

УДК 519.81

УПРАВЛЕНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ, ПРЕДСТАВЛЕННЫМИ НЕЧЕТКИМИ СИТУАЦИОННЫМИ СЕТЯМИ¹

© 2012 г. Н. К. Жуковская

Таганрогский филиал Российского Нового университета

В статье рассмотрены вопросы управления неопределенными бизнес-процессами. Предложены подходы стратегического и тактического управления на основе анализа модели бизнес-процесса, представленного нечеткой ситуационной сетью

Ключевые слова: нечеткие ситуационные сети; неопределенные бизнес-процессы; стратегическое управление; тактическое управление; самоорганизация модели.

The article deals with the management of uncertain business processes. The approaches of strategic and tactical management based on analysis of business process model represented by a network of fuzzy situational

Key words: *fuzzy situational network; uncertain business processes; strategic management; tactical management; self-organization of the model.*

Введение

Согласно концепции реинжиниринга М. Хаммера, деятельность предприятия представляет собой процесс, который совершает фирма из начального состояния (заказ) в целевое состояние (продукт), минуя ряд промежуточных состояний [4]. Для описания такой деятельности используются как методологии графических описаний бизнес-процессов, так и формальные подходы [2; 5]. В отличие от этих подходов, в [1] предложены механизмы ситуационного моделирования на основе методов построения нечетких ситуационных сетей (НСС) и анализа синтезированных бизнес-процессов. Для неопределенных бизнес-процессов и проектов в лучшем случае удастся описать целевую и исходную составляющие, а для построения промежуточных составляющих необходимо знать механизм преобразования ресурсов в готовое изделие. Реально подобный механизм целесообразнее описать приближенно, используя процедуры нечеткой логики и теории графов. Так, неопределенный бизнес-процесс или проект в некоторый момент времени t можно представить НСС (рис. 1).

Ресурсы, и готовое изделие входят в понятие «задача», которая в каждый момент времени может иметь разное состояние. В исходном описании состояние задачи соответствует состоянию ресурса в виде полуфабриката, а в целевом описании состояние задачи представляет готовый продукт. Соответственно, под ресурсами подразумеваются средства (финансы, кадры, материалы, оборудование), необходимые и достаточные для решения задачи. Использование других составляющих бизнес-процесса (проекта) определяется точностью его описания. В частности под мотивацией персонала имеется в виду текущая мотивация механизма реализации m . При описании управляющих воздействий используется два типа: внешние и внутренние управления.

НСС является моделью всех возможных бизнес-процессов в зависимости от моделируемых исходных данных в виде описаний исходных состояний и имеющихся в наличии управляющих воздействий. Основной задачей анализа НСС является построение возможных путей перехода из начального состояния в целевое состояние [1]. Однако,

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №12-01-00766-а)

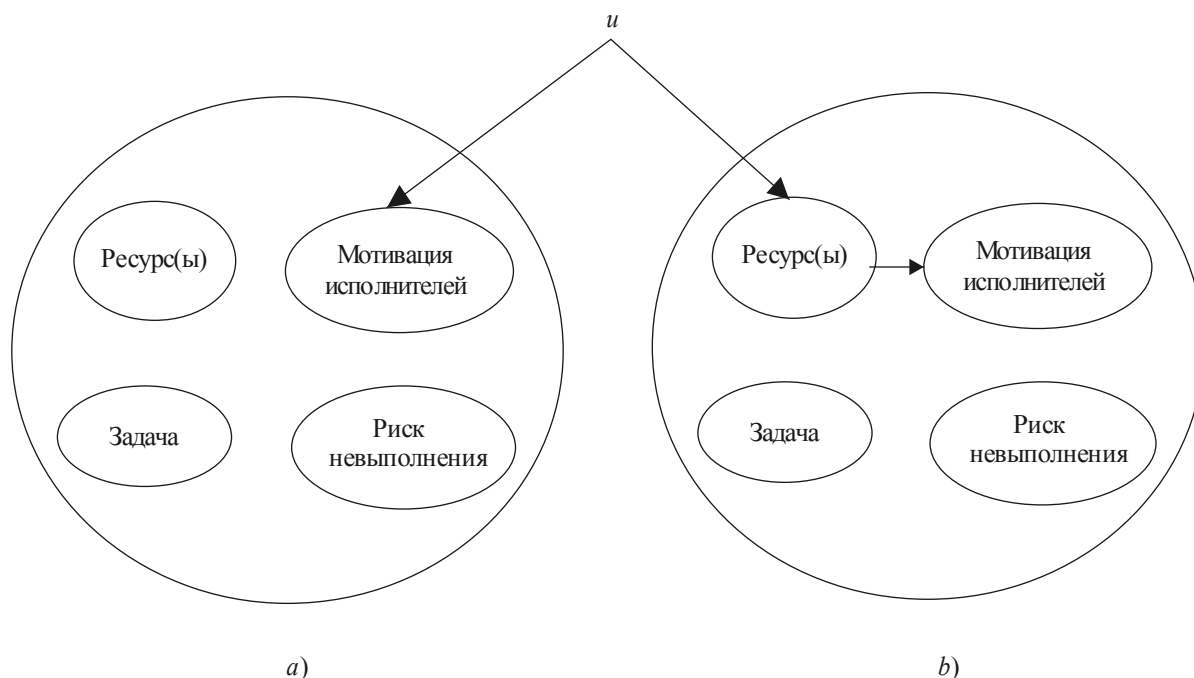


Рис. 1. Текущий неопределенный бизнес-процесс или проект в момент времени t (а — независимые составляющие; б — зависимые составляющие)

кроме этой задачи, при управлении неопределенными бизнес-процессами, необходимо решение задач, связанных с поиском целевых состояний, из некоторого текущего состояния, которое не принадлежит моделируемому оптимальному бизнес-процессу, а также поиском ближайших состояний, принадлежащих оптимальным бизнес-процессам.

1. Стратегия управления бизнес-процессом на основе анализа нечеткой ситуационной сети

При управлении бизнес-процессами важно определить целевые состояния, в которые нужно перевести объект управления из текущего состояния s_i , которое не совпадает состояниями некоторого выделенного оптимального бизнес-процесса НСС. В организационных системах доминирующая роль в определении предпочтений выбора управляющих решений принадлежит менеджеру и зависит не только от знания характеристик текущего состояния, но и от этапов бизнес-процесса.

Пусть $X = \{x_1, \dots, x_l\}$ — перечень бизнес-процессов или совокупность этапов некоторого бизнес-процесса, $Y = \{y_1, \dots, y_n\}$ — множество признаков, описывающих состояния

бизнес-процесса, а $S = \{s_1, \dots, s_m\}$ — множество состояний. Пусть $\xi_\Phi : X \times Y \rightarrow [0, 1]$ — функция принадлежности нечеткого бинарного отношения Φ , причем $\xi_\Phi(x_k, y_j)$ интерпретируется как степень важности признака y_j при реализации этапа x_k . Пусть $\mu_\Gamma : Y \times S \rightarrow [0, 1]$ — функция принадлежности нечеткого бинарного отношения Γ , причем $\mu_\Gamma(y_j, s_i)$ определяет степень принадлежности признака y_j состоянию s_i . Отношения Φ и Γ представим в матричной форме (рис. 2).

Построим матрицу $T = \{(x_k, s_i)\}$, элементы которой в соответствии с [3] определяются функцией принадлежности:

$$t(x_k, s_i) = \frac{\sum_y \xi_\Phi(x_k, y_j) \mu_\Gamma(y_j, s_i)}{\sum_y \xi_\Phi(x_k, y_j)}$$

для всех $x_k \in X, y_j \in Y, s_i \in S$. (1)

Будем интерпретировать $t(x_k, s_i)$ как взвешенную степень предпочтения состояния s_i на этапе бизнес-процесса задачи x_k . Функция принадлежности (1) удовлетворяет, при условии выпуклости ξ и μ , определению выпуклого нечеткого подмножества [3]:

$$t[\lambda(x_1, s_i) + (1 - \lambda)(x_2, s_i)] \in \min[t(x_1, s_i), t(x_2, s_i)]$$

для всех $x_1, x_2 \in X$, всех $s_i \in S$ и всех $\lambda \in [0, 1]$.

	y_1	y_2	$\dots$	y_n		s_1	s_2	$\dots$	s_m
x_1	$\xi_{1,1}$	$\xi_{1,2}$	$\dots$	$\xi_{1,n}$	y_1	$\mu_{1,1}$	$\mu_{1,2}$	$\dots$	$\mu_{1,m}$
x_2	$\xi_{2,1}$	$\xi_{2,2}$	$\dots$	$\xi_{2,n}$	y_2	$\mu_{2,1}$	$\mu_{2,2}$	$\dots$	$\mu_{2,m}$
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
x_l	$\xi_{l,1}$	$\xi_{l,2}$	$\dots$	$\xi_{l,n}$	y_n	$\mu_{n,1}$	$\mu_{n,2}$	$\dots$	$\mu_{n,m}$

Рис. 2. Матрицы отношений Φ и Γ

Так как, все $t(x_k, s_i)$ — выпуклые, то их пересечения также являются выпуклыми функциями. Следовательно, можно построить матрицу W :

$$W = \begin{pmatrix} t(x_1, s_1) \& t(x_1, s_2) \& \dots \& t(x_1, s_m) \\ t(x_2, s_1) \& t(x_2, s_2) \& \dots \& t(x_2, s_m) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t(x_l, s_1) \& t(x_l, s_2) \& \dots \& t(x_l, s_m) \end{pmatrix}$$

Введем порог разделения зон состояний бизнес-процесса в зависимости от этапа его реализации:

$$l = \min_{j,i} \max_x [t(x_k, s_i), t(x_k, s_j)]. \quad (2)$$

Для выбранного порога l зона состояний s_i описывается уровнем множеством: $M_i = \{x/t(x_k) \geq \min_{i,r} \max_x [t(x_k, s_i), t(x_k, s_r)]\}$ для всех $x_k \in M_i$.

Пример. Пусть $X = \{x_1, x_2, \dots, x_7\}$ — множество этапов реализации бизнес-процесса и $Y = \{y_1, y_2, y_3\}$ — множество признаков, описывающих его состояния, причем $y_1 = \{T_1^1, T_2^1, T_3^1\}$, $y_2 = \{T_1^2, T_2^2\}$, $y_3 = \{T_1^3, T_2^3\}$.

Матрица нечеткого бинарного отношения Φ имеет вид, представленный на рис. 3.

В данной матрице элементы каждой строки выражают относительные степени важности признаков для каждого этапа реализации бизнес-процесса. Например, для этапа x_1 наи-

более важны признаки T_1^1, T_1^2, T_2^3 .

Матрица нечеткого бинарного отношения Γ представлена на рис. 4.

Применяя (1), получим матрицу T :

	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5
x_1	0.59	0.58	0.4	0.38	0.45
x_2	0.42	0.38	0.32	0.37	0.26
x_3	0.55	0.5	0.36	0.43	0.43
x_4	0.47	0.41	0.38	0.49	0.4
x_5	0.45	0.48	0.4	0.48	0.53
x_6	0.58	0.63	0.4	0.37	0.61
x_7	0.62	0.74	0.46	0.31	0.65

Преобразуем матрицу T в матрицу W .

Выделяя максимальные элементы в каждом столбце в соответствии с (2), получим следующую последовательность: (0.62, 0.46, 0.47, 0.62, 0.46, 0.46, 0.48, 0.48, 0.65, 0.4). В этой последовательности значение 0.4 является минимальным. В матрице T найдем наибольшее возможное значение, которое было бы меньше 0.4. В результате имеем $l = 0.38$. Используя это значение в качестве порога различия зон состояний, получим:

$$M_1 = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7\},$$

	T_1^1	T_2^1	T_3^1	T_1^2	T_2^2	T_1^3	T_2^3
x_1	0.8	0.3	0	0.6	0.3	0.4	0
x_2	0.8	0.3	0	0.4	0.7	0.2	0
x_3	0.6	0.4	0.1	0.4	0.7	0.2	0.6
x_4	0.3	0.6	0.2	0.2	0.8	0.3	0.7
x_5	0.1	0.8	0.4	0.3	0.9	0.3	0.8
x_6	0.3	0.6	0.2	0.6	0.3	0.1	0.9
x_7	0.2	0.8	0.1	0.9	0.1	0	1

Рис. 3. Матрица нечеткого бинарного отношения Φ

	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5
T_1^1	0.7	0.4	0.1	0.2	0.1
T_2^1	0.3	0.9	0.7	0.4	0.2
T_3^1	0.1	0	0.2	0.7	1
T_1^2	0.8	1	0.8	0.2	0.8
T_2^2	0.4	0.1	0.3	0.7	0.3
T_1^3	0.1	0.4	0.7	0.9	0.1
T_2^3	0.8	0.6	0.1	0.3	1

Рис. 4. Матрица нечеткого бинарного отношения Γ

	0.58	0.4	0.38	0.45	0.4	0.38	0.45	0.38	0.4	0.38
	0.38	0.32	0.37	0.26	0.32	0.37	0.26	0.32	0.26	0.26
	0.5	0.36	0.43	0.43	0.36	0.43	0.43	0.36	0.36	0.43
$W =$	0.41	0.38	0.47	0.4	0.38	0.41	0.4	0.38	0.38	0.4
	0.45	0.4	0.45	0.45	0.4	0.48	0.48	0.4	0.4	0.48
	0.58	0.4	0.37	0.58	0.4	0.37	0.61	0.37	0.4	0.37
	0.62	0.46	0.31	0.62	0.41	0.31	0.65	0.31	0.41	0.31

$$M_2 = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7\},$$

$$M_3 = \{x_1, x_4, x_5, x_6, x_7\},$$

$$M_4 = \{x_1, x_3, x_4, x_5\},$$

$$M_5 = \{x_1, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7\}.$$

Данные зоны показывают, какие состояния следует рассматривать в качестве целевых состояний на каждом этапе реализации бизнес-процесса. Так, на каждом из этапов следует предпочитать состояние s_1 и s_2 , а состояние s_4 только на этапах x_1, x_3, x_4, x_5 .

2. Тактика управления бизнес-процессом

Описанный выше подход к формированию целевых состояний объекта управления можно использовать и для выбора состояний в которые возможен переход под влиянием управляющего решения из некоторого текущего состояния s_i . Пусть $S_1 = \{s_1, s_2, \dots, s_i\}$ — совокупность текущих состояний, $R = \{R_1, R_2, \dots, R_j\}$ — множество управляющих решений и $S_2 = \{s_{i+1}, s_{i+2}, \dots, s_m\}$ — множество состояний в которые возможен переход из S_1 под воздействием управления R . Зададим функцию принадлежности $\varphi : S_1 \times R \rightarrow [0, 1]$ не-

четкого отношения Φ , причем $\varphi(s_i, R_i)$ будем интерпретировать как степень предпочтения применения управляющего решения $R_i \in R$ в состоянии $s_i \in S_1$. Пусть $\chi : R \times S_2 \rightarrow [0, 1]$ — функция принадлежности нечеткого бинарного отношения H , и $\chi(R_i, s_{i+1})$ определяет степень возможности перехода в состояние $s_{i+1} \in S_2$ под влиянием управляющего решения R_i . Как и ранее отношения Φ и H можно представить в матричной форме. Построим матрицу $G = \{g(s_i, s_{i+1})\}$, элементы которой заданы функцией принадлежности вида

$$g(s_i, s_{i+1}) = \frac{\sum_R \varphi(s_i, s_{i+1}) \chi(R_t, s_{i+l})}{\sum_R \varphi(s_i, R_t)}$$

для любых $s_i \in S_1$, $R_i \in R$, $s_{i+1} \in S_2$. При этом, $g(s_i, s_{i+1})$ интерпретируется как взвешенная степень перехода из состояния s_i в состояние s_{i+1} . Построим матрицу V :

$$V = \begin{pmatrix} g(s_1, s_{i+1}) \& & g(s_1, s_{i+2}) \& \dots \& & g(s_1, s_{i+m}) \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \\ g(s_i, s_{i+1}) \& & g(s_i, s_{i+2}) \& \dots \& & g(s_i, s_{i+m}) \end{pmatrix}$$

Как и в предыдущем случае введем порог разделения зон состояний в зависимости от текущего состояния s_i : $l_1 < \min_{i+l,t} \max_s \min[g(s_i, s_{i+l}) g(s_i, s_{i+k})]$.

Для выбранного порога l_1 зона состояний s_{i+l} будет описываться уровневым множеством: $P_{i+l} = \{s_1 / g(s_i) \geq \min_{i+l,t} \max_s \min[g(s_i, s_{i+l}) g(s_i, s_{i+k})]\}$ для всех $s_i \in P_{i+l}$.

Пример. Пусть $S_1 = \{s_1, s_2, s_3, s_4\}$ — множество текущих состояний и $R = \{R_1, R_2, R_3\}$ — множество управляющих решений, под воздействием которых возможен переход из S_1 в $S_2 = \{s_5, s_6, s_7, s_8, s_9\}$. Отношение Φ имеет вид:

		R_1	R_2	R_3
$\Phi =$	s_1	0.8	0.4	0.1
	s_2	0.7	0.2	0
	s_3	0	0.6	0.4
	s_4	0	0	1

Пусть матрица отношения H имеет вид:

		s_5	s_6	s_7	s_8	s_9
$H =$	R_1	0.9	0.1	0.7	0	0
	R_2	0	0.3	0.1	0.9	0
	R_3	0.6	0	0	0	1

$$V = \begin{pmatrix} 0.15 & 0.5 & 0.3 & 0 & 0.15 & 0.15 & 0 & 0.3 & 0 & 0 \\ 0.14 & 0.56 & 0.2 & 0 & 0.14 & 0.14 & 0 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0.18 & 0.06 & 0.24 & 0.24 & 0.06 & 0.18 & 0.18 & 0.06 & 0.06 & 0.4 \\ 0 & 0 & 0 & 0.6 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

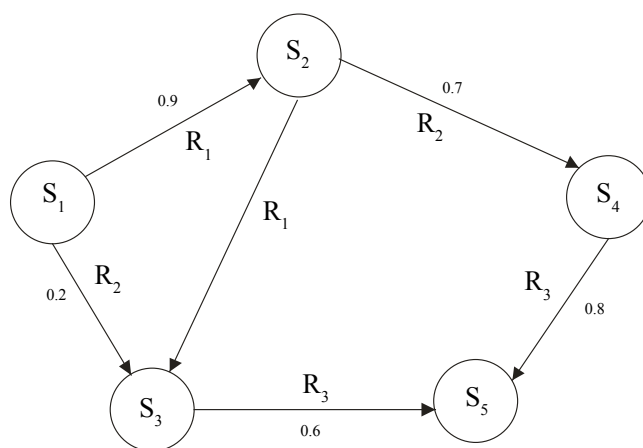


Рис. 5. Фрагмент нечеткой ситуационной сети

В соответствии с (3) сформируем матрицу G :

		s_5	s_6	s_7	s_8	s_9
$G =$	s_1	0.6	0.15	0.5	0.3	0
	s_2	0.9	0.14	0.56	0.2	0
	s_3	0.24	0.18	0.06	0.54	0.4
	s_4	0.6	0	0	0	1

Преобразуем матрицу G в матрицу V :

Выбираем в каждом столбце максимальные элементы. В результате получим: 0.18, 0.56, 0.3, 0.6, 0.15, 0.18, 0.18, 0.3, 0.06, 0.4. Из данных величин 0.06 является минимальным значением. Следовательно, $l_1 = 0$. Используя данное значение в качестве порога различия, получим:

$$P_5 = \{s_1, s_2, s_3, s_4\},$$

$$P_6 = \{s_1, s_2, s_3\},$$

$$P_7 = \{s_1, s_2, s_3\},$$

$$P_8 = \{s_1, s_2, s_3\},$$

$$P_9 = \{s_3, s_4\}.$$

На основе сформированных зон состояний можно построить фрагмент НСС (рис. 5), который определяет переходы из текущего состояния в состояние, являющееся тактически целевым.

Переход в данное состояние осуществ-

ляется в тех случаях, когда не существует управляющих решений, позволяющих непосредственно достичь стратегических целевых состояний, соответствующих некоторому этапу реализации бизнес-процесса. Вместе с тем, описанный подход позволяет разметить дуги НСС степенями предпочтений перехода из текущих состояний в тактически целевые состояния.

Заключение

Алгоритмы выбора управляющих решений, на основе НСС, позволяют осуществлять управление неопределенными бизнес-процессами, оперативно корректируя ранее созданную модель. В этом смысле рассмотренный подход является основой самоорганизации первоначально синтезированной модели бизнес-процесса в виде НСС, что позволяет организовать целенаправленный поиск управляющих решений в базах знаний, представленных НСС, при изменении внешней среды, либо внутренних условий организационной системы.

Литература

1. Астанин С. В., Жуковская Н. К. Управление бизнес-процессами на основе их моделирования нечеткими ситуационными сетями. // Управление большими системами. Выпуск 37. — М.: ИПУ РАН, 2012. — С. 145–163.
2. Бурков В. Н., Заложнев А. Ю., Новиков Д. А. Теория графов в управлении организационными системами. — М.: Синтез, 2001. — 124 с.
3. Леунг Й. Разделение на торговые зоны в нечетких условиях. / В кн.: Нечеткие множества и теория возможностей. / Под ред. Р. Ягера. — М.: Радио и связь, 1986. — С. 339–349.
4. Хаммер М., Чампи Д. Реинжиниринг корпорации. Манифест революции в бизнесе. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2011. — 288 с.
5. Basu A., Blanning R. Metagraphs and Their Applications. — NY.: Springer, 2007. — 173 p.

Поступила в редакцию

15 июля 2012 г.



Наталья Константиновна Жуковская — кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и технологий Таганрогского филиала Российского Нового университета, заместитель директора филиала.

Natalia Konstantinovna Zhukovskaja — Ph.D., Candidate of Technics, docent at The Information Systems and Technologies department of The Russian New University's Taganrog branch; deputy director of the branch.

347900, Ростовская обл., г. Таганрог, ул. Александровская, д. 47
47 Aleksandrovskaya st., 347900, Taganrog, Rostov reg., Russia
Тел.: +7 (8634) 31-19-79; e-mail: nasha-0207@yandex.ru