

УДК 681.5.015

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

В. П. Авраменко<sup>1</sup>, В. В. Калачева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харьковский национальный университет радиоэлектроники

<sup>2</sup>Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба

Исследовано применение интеллектуальных технологий для поддержки принятия управленческих решений по повышению эффективности бизнес-процессов. Разработаны математические модели и регуляризованные процедуры эффективного управления бизнес-процессами.

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ, БИЗНЕС-ПРОЦЕССЫ, ПРИНЯТИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ.**

### Введение

Важная роль в повышении эффективности бизнес-процессов отводится средствам искусственного интеллекта, которые позволяют повысить качество принимаемых решений в условиях слабой структурированности задачи принятия решений, а также неопределенности цели, условий функционирования и проявления внешней среды.

Источниками слабой структурированности и неопределенности задач повышения эффективности бизнес-процессов являются такие факторы [1–3]: недостаточное количество информации при выборе решения, несогласованность и противоречивость ограничений, дрейф характеристик, отклонение исходных предпосылок от фактических, слабая формализуемость процессов, плохая обусловленность системы, варьирование исходных данных и т. п.

Решения, принимаемые в условиях неопределенности исходных данных, и проявления внешней среды приводят к худшей эффективности бизнес-процессов, чем при полной определенности. В этом случае принимаются квазиоптимальные решения, т. е. не безусловно лучшие решения, а лучшие в некотором смысле, например, в среднем, или близкие к некоторому предпочтительному решению с точки зрения конкретного лица, принимающего решения.

При формализации задачи моделирования и оптимизации бизнес-процессов предпринимаются попытки снизить меру неопределенности путем привлечения дополнительной информации. Фактически осуществляется переход от полной неопределенности к частичной неопределенности, что приводит к множеству допустимых квазиоптимальных решений.

Целью данных научных исследований является анализ состояния и выбор перспективных интеллектуальных технологий (моделей, методов и процедур) для поддержки принятия допустимых предпочтительных квазиоптимальных решений, направленных на повышение эффективности функционирования бизнес-процессов.

### 1. Постановка задачи повышения эффективности бизнес-процессов

Анализ эффективности бизнес-процессов начинается с выяснения вопроса, к какому типу моделей принадлежит описание бизнеса. На сегодняшний день известны три основных способа описания бизнеса: функциональный, процессный и объектный. Функциональное описание является традиционным и широко применяется при иерархическом управлении производством. Им руководствуются уже более ста лет, однако в последнее десятилетие у него появилась конкурентоспособная альтернатива в виде процессного подхода.

Процессный подход считается более эффективным по сравнению с функциональным подходом с точки зрения конкурентоспособности в условиях рыночной экономики. В основу процессного подхода положена идея непрерывного эволюционного и скачкообразного революционного повышения качества всех аспектов деятельности организации. Время объектного описания бизнеса еще не пришло, хотя основы объектного программного обеспечения уже разработаны и успешно применяются.

В реальных ситуациях присутствуют все три составляющие описания бизнеса. Чаще других используется описание в пространстве «функции — процессы». Функции «разрезают» организацию на полосы сверху донизу, а процессы «разрезают» организацию поперек, пересекая границы функциональных подразделений. Преобладание процессного подхода существенно меняет логику организации и механизм повышения эффективности.

При функциональном подходе каждое подразделение пытается оптимизировать уровень собственных технико-экономических показателей, что ведет к конфликту между целями и конфликту принимаемых решений. Применение процессного подхода разрушает барьеры между подразделениями, которые являются одним из главных «врагов» совершенствования бизнеса.

Для повышения эффективности бизнес-процессов предлагаются различные интеллектуальные тех-

нологии, такие как эволюционное и адаптивное моделирование, методы внешнего дополнения и регуляризации процедур решения многокритериальных логически связанных задач. За организацией в целом остается интеллектуализация синергизма бизнес-процессов, состоящая в том, чтобы результаты каждой составляющей процесса способствовали улучшению результатов всех остальных составляющих бизнес-процесса.

## 2. Результаты выполненных исследований

*Интеллектуальные технологии принятия эффективных решений.* Идея любой интеллектуальной технологии поддержки принятия решений заключается в том, чтобы отыскать «наилучшее решение» как альтернативу, обладающую максимальной полезностью, которая окажется действительно наилучшей при реализации конкретного бизнес-процесса.

С точки зрения исследования операций «наилучших альтернатив» может оказаться несколько, если максимум функции полезности достигается в нескольких элементах множества допустимых решений. Выбор конкретной «наилучшей альтернативы» из множества «допустимых лучших» осуществляется лицом, принимающим решение (ЛПР), с привлечением предпочтительных интеллектуальных технологий.

В компетенцию ЛПР входит проведение анализа показателей эффективности бизнес-процессов, принятие надлежащих решений о совершенствовании бизнеса, осуществление всевозможных согласований, выдача руководящих указаний основным исполнителям и личный контроль выполняемой работы. Только ЛПР имеет право/обязанность в форс-мажорных ситуациях немедленно принимать решения / отдавать распоряжения на задействование резервов и оказание помощи исполнителям.

Все крупные бизнес-процессы возглавляет владелец, который наделяется полномочиями по управлению всеми ресурсами и всеми видами активности процесса. Это позволяет сформулировать оперативные, тактические и стратегические цели ведения бизнеса. При формулировании целей бизнеса используются интеллектуальные процедуры бенчмаркинга (постоянного измерения и сравнения отдельных бизнес-процессов с эталонным процессом ведущей организации с целью их непрерывного совершенствования).

Возможности использования интеллектуальных технологий повышения эффективности функционирования бизнес-процессов гораздо шире, чем может показаться на первый взгляд. Дело в том, что всякий бизнес-процесс обладает свойством «фрактальности». Это свойство заключается в том, что

почти любая часть процесса может рассматриваться как процесс. «Фрактальностью» можно воспользоваться для работы с процессами любого масштаба, от вселенских глобальных до индивидуальных.

*Интеллектуальные технологии принятия оптимальных решений.* Задача повышения эффективности функционирования бизнес-систем как совокупности логически связанных бизнес-процессов в общем случае принадлежит к классу задач нелинейного стохастического программирования

$$S^* = \arg \operatorname{extr}_{S \in S_D} E \left\{ \sum_{i=1}^k \lambda_i [Q_i(S) - Q_i^*] / Q_i^* \right\}, \quad (1)$$

где  $S_D$  — область допустимых решений, удовлетворяющая уравнениям материального баланса и последовательности преобразования информации;  $Q_1, Q_2, Q_3$  — показатели качества выполняемых функций;  $\lambda_i$  — весовые коэффициенты критериев, причем  $\sum_i \lambda_i = 1$ ;  $E\{\cdot\}$  — оператор стохастического усреднения.

Задачи моделирования бизнес-процессов часто сводятся к тому, чтобы найти такое значение вектора  $x^* \in \Omega_x \subseteq R^n$ , которое доставляет экстремум (например, максимум) частным критериям  $y_i = \varphi_i(x)$ ,  $i = \overline{1, k}$ , удерживая остальные  $y_j$ ,  $j = \overline{k+1, m}$  на некотором уровне  $B_j$ ,  $j = \overline{k+1, m}$ :

$$Q(x) = \{\varphi_1(x), \dots, \varphi_k(x)\} \rightarrow \max_{x \in R^n}, \quad (2)$$

$$R_j(x) = \varphi_j(x) \geq B_j, \quad j = \overline{k+1, m}, \quad (3)$$

$$a_j(x_j) \leq x_j \leq b_j(x_j), \quad x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n}, \quad (4)$$

$$\varphi_j(x) \geq B_j, \quad \varphi_\ell \leq B_\ell. \quad (5)$$

Задача повышения эффективности бизнес-процессов в условиях неопределенности может быть представлена моделью:

$$Q(x, \gamma_1) = \{\varphi_1(x), \dots, \varphi_k(x); \gamma_1\} \rightarrow \max_{x \in D}, \quad (6)$$

$$D(x, \gamma_2, \gamma_3) = \{x \in R^n \mid R_j = \varphi_j(x, \alpha; \gamma_2) \geq B_j, \\ a_j(x_j, \gamma_3) \leq x_j \leq b_j(x_j, \gamma_3), \quad x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n}\}, \quad (7)$$

где  $\gamma_1$  — компонента, отражающая неопределенность от свертки критериев;  $\gamma_2$  — случайная компонента, отражающая варьирование ограничений;  $\gamma_3$  — детерминированная компонента от изменения исходных данных.

Модель распределения ресурсов (6) — (7) принадлежит к классу задач стохастического программирования, которую при решении желательно

редуцировать совокупностью детерминированных задач линейного и нелинейного программирования при фиксированных значениях случайного вектора  $\gamma = \{\gamma^\ell\}$ , где  $\ell = 1, 2, \dots$ . В результате редукции задачи (6) — (7) получается совокупность детерминированных задач:

$$Q(x, \gamma_1^k) = \{\varphi_1(x), \dots, \varphi_k(x); \gamma_1^k\} \rightarrow \max_{x \in D}, \quad (8)$$

$$D(x; \gamma_2^\ell, \gamma_3^\ell) = \{x \in R^n \mid \varphi_i(x, a, \gamma_2^\ell) \geq B_i, \\ a_j(x^\ell, \gamma_3^\ell) \leq x_j \leq b_j(x^\ell, \gamma_3^\ell), x_j \geq 0, j = \overline{1, n}\}, \quad (9)$$

решения которых образуют совокупность  $\{x^\ell\}$ . Выбор предпочтительного решения из совокупности квазиоптимальных осуществляется с помощью интеллектуальных процедур лицом, принимающим решение.

При варьировании параметров модели в некотором диапазоне задача распределения ресурсов в классе линейного программирования

$$\min_{x \in X} \{c, x\}, Ax \geq b, x \in E_+^n \quad (10)$$

заменяется задачей параметрического программирования, близкой к исходной:

$$\min_{x \in X} \{c_\delta, x\}, A_\delta x \geq b_\delta, x \in E_+^n \quad (11)$$

где  $c_\delta, A_\delta, b_\delta$  — возмущенные значения параметров, близкие к истинным  $c, A, b$  в некоторой метрике, например, в евклидовой:

$$\|c_\delta - c\| < \delta, \|A_\delta - A\| < \delta, \|b_\delta - b\| < \delta \quad (12)$$

(величина погрешности  $\delta$  может быть принята одинаковой для всех параметров, что не влияет на общность получаемых результатов).

Получаемые локально оптимальные эффективные решения оцениваются по всей совокупности локальных критериев, и из этого множества выделяются решения, оптимальные по Парето.

*Регуляризирующие процедуры принятия оптимальных решений.* Большинство задач повышения эффективности бизнес-процессов в лучшем случае являются слабо корректными в силу слабой структурированности. В них отсутствует достоверная информация о непротиворечивости ограничений, характере возмущающих воздействий и погрешностях вычислений.

В качестве регуляризованного решения задачи можно принять нормальное решение  $x_n$ , наименее уклоняющееся от некоторого заданного вектора  $x_0$ , представляющего собой показатели производствен-

ной программы. Чем ближе искомое решение  $x_n$  к показателям производственной программы, тем эффективнее полученное решение. Мету уклонения нового решения от старого можно задать квадратом нормы

$$\Omega[x_n - x_0] = \|x_n - x_0\|_n^2. \quad (13)$$

Предположим, что задан некоторый вектор  $x_0 \in X$ . Искомый вектор  $x_n$  представляет нормальное решение задачи линейного программирования (по отношению к  $x_0$ ), если справедливо соотношение

$$\|x_n - x_0\|_n^2 = \min_{x^* \in X} \|x^* - x_0\|_n^2, \quad (14)$$

где  $x^*$  — любое решение этой задачи.

Из совокупности квазиоптимальных решений с помощью интеллектуальной технологии выделяется нормальное решение, наилучшее в смысле выбранной функции уклонения.

### Заключение

Многокритериальные интеллектуальные технологии повышения эффективности бизнес-процессов принято относить к классу многократно некорректных задач. Их некорректность возникает, во-первых, из-за некорректности задач локальной оптимизации, во-вторых, из-за процедур принятия многокритериальных решений, в основу которых положен принцип неединственности. Множественность эффективных решений бизнес-процессов является скорее достоинством, а не недостатком, поскольку «жесткие» схемы получения единственного решения неадекватны сущности задач многокритериальной оптимизации, а имеющаяся интеллектуальная «свобода» выбора предпочтительного решения из множества эффективных позволяет учесть неопределенность целей и критериев [4–6].

**Список литературы:** 1. Авраменко В. П. Концепции интеллектуализации процедур принятия управленческих решений в условиях неопределенности // АСУ и приборы автоматизации. — Вып. 108. — 1998. — С. 42–58. 2. Авраменко В. П., Калачев И. Д., Калачева В. В. Интеллектуальные процедуры принятия решений в условиях неопределенности // Проблемы бионики. — Вып. 48. — 1998. — С. 124–128. 3. Андерсен Б. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования. — М.: Стандарты и качество, 2004. — 272 с. 4. Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. Н. Интеллектуальные информационные системы. — М.: Финансы и статистика, 2004. — 424 с. 5. Тельнов Ю. Ф. Интеллектуальные информационные системы в экономике. — М.: СИНТЕГ, 1999. — 216 с. 6. Усков А. А., Кузьмин А. В. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика. — М.: Горячая линия-Телеком, 2004. — 143 с.

Поступила в редколлегию 20.03.07