

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

А.А. Наумов, канд. техн. наук, доцент,¹
г. Новосибирск

К ЗАДАЧЕ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ КЛАСТЕРАМИ

Инновационные процессы, как правило, реализуются на основе интегрирования научных, технических, технологических новинок (идей), опытно-конструкторской базы, производства и других ресурсов. Причем интегрирование может происходить на разных условиях для интегрируемых процессов, с привлечением ресурсов в разной форме и так далее. В работе предложены и исследованы модели, которые могут быть положены в основу методов управления интеграционными процессами и, как следствие, построения эффективных кластеров. В настоящее время рассматриваемые в работе методы реализуются в соответствующей информационной системе.

Ключевые слова: интеграция, кластеры, бизнес-процессы, эффективность, управление интеграцией, моделирование.

Постановка задачи

Интегрирование может происходить на разных условиях для интегрируемых процессов, с привлечением ресурсов в разной форме и так далее [1, 2]. При решении задач интеграции экономических систем большое значение придается вопросам оценивания эффективности интеграционного процесса [3].

Пусть имеется N произвольных бизнес-процессов $BP_{s,i}(t)$, $i=1, 2, \dots, N$ [4], [5]. Обозначения процессов в таком виде подчеркивают, что они структурированы (объединены в структуру, систему) и в них согласованы потоки так, что каждый из них реализуем с учетом имеющихся ограничений на ресурсы. В свою очередь, внутреннюю структуру произвольного бизнес-процесса $P_{s,i}(t) \in BPI$, $i=1, 2, \dots, N$, определим в виде

$$BP_{s,i}(t) = \langle W_{f,i}(t), R_{f,i}(t), P_{f,i}(t), C_{fin,i}(t), C_{fout,i}(t), \underline{t}_i, \bar{t}_i, t_{0i}, T_i \rangle, i=1, 2, \dots, N, \quad (1)$$

где $W_{f,i}(t)$ – вектор потоков работ $W_{f,i}(t) = (W_{f,i1}(t), \dots, W_{f,iw}(t))^T$; $t \in [t_{0i}, t_{0i} + T_i]$;

$R_{f,i}(t)$ – вектор ресурсов, расходуемых в соответствии с процессом $BP_{s,i}(t)$,

$R_{f,i}(t) = (R_{f,i1}(t), \dots, R_{f,ir}(t))^T$; $t \in [t_{0i}, t_{0i} + T_i]$;

$C_{fin,i}(t)$ – вектор входных (затратных, расходных) финансовых потоков процесса $BP_{s,i}(t)$, $t \in [t_{0i}, t_{0i} + T_i]$;

¹ Наумов Анатолий Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры экономической информатики Новосибирского государственного технического университета; e-mail: a_a_naumov@mail.ru

$C_{f_{out},i}(t)$ – вектор выходных (доходных) финансовых потоков для $BP_{s,i}(t)$, $t \in [t_{0i}, t_{0i} + T_i]$;
 \underline{t}_i – время подачи команды к инициализации процесса $BP_{s,i}(t)$, $t \in [t_{0i}, t_{0i} + T_i]$;
 \bar{t}_i – время инициализации процессом $BP_{s,i}(t)$, следующего за ним процесса или процессов;
 t_{0i} – время начала реализации процесса $BP_{s,i}(t)$, $t \in [t_{0i}, t_{0i} + T_i]$;
 T_i – длительность процесса $BP_{s,i}(t)$, $t \in [t_{0i}, t_{0i} + T_i]$;
 $P_{f,i}(t)$ – вектор произведенных продуктов (изделий, товаров, оказанных услуг и т.д.) процессом $BP_{s,i}(t)$, $t \in [t_{0i}, t_{0i} + T_i]$.

Рассмотрим случай, когда кластер образуется двумя бизнес-процессами. Предположим, что в одном из них (например, без умаления общности, в $BP_{s,1}(t)$) разработано (получено, предложено) некоторое новшество (новация). Однако для проработки и реализации этого новшества требуются ресурсы других бизнес-процессов (из числа $BP_{s,i}(t)$, $i = 2, \dots, N$). В этом случае процесс $BP_{s,1}(t)$ может стать своеобразным «центром притяжения» для других процессов. Совместно эти бизнес-процессы могут (если это окажется выгодно для них) образовать кластер инновационно-интеграционных бизнес-процессов. Такая интеграция будет носить характер инновационно-ориентированной. В основе ее должен лежать общий интерес бизнес-процессов в продвижении новшества на рынок в виде новых товаров, услуг, технологий и т.д. Понятно, что такой кластер должен включать в себя бизнес-процессы множества $\{BP_{s,i}(t)\}$, $i = 1, 2, \dots, N$ в соответствии с принципом минимальной достаточности (необходимой достаточности) и эффективности. Последнее означает, что для осуществления инновационного процесса необходимо задействовать те процессы из множества $\{BP_{s,i}(t)\}$, $i = 1, 2, \dots, N$, которые доставят порождаемому ими инновационному кластеру наибольшую эффективность. Таким образом, среди всего множества допустимых структур, образованных из бизнес-процессов множеств $\{BP_{s,i}(t)\}$, $i = 1, 2, \dots, N$, следует выбрать такую, которой соответствует наибольшая эффективность.

Эффективность кластеров из двух бизнес-процессов

Рассмотрим ситуацию, когда процесс $BP_{s,1}(t)$ (процесс, где разработано новшество) интересен для процесса $BP_{s,2}(t)$. Введем в рассмотрение обозначение $BP_{s,2}(t) \xrightarrow{F} BP_{s,1}(t)$, которое символизирует, что второй процесс вкладывает (передает, выделяет) свой поток F (финансовых, технических, технологических, людских ресурсов) в первый (первому). В более общем случае эта запись может иметь вид $BP_{s,2}(t) \xrightarrow{\Delta BP_2} BP_{s,1}(t)$. Последнее означает, что часть второго процесса (процесс $\Delta BP_2(t)$) отторгается от него и передается первому процессу. Отторжение процесса $\Delta BP_2(t)$ от процесса $BP_{s,2}(t)$ алгоритмически может быть представлено в виде следующей последовательности шагов.

1. На первом этапе процесс $\Delta BP_2(t)$ «вырезается» (высвобождается, исключается, изымается) из $BP_{s,2}(t)$, эта операция соответствует формальной записи $BP_{s,2}(t) -_{BP} \Delta BP_2$.

2. На втором этапе процесс $\Delta BP_2(t)$ следует присоединить (подключить, добавить) к процессу $BP_{s,1}(t)$, формально это можно представить так $BP_{s,1}(t) \vee_{BP} \Delta BP_2$.

3. Наконец, следует согласовать потоки во вновь образовавшихся процессах, т.е. применить к ним операцию согласования потоков: от процесса $BP'_{s,2}(t) = BP_{s,2}(t) -_{BP} \Delta BP_2$ перейти к процессу $BP'_{s,2}(t)$, а от $BP'_{s,1}(t) = BP_{s,1}(t) \vee_{BP} \Delta BP_2$ – к $BP'_{s,1}(t)$.

Получившаяся интеграция (образованная передачей ресурсов ΔBP_2 от одного процесса другому, т.е. формально $-BP_{s,2}(t) \xrightarrow{\Delta BP_2} BP_{s,1}(t)$), может быть обозначена как новый бизнес-процесс $BP'_{s,1}(t) = BP'_{s,1}(t) \vee_{BP} BP'_{s,2}(t)$. На втором этапе интеграции процесс $BP'_{s,1}(t)$ производит расчет с процессом $BP'_{s,2}(t)$ за потребленный (выделенный, переданный) процесс (ресурс) $\Delta BP_2(t)$.

Это означает, что возникает еще одно преобразование интегрируемого бизнес-процесса в соответствии с записью $BP'_{s,1}(t) \xrightarrow{\Delta BP_1} BP'_{s,2}(t)$. Отчуждение процесса $\Delta BP_1(t)$ от $BP'_{s,1}(t)$ и присоединение его к процессу $BP'_{s,2}(t)$ может происходить, например, в соответствии с алгоритмом, рассмотренным выше. Результат второго этапа интеграционного процесса (по аналогии с результатом первого этапа) может быть обозначен следующим образом: $BP'_{s,1}(t) = BP'_{s,1}(t) \vee_{BP} BP'_{s,2}(t)$. Заметим, что бизнес-процесс $BP'_{s,1}(t)$ является результатом двух последовательных интеграционных преобразований.

Для оценивания эффективности построенного из двух бизнес-процессов кластера необходимо для исходных бизнес-процессов $BP_{s,1}(t)$ и $BP_{s,2}(t)$ найти значения показателей $\vec{Q}_{(1)} \equiv \vec{Q}(BP_{s,1}(t))$ и $\vec{Q}_{(2)} \equiv \vec{Q}(BP_{s,2}(t))$. Значения тех же показателей следует найти и для интегрированных бизнес-процессов $BP''_{s,1}(t)$ и $BP''_{s,2}(t)$: $\vec{Q}''_{(1)} \equiv \vec{Q}(BP''_{s,1}(t))$ и $\vec{Q}''_{(2)} \equiv \vec{Q}(BP''_{s,2}(t))$. Объединим значения показателей со значениями оценок рисков для них. Получим пары $\langle \vec{Q}_{(1)}, \vec{R}_{(1)} \rangle$, $\langle \vec{Q}_{(2)}, \vec{R}_{(2)} \rangle$, $\langle \vec{Q}''_{(1)}, \vec{R}''_{(1)} \rangle$ и $\langle \vec{Q}''_{(2)}, \vec{R}''_{(2)} \rangle$. Тогда интеграция представляет интерес для обоих бизнес-процессов кластера, если одновременно выполняются условия $\langle \vec{Q}''_{(1)}, \vec{R}''_{(1)} \rangle >_{E_1} \langle \vec{Q}_{(1)}, \vec{R}_{(1)} \rangle$ и $\langle \vec{Q}''_{(2)}, \vec{R}''_{(2)} \rangle >_{E_1} \langle \vec{Q}_{(2)}, \vec{R}_{(2)} \rangle$.

Заметим, что отношения предпочтений для значений показателей первого и второго бизнес-процессов в общем случае отличаются (различны, не совпадают).

Оптимальные стратегии построения эффективных кластеров

Обобщим рассмотренную выше модель. Кластер из бизнес-процессов может быть построен с помощью трех операторов (и соответствующих им стратегий). Первый из них должен собрать вокруг бизнес-процесса $BP_{s,1}(t)$ те, которые своими ресурсами могут способствовать развитию инновационного процесса (например, в соответствии с их инновационными потенциалами). Обозначим этот оператор как C_{SelI} (Selection, селекция, подбор кандидатов на интеграцию). Назначение этого оператора состоит в том, чтобы на базе элементов множества бизнес-процессов $\{BP_{s,i}(t)\}, i = 1, 2, \dots, N$ сформировать подмножество бизнес-процессов $BP_{I,i} = \{BP_{s,i}(t)\}, i \in \{i_1, i_2, \dots, i_{N_s}\} \subseteq \{1, 2, \dots, N\}$ с требуемыми и достаточными для осуществления инновационного процесса ресурсами. Оператор второго вида должен для этих процессов (из множества $BP_{I,i}, i \in \{i_1, i_2, \dots, i_{N_s}\}$) выбрать элементы (процессы, ресурсы) $\Delta BP_i(t), i = 1, 2, \dots, N$ и связать их технологически, закрепив за бизнес-процессами по месту будущей реализации этих элементов в рамках интеграционного кластера. Обозначим этот оператор как C_{ResI} (Resource, ресурс, выделение и закрепление ресурсов). Наконец, оператор третьего вида должен согласовать потоки в интегрированной структуре. Такой оператор фактически уже был использован в этой работе выше, и результат его применения был обозначен в виде дуги над бизнес-процессом (например, так $BP'_{s,1}(t)$). Если вводить буквенное обозначение для этого оператора, то это может быть, например, такое – C_{CoorI} (Coordination, согласование, увязка характеристик бизнес-процессов). Все вместе (в композиции) эти три оператора порождают результирующий, который может быть представлен в виде: $C_I = C_{CoorI} \circ C_{ResI} \circ C_{SelI}$.

А применительно ко множеству базовых для интеграционного процесса бизнес-процессов $BP_I = \{BP_{s,i}(t)\}, i = 1, 2, \dots, N$ оператор интегрирования бизнес-процессов в кластер может быть записан так: $C_I(BP_I) = C_{CoorI} \circ C_{ResI} \circ C_{SelI}(BP_I)$.

Для конкретизации видов стратегий выделения и согласования ресурсов интеграционных бизнес-процессов введем в рассмотрение бизнес-процессы двух видов:

- 1) $\Delta BP_{ij}^-(t), i = 1,$
- 2) $2, \dots, N, j = 1, 2, \dots, N,$ – это ресурсы (процессы) i -ых бизнес-процессов, выделяемых (передаваемых) j -ым бизнес-процессам;
- 3) $\Delta BP_{ij}^+(t), i = 1, 2, \dots, N, j = 1, 2, \dots, N,$ – это ресурсы (процессы) j -ых бизнес-процессов, выделяемых (передаваемых) i -ым бизнес-процессам.

Сведем элементы $\Delta BP_{ij}^-(t), i = 1, 2, \dots, N, j = 1, 2, \dots, N$, в одно множество (стратегию интегрирования ресурсов кластера):

$$C_{ResI} \equiv \Delta BP_I = \left\{ \begin{matrix} t_{11}, & t_{12}, & \dots, & t_{NN} \\ \Delta BP_{11}^-(t_{11}) & \Delta BP_{12}^-(t_{12}) & \dots, & \Delta BP_{NN}^-(t_{NN}) \end{matrix} \right\}, \quad (2)$$

Здесь использованы следующие обозначения. Моменты времени $t_{11}, t_{12}, \dots, t_{NN}$ – время начала реализации процессов $\Delta BP_{11}^-(t_{11}), \Delta BP_{12}^-(t_{12}), \dots, \Delta BP_{NN}^-(t_{NN})$ соответственно, C_{ResI} – стратегия выделения и закрепления ресурсов бизнес-процессов, входящих (планирующих войти) в кластер, начало реализации которой относится к моменту времени $t_{I1} = \min\{t_{11}, t_{12}, \dots, t_{NN}\}$.

Заметим, что стратегия C_{ResI} может быть представлена в виде объединения стратегий интегрирования ресурсов отдельных бизнес-процессов:

$$C_{ResI} \equiv \Delta BP_I = \bigcup_{i=1}^N C_{ResIi}^- = \bigcup_{i=1}^N \left\{ \begin{matrix} t_{i1}, & t_{i2}, & \dots, & t_{iN} \\ \Delta BP_{i1}^-(t_{i1}) & \Delta BP_{i2}^-(t_{i2}) & \dots, & \Delta BP_{iN}^-(t_{iN}) \end{matrix} \right\}, \quad (3)$$

В этой записи стратегии $C_{ResIi}^-, i = 1, 2, \dots, N$ показывают, какие ресурсы выделены i -ым бизнес-процессом другим бизнес-процессам кластера. Если элементы стратегии C_{ResI} перегруппировать иначе, например, таким образом:

$$C_{ResI} \equiv \Delta BP_I = \bigcup_{i=1}^N C_{ResIi}^+ = \bigcup_{i=1}^N \left\{ \begin{matrix} t_{1i}, & t_{2i}, & \dots, & t_{Ni} \\ \Delta BP_{1i}^-(t_{1i}) & \Delta BP_{2i}^-(t_{2i}) & \dots, & \Delta BP_{Ni}^-(t_{Ni}) \end{matrix} \right\}, \quad (4)$$

то такое разложение будет представлять стратегии передачи ресурсов от всех процессов кластера i -м процессам ($i = 1, 2, \dots, N$). Здесь предполагается, что выполняются равенства $\Delta BP_{ij}^-(t) = \Delta BP_{ji}^+(t), i = 1, 2, \dots, N, j = 1, 2, \dots, N$.

Тогда результатом применения стратегии C_I к множеству $BP_I = \{BP_{s,i}(t)\}, i = 1, 2, \dots, N$ (после применения оператора C_{SelI} к этому множеству получится множество $BP_{I,i}, i \in \{i_1, i_2, \dots, i_{N_s}\}$) будет интегрированный бизнес-процесс (кластер $BP_{s,1}''(t) = BP_{s,i_1}''(t) \vee_{BP} BP_{s,i_2}''(t) \vee_{BP} \dots \vee_{BP} BP_{s,i_{N_s}}''(t) = C_{CoorI}(BP_{s,1}'(t))$ (аналог процесса $BP_{s,1}'(t) = BP_{s,1}''(t) \vee_{BP} BP_{s,2}''(t)$ для случая двух бизнес-процессов).

Тогда можем записать:

$$\begin{aligned} C_{CoorI}(C_{ResI}(BP_{I,i}, i \in \{i_1, i_2, \dots, i_{N_s}\})) &= BP_{s,1}''(t) \text{ или} \\ C_{CoorI} \circ C_{ResI}(BP_{I,i}, i \in \{i_1, i_2, \dots, i_{N_s}\}) &= BP_{s,1}''(t). \end{aligned} \quad (5)$$

Здесь $C_{CoorI} \circ C_{ResI}$ – композиция двух стратегий (соответствующих им операторов), $BP''_{s,I}(t)$ – интегрированный кластер. Обозначим конечное множество реализуемых (возможных, допустимых) стратегий интеграции бизнес-процессов через

$$(C_I)^\Delta = (C_{CoorI} \circ C_{ResI} \circ C_{SelI})^\Delta = \left\{ (C_I \circ C_{ResI} \circ C_{SelI})_1, (C_I \circ C_{ResI} \circ C_{SelI})_2, \dots, (C_I \circ C_{ResI} \circ C_{SelI})_{N_I} \right\}. \quad (6)$$

Тогда множество эффективных стратегий можно определить так:

$$(C_{CoorI} \circ C_{ResI} \circ C_{SelI})^0 = \left\{ (C_{CoorI} \circ C_{ResI} \circ C_{SelI})_i \in \left((C_{CoorI} \circ C_{ResI} \circ C_{SelI})^\Delta \mid \forall_{j \in \{1, 2, \dots, N\}} \left(\bar{Q}_{(j),i}'' \succ_{E_j} \bar{Q}_{(j),i} \right), i \in \{1, 2, \dots, N_I\} \right) \right\} \quad (7)$$

Это же множество может быть определено еще и таким образом:

$$(C_{CoorI} \circ C_{ResI} \circ C_{SelI})^0 = \left\{ (C_{CoorI} \circ C_{ResI} \circ C_{SelI})_i \in (C_{CoorI} \circ C_{ResI} \circ C_{SelI})^\Delta \mid \left\langle \bar{Q}_{(1),i}'', \bar{Q}_{(2),i}'', \dots, \bar{Q}_{(N),i}'' \right\rangle \succ_E \left\langle \bar{Q}_{(1),i}, \bar{Q}_{(2),i}, \dots, \bar{Q}_{(N),i} \right\rangle, i \in \{1, 2, \dots, N_I\} \right\}. \quad (8)$$

Именно на множестве эффективных стратегий интеграции

$$(C_I)^0 = (C_{CoorI} \circ C_{ResI} \circ C_{SelI})^0$$

и следует искать наилучшие (оптимальные) стратегии построения кластеров. Множество оптимальных стратегий можно определить следующим образом:

$$(C_I)^* = \left\{ (C_I)_i^* \in (C_I)^0, i^* \in \{1, 2, \dots, N_I^0\} \mid \forall_{i \in \{1, 2, \dots, N_I^0\}, i \neq i^*} \left\langle \bar{Q}_{(1),i^*}'', \bar{Q}_{(2),i^*}'', \dots, \bar{Q}_{(N),i^*}'' \right\rangle \succ_E \left\langle \bar{Q}_{(1),i}, \bar{Q}_{(2),i}, \dots, \bar{Q}_{(N),i} \right\rangle \right\}. \quad (9)$$

Предложенные модели положены в основу разрабатываемой информационной системы анализа и управления интеграционными процессами.

Пример. Лизинговый кластер

Рассмотрим в качестве примера образование лизингового кластера. Основными внутренними и внешними бизнес-процессами в этом случае будут являться [6]:

1) бизнес-процесс, который заинтересован в приобретении некоторого оборудования в лизинг (лизингополучатель); обозначим его через $BP_{s,1}(t)$;

2) бизнес-процесс, который является посредником между лизингополучателем и поставщиком оборудования и с которым заключаются договора о предоставлении оборудования, и через который осуществляются лизинговые платежи (лизингодатель); обозначим его через $BP_{s,2}(t)$;

3) бизнес-процесс, который отвечает за передачу оборудования лизингополучателю (поставщик) – $BP_{s,3}(t)$.

Прежде всего, необходимо сделать некоторые предположения относительно оборудования, которое будет приобретаться в лизинг процессом $BP_{s,1}(t)$. Этот момент представляется очень важным, поскольку он определяет структуру стратегии интегрирования, а затем и потоки ресурсов в соответствии с этой стратегией и, в конце концов, влияет на ее эффективность. Таким образом, решение задачи об оценивании эффективности лизинговой стратегии в общем виде лишено смысла. Осно-

вой для оценивания эффективности лизингового кластера должно служить сравнение эффективностей бизнес-процесса $BP_{s,1}(t)$ (как есть, *As-Is*) с тем, что может получиться из этого процесса в результате интегрирования его в новый процесс $BP''_{s,1}(t)$ (как будет, *To-Be*). А для этого необходимо определить, как процесс образования нового кластера влияет на изменение характеристик исходного бизнес-процесса. Один из вариантов перехода к лизинговой схеме может быть таким. Будем считать, что оборудование в лизинг приобретается для того, чтобы в рамках нового процесса, построенного на базе $BP_{s,1}(t)$, проводить некоторые операции технологического цикла, которые ранее проводились в рамках внешнего бизнес-процесса (процесса $BP_{s,0}(t)$ в рамках программы аутсорсинга [7], т.е. передачи стороннему подрядчику некоторых бизнес-процессов). Тогда стратегию интегрирования трех бизнес-процессов в рамках лизингового кластера можно представить следующим образом.

Во-первых, разрываются отношения в кластере $BP_{s,l}(t) = BP_{s,1}(t) \vee_{BP} BP_{s,0}(t)$. Теперь бизнес-процесс $BP_{s,0}(t)$ не будет получать заготовки для обработки и оплату за эту обработку, т.е. формально это означает, что этот процесс лишается ресурсов $\Delta BP_{10}^-(t)$, которые передавались от процесса $BP_{s,1}(t)$ процессу $BP_{s,0}(t)$. Кроме этого, прекращает свое существование и процесс $\Delta BP_{01}^-(t)$, который заключался в передаче процессу $BP_{s,1}(t)$ результатов работы процесса $BP_{s,0}(t)$ по аутсорсингу. Переструктурированный бизнес-процесс, полученный из $BP_{s,1}(t)$ в результате разрыва связей, условно можно представить в виде: $BP'_{s,1}(t) = (BP_{s,1}(t) -_{BP} \Delta BP_{10}^-(t)) -_{BP} \Delta BP_{01}^-(t)$.

Во-вторых, необходимо решить вопрос, из каких процессов будет образован новый кластер (в нашем случае – это процессы $BP'_{s,1}(t)$, $BP_{s,2}(t)$ и $BP_{s,3}(t)$). Этот выбор в общем случае происходит с использованием оператора C_{sell} .

В-третьих, на базе сформированного множества претендентов на вхождение в новый кластер решается задача выделения каждым из них ресурсов (включается в работу оператор C_{ResI}). Для этого необходимо расписать процессы: $\Delta BP_{ij}^-(t)$, $i = 1, 2, 3$; $j = 1, 2, 3$. Ненулевыми бизнес-процессами в этом случае будут следующие:

- 1) $\Delta BP_{12}^-(t)$ и $\Delta BP_{21}^-(t)$ – заключение лизингового договора;
- 2) $\Delta BP_{12}^-(t)$ – включает в себя, кроме прочего, оплату лизинговых платежей;
- 3) $\Delta BP_{31}^-(t)$ – передача оборудования в лизинг;
- 4) $\Delta BP_{11}^-(t)$ – подготовка и эксплуатация лизингового оборудования в рамках бизнес-процесса $BP'_{s,1}(t)$;

5) другие выделяемые ресурсы бизнес-процессов (лизингодателя и банка, лизингодателя и поставщика оборудования, поставщика и производителя оборудования) входят в общую структуру движения денежных и материальных ценностей, но непосредственно (напрямую) на формируемый кластер не влияют; потоки ресурсов в этих бизнес-процессах не касаются непосредственно бизнес-процесса $BP'_{s,1}(t)$; правда, следует заметить, что сбои (отклонения от планируемых значений) в этих потоках могут отразиться на эффективности функционирования кластера. Эти возможные сбои необходимо учитывать при оценивании рисков кластера.

В-четвертых, необходимо к бизнес-процессу $BP'_{s,1}(t)$ подключить все рассмотренные выше ресурсные процессы, выстроить из них структуру и согласовать в них потоки. После завершения работы оператора C_{coord} получится кластер из трех бизнес-процессов, среди которых процесс $BP'_{s,1}(t)$ является определяющим. Именно в результате сравнения его эффективности и эффективности бизнес-процесса $BP_{s,1}(t)$ и определится эффективность перехода от кластера, построенного на схеме аутсорсинга, к кластеру, построенному на схеме лизинга. Аналогичным образом можно исследовать на эффективность различные схемы привлечения финансовых средств в бизнес-процессах кластера: выпуск акций, использование векселей и т.д. [8], [9].

Моделирование

Рассмотрим простейшие иллюстративные примеры, демонстрирующие применение методики оценивания эффективности интеграционных процессов для случая, когда один кластер преобразуется в другой. Для определенности пусть кластер, построенный для реализации схемы аутсорсинга, преобразуется в лизинговый кластер так, как это было рассмотрено выше.

Пусть потоки бизнес-процесса со схемой аутсорсинга имеют вид, приведенный в табл. 1.

Таблица 1

Входной и выходной потоки бизнес-процесса $BP_{s,1}(t)$ с аутсорсингом

Периоды, $t_i, i = 0, 1, \dots, m$	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Поток работ аутсорсинга, $W_{f,0}(t)$, ед. работ	10,0	15,0	10,0	20,0	15,0	20,0
Транспортные издержки на аутсорсинг, $C_{fin,0}(t_i)$, ден. ед.	1,0	1,5	1,0	2,0	1,5	2,0
Стоимость единицы работ аутсорсинга, $\pi_{BP,W_0}(t_i)$, ден. ед.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Общие затраты на аутсорсинг, $C_{fin,s,0}(t_i)$, ден. ед.	11,0	16,5	11,0	22,0	16,5	22,0
Входной финансовый поток основных бизнес-процессов в $BP_{s,1}(t)$ (без учета аутсорсинга), $S_B(t_i)$, ден. ед.	89,0	103,5	89,0	58,0	73,5	48,0
Общий входной поток бизнес-процесса $BP_{s,1}(t)$, $S(t_i)$, ден. ед.	100,0	120,0	100,0	80,0	90,0	70,0
Выходной поток бизнес-процесса $BP_{s,1}(t)$, $P(t_i)$, ден. ед.	0,0	150,0	150,0	130,0	150,0	150,0

Пусть заемные средства (общего входного потока бизнес-процесса) возвращаются после 6 временных тактов при $t_i = 6$. Оценим доход по формуле (в ней $m = 5$):

$$Profit_{(l)} = NFV_{(l)} = \sum_{i=0}^m P(t_i)(1+r_0)^{t_m-t_i} - \sum_{i=0}^m S(t_i)(1+r_l)^{t_m-t_i}, \quad (10)$$

при значениях ставок $r_0 = 0,5$ (50%), $r_l = 0,2$ (20%). Получим $NFV_{(l)} = 969,4610$ ден. ед.,

при этом, $SP = \sum_{i=0}^m P(t_i)(1+r_0)^{t_m-t_i}$, $SP = 1,9331e+003$ ден. ед.,

$SS = \sum_{i=0}^m S(t_i)(1+r_l)^{t_m-t_i}$, $SS = 963,6640$ ден. ед. Оценим доходность (финансовый

усилитель) аутсорсингового кластера, включающего в себя бизнес-процессы $BP_{s,1}(t)$ и $BP_{s,0}(t)$, по формуле

$$Profit_{(l)}^{(S \rightarrow P)} = IRR_{NFV_{(l)}} = \left\{ r \left| \sum_{i=0}^m S(t_i)(1+r)^{t_m-t_i} = \sum_{i=0}^m P(t_i)(1+r_0)^{t_m-t_i} \right. \right\} \quad (10)$$

получим $IRR_{NFV_{(l)}} = 0,4687$ (46,87 %). Оценим часть заработанных средств, приходящуюся на 120 ден. ед. входного потока (см. табл. 1, период 1, $S(t_1)$, выделен элемент таблицы), получим $Eff_SI = 465,2993$ ден. ед., или в процентах от $SP - Eff_SI_Pr = 24,0698$ % . Из этих 120 ден. ед. входного потока 16,5 ден. ед. (см. табл. 1, период 1, $C_{fin, \Sigma_0}(t_1)$, элемент выделен) приходится на обслуживание аутсорсинга. Найдем долю этих затрат в заработанных средствах. Получим $Eff_CI_Outs = 76,7744$ ден. ед., или в процентах от $SP - Eff_CI_Outs_Pr = 3,9715$ %, а от значения Eff_SI это составит $Eff_CI_Outs_Pr1 = 16,5000$ %. Заметим, что затраты на аутсорсинг (16,5 ден. ед.) составляют от общих затрат (120 ден. ед.) 13,75 %, а в суммарном выходном потоке – 16,50 %.

Перейдем к решению задачи оценивания эффективности лизинга. Для этого составим новую таблицу, в которую включим потоки лизингового кластера (см. табл. 2).

Предположим, что стоимость оборудования составляет 30 ден. ед. ($L = 30$) (здесь использованы обозначения близкие к принятым в работе [9]), арендная ставка по договору лизинга составляет 10 % ($r_{leas} = 0,1$), срок использования лизингового оборудования составляет 6 временных тактов ($t_i, i = 0, 1, \dots, 5; T_{leas} = 6$). Тогда лизинговые платежи за использование оборудования можно найти по формуле

$$l = L / A_{T_{leas} \cdot \gamma_{leas}},$$

где $A_{T_{leas} \cdot \gamma_{leas}}$ – коэффициент приведения ренты, $A_{T_{leas} \cdot \gamma_{leas}} = \sum_{i=1}^{T_{leas}} \frac{1}{(1+r_{leas})^i}$. Для рас-

считываемого примера найдем: $A_{T_{leas} \cdot \gamma_{leas}} = 4,3553$, $l = L / A_{T_{leas} \cdot \gamma_{leas}} = 6,8882$ ден. ед. (см. строку «Лизинговые платежи, $C_{fin,2}(t_i)$ » в табл. 2).

Пусть, как и в случае использования аутсорсинговой схемы, заемные средства (общего входного потока бизнес-процесса) возвращаются после 6 временных тактов, при $t_i = 6$. Оценим доход по формуле (при $m = 5$):

$$Profit_{(l)} = NFV_{(l)} = \sum_{i=0}^m P(t_i)(1+r_0)^{t_m-t_i} - \sum_{i=0}^m S(t_i)(1+r_l)^{t_m-t_i}, \quad (11)$$

при значениях ставок $r_0 = 0,5$ (50 %), $r_l = 0,2$ (20%). Получим $NFV_{(l)} = 985,1020$ ден. ед. (для аутсорсинговой схемы этот показатель был равен 969,4610 ден. ед.), при

этом $SP = \sum_{i=0}^m P(t_i)(1+r_0)^{t_m-t_i}$, $SP = 1,9331e+003$ ден. ед. (его значение не измени-

лось), $SS = \sum_{i=0}^m S(t_i)(1+r_l)^{t_m-t_i}$, $SS = 948,0230$ ден. ед. (было равно 963,6640 ден. ед.).

Оценим доходность (финансовый усилитель) лизингового кластера, включающего в себя бизнес-процессы $BP_{s,1}(t)$, $BP_{s,2}(t)$, по формуле

$$Profit_{(l)}^{(S \rightarrow P)} = IRR_{NFV_{(l)}} = \left\{ r \left| \sum_{i=0}^m S(t_i)(1+r)^{t_m-t_i} = \sum_{i=0}^m P(t_i)(1+r_0)^{t_m-t_i} \right. \right\} \quad (12)$$

получим $IRR_{NFV_{(l)}} = 0,4729$ (47,29 %). Как видно, значения обоих показателей дохода ($NFV_{(l)}$) и доходности ($IRR_{NFV_{(l)}}$) улучшились.

Таблица 2

Входной и выходной потоки лизингового кластера
(бизнес-процесса $BP''_{s,1}(t)$)

Периоды, $t_i, i = 0, 1, \dots, m;$ $m = 5$	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Поток работ на лизинговом оборудовании, $W_{f,1}(t_i)$, ед. работ	10,0	15,0	10,0	20,0	15,0	20,0
Стоимость единицы работ на лизинговом оборудовании, $\pi_{BP,W_1}(t_i)$, ден. ед.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Лизинговые платежи, $C_{fin,2}(t_i)$, ден. ед.	6,8882	6,8882	6,8882	6,8882	6,8882	6,8882
Общие затраты на лизинг, $C_{fin,\Sigma_1}(t_i)$, ден. ед.	11,8882	14,3882	11,8882	16,8882	14,3882	16,8882
Входной финансовый поток основных бизнес-процессов в $BP''_{s,1}(t)$ (без учета га), $S_B(t_i)$, ден. ед.	89,0	103,5	89,0	58,0	73,5,0	48,0
Общий входной поток бизнес-процесса $BP''_{s,1}(t)$, $S(t_i)$, ден. ед.	100,8882	117,8882	100,8882	74,8882	87,8882	64,8882
Выходной поток бизнес-процесса $BP''_{s,1}(t)$, $P(t_i)$, ден. ед.	0,0	150,0	150,0	130,0	150,0	150,0

Выводы

В работе рассмотрены модели и методики построения эффективных интегрированных структур (кластеров). В основу предлагаемых моделей положены потоковые модели бизнес-процессов. Введены в рассмотрение три оператора интегрирования бизнес-

процессов в кластер: выбора бизнес-процессов, выделения и закрепления ресурсов и согласования характеристик процессов. Рассмотрен пример построения лизингового кластера и приведены результаты сравнительного анализа на эффективность аутсорсингового и лизингового кластеров.

Список использованных источников

1. Плещинский А.С., Титов В.В., Межов И.С. Механизмы вертикальных взаимодействий предприятий (вопросы методологии и моделирования). Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2005. 336 с.
2. Межов И.С., Бочарав С.Н. Организация и развитие корпоративных образований. Интеграция. Анализ взаимодействий. Организационное проектирование. Новосибирск: НГТУ, 2010. 419 с.
3. Дементьев В.Е. Интеграция предприятий и экономическое развитие. М.: ЦЭМИ, 1998.
4. Наумов А.А., Максимов М.А. Управление экономическими системами. Процессный подход. Новосибирск: ОФ-СЕТ, 2008. 300 с.

5. Наумов А.А., Клавсуц И.Л., Лямзин О.Л. Инновации. Теория, модели, методы управления. Новосибирск: ОФ-СЕТ, 2010. 415 с.
6. Шатравин В.А. Эффективность лизинговых операций. М.: Ось-89, 1998. 236 с.
7. Бравар Ж.-Л., Морган Р. Эффективный аутсорсинг. Понимание, планирование и использование успешных аутсорсинговых отношений. М.: Баланс Бизнес Букс, 2007. 288 с.
8. Ли Ч.Ф., Финнерти Дж.И. Финансы корпораций: теория, методы и практика. М.: ИНФРА-М, 2000. 686 с.
9. Щеглов С.В. Разработка схемы взаимодействия и оптимизационной модели при применении механизма лизинга в рамках проектного финансирования // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2007. № 3 (27). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://uecs.mcnp.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=385>.
10. Бирюков А.Н. Байесовский подход к регуляризации нейросетевых моделей кластеризации экономических объектов (на примере модели поддержки принятия решений по налоговому регулированию) // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. 2011. № 6.
11. Боуш Г.Д., Мадгазин Д.И. Новый методологический подход к первичной диагностике бизнес-кластеров на базе качественных и количественных методов // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. 2011. № 3.