИС может выполняться на основе заложенных в АМ правил, отражающих знания о предметной области, в частности о существующей организационной структуре, о допустимом отклонении параметров бизнес-процессов. Такая автоматизированная адаптация предполагает некоторую самоорганизацию БПИС и управляющих структур и ориентирована на децентрализованное управление бизнес-процессами.

4. Адаптация БПИС на основе механизма множественных ролей

Автоматизированная адаптация СУ и БПИС в соответствии с рассмотренными принципами предполагает изменение последовательности управления БПИС согласно заданному сценарию на основе механизма ролей исполнителей, а также с учетом имеющихся бизнес-правил.

Определение 2. Сценарий автоматизированной адаптации БПИС представляет собой набор упорядоченных последовательностей процедур, направленных на усовершенствование функционирую-



Автоматизированная адаптация структуры замкнутой системы управления БПИС
на основе адаптирующего модуля

щих бизнес-процессов путем перераспределения полномочий исполнителей с помощью механизма ролей, а также последовательности выполнения бизнес-процедур БПИС на основе бизнес-правил.

Сценарий выполнения процедур АМ включает в себя набор R_{Br} упорядоченных пар процедур, для которых при выполнении сценария первый элемент пары обязательно должен предшествовать второму элементу:

$$\begin{aligned} R_{Br} &\in R, R_{Br} \subseteq Br \times Br, \\ R_{Br} &= \{(Br_i, Br_j)\}, \forall (i, j) t_{Br_i}^{end} < t_{Br_j}^{beg}, i, j = \overline{1, N}, \end{aligned} \quad (1)$$

где $t_{Br_i}^{end}$ – момент времени завершения предшествующей процедуры Br_i при выполнении

БП; $t_{Br_j}^{beg}$ – момент времени начала выполнения последующей процедуры Br_j .

Отметим, что сценарий адаптации бизнес-процессов не содержит циклов:

$$\forall (Br_i, Br_j) \in R_{Br} (Br_j, Br) \notin R_{Br}, i, j = \overline{1, N}. \quad (2)$$

Данное ограничение направлено на предотвращение тупиковых ситуаций при адаптации БПИС.

Выражения (1) и (2) позволяют определить причинно-следственные связи между процедурами в виде отношений предшествования (Br_j) и следования (Br_j), задающих порядок выполнения процедур сценария:

$$\forall Br_j \in Br, (Br_i, Br_j) \in R_{Br} \Rightarrow Br_i \in \text{предшествует}(Br_j), i, j = \overline{1, N}, \quad (3)$$

$$\forall Br_j \in Br, (Br_i, Br_j) \in R_{Br} \Rightarrow Br_j \in \text{следует}(Br_i), i, j = \overline{1, N}. \quad (4)$$

Отношение $\text{предшествует}(Br_j)$ задает множество процедур сценария Br_i , которые должны выполняться до запуска процедуры Br_j . Аналогично, отношение $\text{следует}(Br_j)$ задает множество процедур Br_j , которые должны выполняться после завершения процедуры Br_i .

Тогда сценарий адаптации БПИС можно определить следующим образом:

$$Sc = \left\{ \begin{array}{c} (Br_i \underset{Pt, Bpr}{\text{предшествует}} Br_j) \vee (Br_i \underset{Pt, Bpr}{\text{следует}} Br_j) \\ Br_i = \{Br_i\}, Br_j = \{Br_j\}, i, j = \overline{1, N} \end{array} \right\}, \quad (5)$$

где Pt – типовые шаблоны взаимодействия процедур сценария; Bpr – бизнес-правила.

Выражение (5) определяет последовательность адаптации бизнес-процессов. Собственно, изменение порядка выполнения БПИС выполняется путем перераспределения ответственности исполнителей. В свою очередь, перераспределение ответственности исполнителей осуществляется на основании механизма множественных ролей, в соответствии с которым роли R_l в модели БПИС привязаны к процедурам на основе отношения R_{Rl} . Это дает возможность сгруппировать исполнителей, реализующих Br_j :

$$R_{Rl} \subseteq Rl \times Br, R_{Rl} = \{R_{Rl}\} = \{(Rl_j^i, Br_j)\}, Br_j \in Br, j = \overline{1, J}, \quad (6)$$

где Rl_j^i – i -я роль для бизнес-процедуры Br_i .

Тогда одна и та же i -я роль может означать различных исполнителей. Например, роль «руководитель отдела» может означать различных руководителей в зависимости от процесса и бизнес-процедуры. Очевидно, что один исполнитель может играть различные роли и одна роль может быть реализована различными исполнителями.

Предлагаемая концепция ролей дает возможность реализовать связь между БПИС и организационной структурой предприятия на основе отношения R_{OS} , связывающего бизнес-процедуры и исполнителей:

$$\begin{array}{l} R_{OS} \subseteq Br \times Rl \times Isp, R_{OS} = \{R_{OS_j}\} = \{(Br_j, Rl_j^i, Isp_j)\}, \\ Br_j \in Br, Rl_j^i \in Rl, Isp_j \in Isp, i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}, \end{array} \quad (7)$$

где Isp – набор исполнителей бизнес-процессов в организации.

В свою очередь, исполнители могут быть сгруппированы по подразделениям Pd_n в соответствии со штатным расписанием:

$$R_{PD} \subseteq Isp \times Pd, R_{PD} = \{R_{PD_n}\} = \{(Isp_i, Pd_n)\},$$

$$Isp_i \in Isp, Pd_n \in Pd, i = \overline{1, I}, n = \overline{1, N}, \quad (8)$$

где Pd – набор структурных подразделений предприятия.

Введем минимальный набор ролей, необходимый для адаптации БПИС, включая обработку нештатных состояний во время реализации процесса:

$$Rl_{MIN} = \{Rl_{исполнение}^j, Rl_{повтор}^j, Rl_{останов}^j, Rl_{ЛПР}^k\}, j = \overline{1, J}, k = \overline{1, K}. \quad (9)$$

Указанные роли предназначены для исполнения, повтора и пропуска процедуры Bg_j , в том числе с использованием бизнес-правил Brg_k .

Роль $Rl_{исполнение}^j$ связывается с бизнес-процедурой Bg_j либо подпроцессом, представленным в виде последовательности бизнес-процедур. Эта роль необходима для запуска выполнения Bg_j .

Роль $Rl_{повтор}^j$ предполагает, что исполнитель возвратит БПИС в состояние, предшествующее выполнению данной бизнес-процедуры Bg_j . В том случае, если повторяется цепочка бизнес-процедур, то роль $Rl_{повтор}^j$ должна быть связана с каждой процедурой такой последовательности.

Роль $Rl_{останов}^j$ позволяет моделировать пропуск текущей процедуры Bg_j в последовательности процедур бизнес-процесса. Для пропуска последовательности Bg_j необходимо связать данную роль с каждой процедурой последовательности.

Роль $Rl_{ЛПР}^k$ позволяет моделировать процесс принятия решений о запуске бизнес-процедуры в текущем состоянии БПИС на основе знаний в форме правил Brg_k .

Таким образом, роль $Rl_{повтор}^j$ позволяет, при необходимости, изменить протекание БПИС и организовать циклическое выполнение заданной бизнес-процедуры. Роль $Rl_{останов}^j$ позволяет избежать усложнения модели при обработке пропуска бизнес-процедуры в нештатных состояниях. Роль $Rl_{ЛПР}^k$ позволяет отобразить управление бизнес-процедурой с учетом дополнительных свободных данных и знаний о процессе.

Помимо четырех рассмотренных ролей, для обработки нештатных состояний, связанных с отсутствием, по тем или иным причинам, исполнителей, введем роль $Rl_{НетИсполнителя}^j$. Данная роль моделирует отсутствие исполнителя для процедуры Bg_j . Взаимосвязь ролей

$Rl_{НетИсполнителя}^j$ и $Rl_{исполнение}^j$ имеет вид: $Rl_{исполнение}^j = \neg Rl_{НетИсполнителя}^j$.

Рассмотренные роли составляют минимальный набор, необходимый для адаптации БПИС, включая обработку нештатных состояний во время реализации процесса. При этом под нештатным состоянием в работе понимается состояние, которое относится к множеству нежелательных состояний бизнес-процесса.

Отметим, что дальнейшее развитие предлагаемого механизма ролей связано с введением роли $Rl_{ЛПР}$, связанной не с конкретной процедурой, а с БПИС в целом. Введение данной роли позволяет построить иерархию ролей бизнес-процесса и формализовать правила переназначения ролей исполнителей в рамках адаптирующего модуля. Очевидно, что роль $Rl_{ЛПР}$ должна исполняться кем-либо из руководящего состава предприятия (или владельцем процесса, если таковой назначен).

В общем случае роли могут быть связаны как с бизнес-процедурами, так и с БПИС в целом, что позволяет раздельно реализовать распределение работ и распределение полномочий. При этом наборы взаимосвязей (7), (8) между ролью, исполнителем и подразделением предприятия позволяют решить обратную задачу – построить для каждого исполнителя и подразделения список

исполняемых бизнес-процедур. Данный список основывается на множестве ролей, которые может играть исполнитель в рамках БПИС. Аналогично, отношения R_{OS} , R_{PD} позволяют получить списки ситуаций, в которых исполнитель выполнял бизнес-процедуры за заданный период.

5. Заключение

Предложенный подход к автоматизированной адаптации БПИС ориентирован на усовершенствование бизнес-процессов на основе комплексного рассмотрения собственно процесса, системы управления бизнес-процессами, внешней среды, а также исполнителей бизнес-процедур.

В основе подхода лежат разработанные принципы замкнутости системы управления и автоматизированной адаптации структуры замкнутой СУ. Данные принципы, в отличие от существующих, предусматривают усовершенствование БПИС во время его функционирования путем перепределения ролей исполнителей. Это позволяет откорректировать последовательность выполнения БПИС с учетом воздействий внешней среды и текущих целей предприятия с минимальными изменениями описания процесса. Для реализации подхода предложен минимальный базовый набор ролей, обеспечивающих адаптацию БПИС, включая нештатные ситуации.

Практическим значением полученных результатов является обеспечение условий для децентрализации управления БПИС путем передачи ограниченных управляющих функций исполнителям отдельных процедур бизнес-процесса, что обеспечивает построение моделей бизнес-процессов с изменяемой структурой, инвариантных к технологиям реализации.

Использование предложенного подхода требует разработки соответствующей информационной технологии на основе как метода объектно-ориентированного проектирования, так и УФО – анализа[2].

Список литературы: 1. *Ретин В.В., Елиферов В.Г.* Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. М.: РИА «Стандарты и качество», 2004. 408 с. 2. *Бондаренко М.Ф., Маторин С.И., Соловьева Е.А.* Моделирование и проектирование бизнес-систем: методы, стандарты, технологии. Харьков: Компания СМІТ, 2004. 272 с. 3. *W.M.P. van der Aalst.* Business Process Management Demystified: A Tutorial on Models, Systems and Standards for Workflow Management. In J. Desel, W. Reisig, and G. Rozenberg, editors, Lectures on Concurrency and Petri Nets, volume 3098 of Lecture Notes in Computer Science, pages 1-65. Springer-Verlag, Berlin, 2004. 4. *Чалый С.Ф.* Разработка технологии управления слабоструктурированными бизнес – процессами // АСУ и приборы автоматики. 2006. № 135. С. 63-71. 5. *Wooldridge M. J., Jennings N. R.* Intelligent Agents: Theory and Practice. The Knowledge Engineering Review 10(2). 1995. P.115-152,

Поступила в редколлегию 01.07.2008

Бондаренко Михаил Федорович, д-р техн. наук, профессор, ректор ХНУРЭ. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 70-21-016.

Левыкин Виктор Макарович, д-р техн. наук, заведующий кафедрой ИУС ХНУРЭ. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 70-21-451.

Чалый Сергей Федорович, д-р техн. наук, профессор кафедры ИУС ХНУРЭ. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 70-21-451.