

Механизм генерации метазнаний о бизнес-процессах, реализуемых в информационном пространстве региона

© 2012 В.П. Ковалевский

доктор экономических наук, профессор

© 2012 О.В. Буреш

доктор экономических наук, профессор

© 2012 М.А. Жук

доктор экономических наук, профессор

Оренбургский государственный университет

E-mail: dntimofeev@mail.ru

Представленный в статье механизм связан с решением актуальных вопросов формирования эффективных стратегий регионального развития на основе кластерного подхода в условиях информационного общества. Предлагаются формализованные структуры, позволяющие генерировать метазнания и оценивать эффект взаимодействия субъектов.

Ключевые слова: интеграция, информационное пространство, регион, кластер, мультиагентный подход, база знаний, метазнания, аккумуляция знаний.

В настоящее время в мировой экономике осуществляется переход от этапа конкуренции стран к этапу конкуренции регионов. Регионы России в современных условиях пытаются с помощью различных подходов не только устоять, но и получить дальнейшее развитие на качественно новом уровне, соответствующем мировому. Очевидно, что основные задачи повышения конкурентоспособности региона заключаются в увеличении возможностей реального сектора экономики. Одним из современных подходов к интенсификации реального сектора экономики региона является идея создания региональных кластеров. По мнению классика кластеризации Майкла Портера¹, в современной экономике традиционное деление экономики на секторы или отрасли утрачивает актуальность. На первое место выходят кластеры, которые охватывают: учебные заведения, организации, регулирующие бизнес в различных областях экономики региона, которые независимо от общей конкуренции создают условия и механизмы партнерства, взаимодополнения совместных бизнес-проектов. По сути, региональный кластер является одной из эффективных форм регионального развития, дающих устойчивый синергетический эффект интенсификации региональной промышленности и бизнеса, и, как следствие, повышения уровня жизни населения.

Истоком образования кластеров выступают эффективные внутрирегиональные интеграционные процессы, позволяющие формировать и развивать устойчивые партнерские отношения между социально-экономическими субъектами. Регион -

это сложная экономическая система, состоящая из отдельных разнотипных подсистем, имеющих между собой разнотипные связи, причем каждая из этих подсистем имеет свои цели и задачи, отличные от целевой функции сложной системы - региона. Однако все элементы указанной сложной системы объединены общей территорией, ресурсами и инфраструктурой, а также характеризуются наличием управления и разветвленной информационной сети, осуществляющей многочисленные связи как внутри элементной базы системы, так и по ее взаимодействию с внешней средой. На уровне региона все большее внимание ученых привлекает интеграция, инициированная "снизу" (самоинтеграция), т.е. с уровня хозяйствующих субъектов². При этом, преобладают "мягкие" формы интеграции, при которых организационная и функциональная структуры субъектов интеграции остаются без изменений, но процессы совместного функционирования порождают синергетические эффекты, благоприятные для регионального развития.

В настоящее время существенное влияние на процессы внутрирегиональной самоинтеграции предприятий оказывает переход к сетевой форме экономических отношений. По мнению одного из ведущих отечественных исследователей сетевых экономических процессов С.И. Паринова, стремительное развитие инфокоммуникационных технологий и расширение глобальной сети Интернет в значительной мере интенсифицирует процессы интеграции экономических субъектов. Это происходит: во-первых, за счет расширения границ возможных взаимодействий и, как след-

ствии, появления новых возможностей для извлечения выгоды от углубления специализации и разделения труда; во-вторых, за счет того, что в виртуальном интернет-пространстве есть возможности радикального снижения транзакционных издержек. С.И. Паринов предлагает концептуальную мультиагентную модель взаимодействия экономических агентов в информационном пространстве³.

С позиции регионального развития переход к сетевым формам взаимодействия имеет последствия двоякого рода. Территориальная независимость и информационная доступность хозяйствующих субъектов автоматически выводят их на межрегиональный рынок, создавая как новые возможности развития, так и дополнительные угрозы конкурентоспособности продукта, производимого региональным бизнес-сообществом. В этой ситуации роль “косвенного регулятора” отводится региональной власти, как представителя интересов социально-экономических субъектов региона. В рамках стратегий и программ регионального развития необходимо стимулировать формирование сетевых образований, состоящих из экономических субъектов региона и осуществляющих сквозные бизнес-процессы в виртуальном экономическом пространстве. Анализ такого рода взаимодействия и оценка синергетического эффекта от сетевой интеграции субъектов позволяют региональным органам управления выявлять возможные тенденции образования кластеров, усиливающих конкурентоспособность региональных предприятий и способствующих повышению качества жизни населения.

В⁴ вводятся два новых понятия: “экономико-информационное пространство региона” и “виртуальная интеграционная площадка”. Экономико-информационное пространство региона определяется как подпространство глобальной информационной инфраструктуры, позволяющее виртуально осуществлять экономическое взаимодействие между региональными субъектами. Виртуальная интеграционная площадка – как распределенная информационная система, реализующая механизмы взаимодействия субъектов в экономико-информационном пространстве и позволяющая оказывать информационную поддержку принятия решений регионального уровня. Предложенная концепция виртуальной интеграционной площадки взаимодействия региональных субъектов представляет собой новый подход к проектированию региональных распределенных информационных систем, интегрированных в глобальную информационную инфраструктуру. Информация и знания, аккумулируемые в когнитивном слое площадки, отражают интен-

сивность сетевых взаимодействий и интеграционные тенденции в регионе.

В⁵ архитектура среды виртуального взаимодействия хозяйствующих субъектов региона разработана на основе мультиагентного подхода и представлена как совокупность агентов, обладающих: комплексом целей, индивидуальными свойствами, правилами поведения, памятью, особенностями принятия решений, алгоритмом изменения правил поведения.

В основу описания поведения агентов положена модель жизненного цикла. Каждый интеллектуальный агент развивается в соответствии с собственной моделью поведения, которая может изменяться в рамках его индивидуального жизненного цикла. Жизненный цикл конкретного агента представлен в виде дискретной системы, при определенных условиях меняющей свои внутренние состояния, и может быть задан в виде графа переходов между стадиями (режимами) его существования. Динамическая модель перехода интеллектуального агента из одного режима функционирования в другой представлена в виде продукционной системы $PS = \langle R, B, I \rangle$, где R – множество режимов функционирования агента; B – множество правил преобразования (база знаний); I – интерпретатор (машина логического вывода). Структура k -го правила p_k , $i = \overline{1, K}$ имеет форму $p_k: if (R_v \wedge \{q_j\}) then (R_m)$, где R_v – текущий режим функционирования агента; $q_j, j = \overline{1, J}$ – множество параметров, контролируемых в данном состоянии; R_m – новый режим функционирования агента.

В рамках классической идеологии мультиагентного моделирования, содержащейся в работах В.Л. Макарова, А.Р. Бахтизина⁶, каждый хозяйствующий субъект может быть представлен как агент, при этом существует общая модель поведения агентов. В контексте модели под агентом понимается некая интеллектуальная информационная подсистема, порожденная посредством развития агентного прототипа, а само экономико-информационное пространство является мультиагентной средой, физически реализованной как распределенная интеллектуальная система регионального уровня. Таким образом, целесообразно ввести двухуровневую модель агента, на верхнем уровне расположены агенты-прототипы, отражающие в виртуальном пространстве основные виды хозяйствующих субъектов региона, A^7 , на нижнем уровне – агенты-экземпляры (непосредственно сами субъекты) A^8 .

В процессе взаимодействия агенты аккумулируют знания в своих базах знаний, за счет

этого происходит процесс адаптации к изменениям среды и эволюция агентов. Каждый агент-прототип имеет базовую архитектуру и структуру базы знаний, агенты-экземпляры могут вступать во взаимодействие друг с другом, но при этом не все агенты-экземпляры могут взаимодействовать, так как являются “информационно невидимыми”. Пусть: S_i, S_j - взаимодействующие субъекты; $R_{S_i S_j}$ - информационное расстояние между S_i, S_j , R^{π} - порог; $A_{S_i}^{\exists}$ и $A_{S_j}^{\exists}$ - их информационные проекции, представленные как агенты-экземпляры соответствующих прототипов $A_{S_i}^{\pi}$ и $A_{S_j}^{\pi}$ (если $A_{S_i}^{\exists}$ и $A_{S_j}^{\exists}$ порождены одним прототипом - $A_{S_i}^{\pi} = A_{S_j}^{\pi}$); $\mathcal{K}_{A_{S_i}^{\pi}}$ и $\mathcal{K}_{A_{S_j}^{\pi}}$ - базы знаний агентов-прототипов $A_{S_i}^{\pi}$ и $A_{S_j}^{\pi}$, базы правил (управляющих инструкций) агентов-экземпляров $A_{S_i}^{\exists}$ и $A_{S_j}^{\exists}$; B_{ij} - бизнес-процесс, инициируемый субъектами S_i и S_j , реализуемый в рамках интеграционной площадки; $Agr(B_{ij}, \mathcal{K}_{A_{S_i}^{\exists}}, \mathcal{K}_{A_{S_j}^{\exists}})$ - процедура агрегирования информации о бизнес-процессе для передачи в когнитивный слой площадки.

Таким образом, предлагаемая мультиагентная архитектура среды взаимодействия субъектов региона приобретает отличную от классического подхода содержательную интерпретацию: модель поведения агентов не задается изначально, а формируется в процессе их взаимодействия за счет пополнения и актуализации баз знаний, цель моделирования - аккумуляция знаний. Каждый агент-прототип является полюсом аккумуляции знаний в когнитивном слое экономико-информационного пространства региона; в свою очередь, аккумулируемые знания могут быть использованы в качестве ресурса развития как отдельных хозяйствующих субъектов, так и всего региона в целом.

Неоднородность региональных экономических и социальных объектов и субъектов обуславливает разработку комплекса методик структуризации знаний, каждая из которых используется в зависимости от типа фрагмента предметной области. Знания по структуре и значениям показателей - это аккумулируемые знания, созданные в ходе бизнес-процессов, инициируемых региональными субъектами (предприятиями). Знания о внутренней среде предприятия в рамках процессного подхода можно рассматривать как знания о бизнес-процессах и всех объек-

тах, которые с ними связаны. Знания о внешней среде можно также привязать к бизнес-процессам, так как объекты внешней среды взаимодействуют с предприятием, а значит, участвуют в его бизнес-процессах.

При рассмотрении предприятия с точки зрения процессного подхода объектом управления является совокупность бизнес-процессов, а субъектом - система управления. Каждый бизнес-процесс может быть декомпозирован на более мелкие бизнес-процессы, которые на некотором уровне представления называются бизнес-функциями. Бизнес-функция - это процесс, выполняемый в рамках одного организационного подразделения (элемента, организационной структуры) и направленный на обеспечение бизнес-процесса в целом. В исследованиях Ю.Ф. Тельнова⁷ процессы аккумуляции знаний рассматриваются как часть бизнес-процессов, протекающих на предприятии. В результате прохождения своего жизненного цикла каждый бизнес-процесс оставляет “информационный след” в корпоративной памяти предприятия; таким образом, происходит накопление опыта, являющегося частью корпоративной базы знаний.

Однако для структуризации знаний о региональных хозяйствующих субъектах более целесообразно использовать не процессный, а объектно-ориентированный подход. Это обусловлено тем, что при использовании последнего структурирование знаний будет основано на формализации понятий в терминах теории множеств с последующей детализацией и расширением модели данных в соответствии с предметной областью. В таком случае объектно-ориентированный подход к описанию предметной области позволит выделить основные объекты предметной области и построить инфологическую модель⁸.

Рассмотрим взаимосвязь объектно-ориентированного подхода с бизнес-процессами предприятия. Основными видами знаний о бизнес-процессах, подлежащими формализации, являются:

- знания о ресурсах и результатах бизнес-процессов;
- знания управляющих документов;
- знания о функционировании процесса.

С применением объектно-ориентированного подхода ресурсы и результаты бизнес-процессов обобщаются как объекты бизнес-процессов. Применение к объектам бизнес-процессов методов объектно-ориентированного структурирования предметной области позволяет достаточно детализированно формализовать знания о ресурсах и результатах бизнес-процессов. Формализация знаний об объектах бизнес-процессов осуществ-

ляется через определение свойств объектов, которые наследуются в соответствии с иерархической подчиненностью объектов. При этом описательная информация может быть записана как совокупность свойств (атрибутов) объектов, которые могут принимать некоторые значения. Множество объектов, участвующих в бизнес-процессах, можно представить следующим образом:

$$A = \{a_i\}; i = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

где a_i - i -й объект, $i = \overline{1, N}$, N - общее количество выделенных объектов.

В соответствии с объектно-ориентированным подходом каждый объект a_i может быть записан набором атрибутов

$$a_i = \langle NamA_i, AtrA_i, ParA_i \rangle, \quad (2)$$

где $NamA_i$ - уникальный идентификатор (имя) объекта a_i ;

$AtrA_i$ - множество атрибутов i -го объекта, которое может быть формализовано как

$$AtrA_i = \{AtrA_{ij}, Zn_{ij}\}, \quad (3)$$

где $AtrA_{ij}$ - идентификатор j -го атрибута i -го объекта,

$j = \overline{1, N_i}$, N_i - количество атрибутов i -го объекта;

Zn_{ij} - значение j -го атрибута i -го объекта.

$ParA_i$ - множество объектов верхнего уровня иерархии родовидовых связей между объектами, связанными с объектом a_i :

$$ParA_i = \{Par_{ij}, TypePar_{ij}\}, \quad (4)$$

где Par_{ij} - объект, являющийся j -м родителем i -го

объекта, $j = \overline{1, M_i}$, M_i - количество объектов верхнего уровня иерархии родовидовых связей между объектами, связанными с объектом a_i ;

$TypePar_{ij}$ - наименование роли j -го родителя i -го объекта.

Далее в теоретико-множественной постановке представим совокупность бизнес-процессов предприятия

$$B_i = \{F_{ij}\}, \quad (5)$$

где F_{ij} - j -я функция i -го бизнес-процесса предприя-

тия, $i = \overline{1, K}$, $j = \overline{1, L_i}$;

K - общее количество бизнес-процессов предприятия;

L_i - количество функций в i -м бизнес-процессе.

В свою очередь каждая функция F_{ij} i -го бизнес-процесса может быть описана соответствующим кортежем атрибутов:

$$F_{ij} = \langle NameF_{ij}, Pred_{ij}, Ind_{ijr} \rangle, \quad (6)$$

где $NameF_{ij}$ - имя j -й функции i -го бизнес-процесса;

$Pred_{ij}$ - функция, доминирующая над функцией F_{ij} ;

Ind_{ijr} - r -й показатель результативности выполнения функции F_{ij} .

Таким образом, связь процессов через объекты можно рассмотреть как связь множества процессов-источников с множеством процессов-приемников через класс объектов. Предложенные способы формализации позволяют производить структуризацию каждого фрагмента предметной области, определяемой внешней и внутренней средой предприятия на основе объектно-ориентированного подхода к описанию предметной области. Кроме этого, в соответствии с объектно-ориентированным подходом успешно описываются структурные взаимосвязи бизнес-процессов (процессный подход), атрибуты и родственные связи объектов, и даже взаимосвязи объектов с процессами.

Для структуризации когнитивного слоя виртуальной интеграционной площадки каждый агент-прототип может быть описан набором объектов (отражающих его индивидуальные характеристики: $A^{\Pi} \rightarrow O\{o_i\}$, o_i - i -й объект,

$i = \overline{1, N}$, N - общее количество выделенных объектов) и набором типовых бизнес-процессов (формирующих его поведенческую модель: $B_i = \{F_{ij}\}$,

где F_{ij} - j -я функция i -го бизнес-процесса агента, $i = \overline{1, K}$, $j = \overline{1, L_i}$, K - общее количество бизнес-процессов агента-прототипа, L_i - количество функций в i -м бизнес-процессе). В соответствии с объектно-ориентированным подходом каждый объект o_i записан набором атрибутов:

$o_i = \langle NamO_i, AtrO_i, ParO_i \rangle$, где $NamO_i$ - уникальный идентификатор (имя) объекта o_i ; $AtrO_i$ - множество атрибутов i -го объекта, которое формализовано как: $AtrO_i = \{AtrO_{ij}, Zn_{ij}\}$, где $AtrO_{ij}$ - идентификатор j -го атрибута i -го объекта, $j = \overline{1, N_i}$, N_i - количество атрибутов i -го объекта; Zn_{ij} - значение j -го атрибута i -го объекта. $ParO_i$ - множество объектов верхнего уровня иерархии родовидовых связей между объектами, связанными с объектом o_i ; $ParA_i = \{Par_{ij}, TypePar_{ij}\}$, где

Par_{ij} - объект, являющийся j -м родителем i -го

объекта, $j = \overline{1, M_i}$, M_i - количество объектов верхнего уровня иерархии родовидовых связей между объектами, связанными с объектом o_i ; $TypePar_{ij}$ - наименование роли j -го родителя i -го объекта. Каждая функция F_{ij} i -го бизнес-процесса может быть описана соответствующим кортежем атрибутов: $F_{ij} = \langle NameF_{ij}, Pred_{ij}, Ind_{ijr} \rangle$, где $NameF_{ij}$ - имя j -й функции i -го бизнес-процесса; $Pred_{ij}$ - функция, доминирующая над функцией F_{ij} ; Ind_{ijr} - r -й показатель результативности выполнения функции F_{ij} . Таким образом, связь в цепочке бизнес-процессов агента рассмотрена через объекты - как связь множества процессов-источников с множеством процессов-приемников через класс объектов.

В процессе виртуального взаимодействия участников бизнес-процесса происходит обмен информацией и латентными знаниями между участниками бизнес-процесса. При этом, согласно концептуальной модели С.И. Парина⁹, возникает возможность автоматического накопления агрегированной информации о поведении участников бизнес-процесса. При условии создания спе-

циальных порождающих структур данная информация может быть интерпретирована как мета-знания о виртуальных бизнес-процессах, так как, по сути, является квинтэссенцией накопленного опыта. В качестве основной компоненты механизма генерации мета-знаний может быть использована модель виртуального взаимодействия бизнес-партнеров, состоящая из цепочки бизнес-процессов и отражающая процессы обмена информацией и аккумуляции знаний (см. рисунок).

В структуру баз знаний агентов вводятся два дополнительных конструктивных элемента - индикаторный накопитель результатов бизнес-процессов и индикаторный накопитель результатов актов взаимодействия бизнес-партнеров. В акте взаимодействия двух субъектов S_i и S_j субъект S_i является инициатором импульса к взаимодействию (источником бизнес-процесса), поэтому все мета-знания о бизнес-процессе во время взаимодействия будут генерироваться в базе знаний агента-прототипа $A_{S_i}^n$, субъект S_j является приемником бизнес-процесса, поэтому в текущей процедуре генерации мета-знаний играет пассивную роль (в различных актах виртуального взаимодействия, возникающих между субъектами S_i и S_j , они могут меняться ролями). $B_{1ij} \dots$

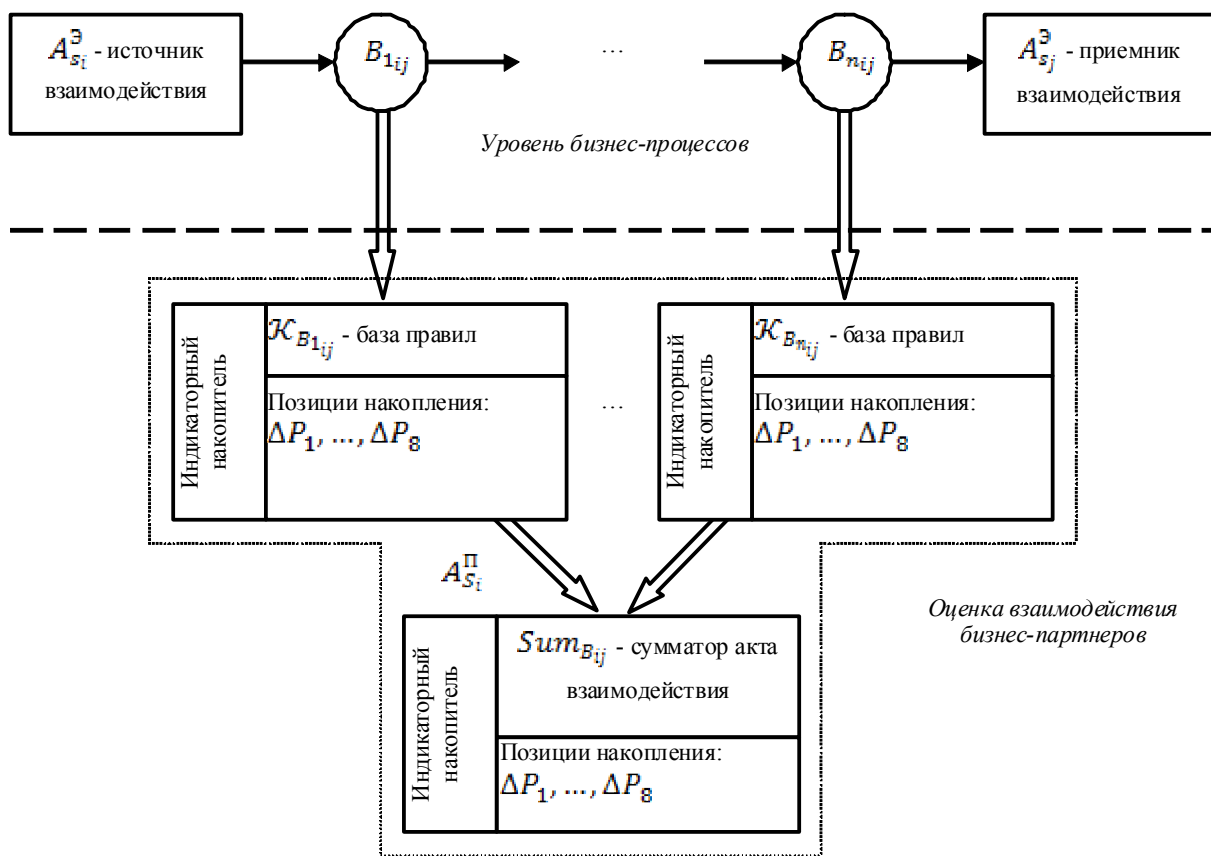


Рис. Модель виртуального взаимодействия бизнес-партнеров

$B_{n_{ij}}$ - цепочка бизнес-процессов, образующих сквозной бизнес-процесс акта взаимодействия, n - общее количество бизнес-процессов, реализуемых во время акта.

Результаты каждого бизнес-процесса хранятся в информационном хранилище предприятия, основным элементом предлагаемого механизма выступает компонента $\mathcal{K}_{B_{m_{ij}}}$ - база правил m -го бизнес-процесса ($m = \overline{1, n}$). Правила представляют собой наборы импликаций вида $r_m(F_1) \wedge \dots \wedge r_m(F_l) \wedge \dots \wedge r_m(F_{I_{B_m}}) \rightarrow p_m(\Delta P_j)$, где I_{B_m} - количество функции m -го бизнес-процесса, $r_m(F_i) \in \{0, 1\}$ - факт успешной реализации i -й функции текущего бизнес-процесса ("успешность" интерпретируется как полная реализация функции, предусмотренной соответствующим поведенческим алгоритмом агента); $p_m(\Delta P_j)$ - оценка влияния бизнес-процесса на приращение j -й компоненты ресурсного потенциала хозяйствующего субъекта¹⁰, определяемая экспертно по шкале:

$$p_m(\Delta P_j) = \begin{cases} -1 - \text{однозначно отрицательное приращение;} \\ -0,5 - \text{возможно отрицательное приращение;} \\ \quad \quad \quad 0 - \text{не влияет;} \\ 0,5 - \text{возможно положительное приращение;} \\ 1 - \text{однозначно положительное приращение.} \end{cases} \quad (7)$$

В рамках реализации механизма для конкретного хозяйствующего субъекта уровень чувствительности предлагаемой шкалы может быть изменен по желанию экспертов. В результате каждый m -й бизнес-процесс в рамках одного акта виртуального взаимодействия субъектов S_i и S_j может быть описан как $B_{m_{ij}} = (p_m(\Delta P_1), p_m(\Delta P_2), \dots, p_m(\Delta P_8))$ - упорядоченное множество оценок приращений. Полученные значения передаются в индикаторный накопитель результатов акта взаимодействия. В качестве основного элемента этого накопителя введен сумматор $Sum_{B_{ij}}$, алгоритм работы которого построен на основе аддитивной свертки по критериям приращений ресурсного потенциала:

$$\begin{aligned} Sum_{1_{B_{ij}}} &= \sum_{m=1}^n \psi_{1_m} p_m(\Delta P_1); \\ &\dots \\ Sum_{8_{B_{ij}}} &= \sum_{m=1}^n \psi_{8_m} p_m(\Delta P_8), \end{aligned} \quad (8)$$

где ψ_{l_m} , $m = \overline{1, n}$; $l = \overline{1, 8}$ - весовые коэффициенты бизнес-процессов в аспекте приращения

компонент ресурсного потенциала. Пусть $Act_{S_i S_j}^T$ - акт бизнес-взаимодействия субъектов S_i и S_j в момент времени T , T_0 - момент времени первого взаимодействия между конкретными субъектами. Разработанный механизм позволяет не только генерировать мета-знания о бизнес-процессах, но и оценивать эффект взаимодействия субъектов $\Omega(Act_{S_i S_j}^{T_0 \rightarrow T}) = (Sum_{1_{B_{ij}}}, \dots, Sum_{8_{B_{ij}}})$ в при- знаковом пространстве приращений ресурсного потенциала предприятия за некоторый период времени от $[T_0, T]$.

В заключение следует отметить, что предлагаемый механизм генерации мета-знаний является лишь частью аппарата аккумуляции знаний о бизнес-процессах, реализуемых в экономико-информационном пространстве региона. Дальнейшее развитие механизма позволяет оценивать устойчивость интеграционных региональных интеграционных цепочек и осуществлять прогноз возможных социально-экономических последствий создания интеграционных бизнес-образований на территории региона.

¹ *Портер М.* Международная конкуренция. М., 1993.

² *Марголит Г.Р.* Механизм экономической интеграции основного звена народного хозяйства. М., 2009.

³ *Паринов С.И., Яковлева Т.Н.* Экономика 21-го века на базе Интернет-технологий. URL: <http://rvles.ieie.nsc.ru/parinov/economy21/html>.

⁴ Аккумуляция знаний в информационном пространстве региона // В.П. Ковалевский [и др.]. М., 2011.

⁵ *Жук М.А.* Методология моделирования виртуальной интеграционной площадки в экономико-информационном пространстве региона: дис. ... д-ра экон. наук. Оренбург, 2011.

⁶ *Макаров В.Л., Бахтизин А.Р.* Новый инструментарий в общественных науках - агент-ориентированные модели: общее описание и конкретные примеры // Экономика и управление. 2009. □ 12 (50). С. 13-25.

⁷ *Тельнов Ю.Ф.* Реинжиниринг бизнес-процессов. М., 2004.

⁸ *Брусакова И.А., Сербин А.А.* Объектно-ориентированный подход в моделях аккумуляции знаний о бизнес-процессах // Сб. науч. тр. науч.-практ. конф. по современным проблемам прикладной информатики. СПб., 2008. С. 11-29.

⁹ *Паринов С.И., Яковлева Т.Н.* Указ. соч.

¹⁰ *Жук М.А.* Оценка синергетического эффекта виртуальных интеграционных цепочек социально-экономических субъектов региона // Вестн. Оренб. гос. ун-та. 2011. □ 8 (127). С. 208-213.

Поступила в редакцию 02.10.2012 г.