

8. *Седун, А.М.* Управление процессом обучения на сетевом курсе / А.М. Седун, С.Я. Жукович, А.Э. Януш // Менеджмент и маркетинг: опыт и проблемы: сб. науч. тр. — Минск, 2008.
9. *Седун, А.М.* Метод управления процессом обучения на сетевом курсе / А.М. Седун, С.Я. Жукович // Формирование финансового механизма инновационного менеджмента: материалы VIII междунар. науч.-практ. конф., Минск, 22–23 мая 2008 г. — Минск, 2008.
10. *Крайг, Г.* Психология развития / Г. Крайг, Д. Бокум. — 9-е изд. — СПб.: Питер, 2005.
11. *Хлебников, В.А.* Теория и методы оценки эффективности систем обучения коллективного пользования: автореф. дис. ... докт. физ.-мат. наук: 05.13.01 / В.А. Хлебников. — М., 2006.

Т.А. ТКАЛИЧ

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ УСЛУГАМИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Современный конкурентный рынок требует от предприятий способности оперативно адаптироваться к постоянно изменяющимся условиям бизнеса. Это обуславливает появление новых гибких к изменениям сервисно-ориентированных технологий ИТ-управления — сервисная архитектура (Service oriented architecture, SOA) информационных систем (ИС), стратегия организации службы информационных технологий (ИТ-службы) и управления ИТ-сервисами ITSM (IT Service Management), управление уровнями обслуживания SLA (Service Level Agreement) и др.

ИТ-сервисы — услуги (сервисы), которые предоставляет ИТ-служба и ресурсы ИС, отвечающие бизнес-потребностям предприятия. Сервисная ориентация определяет взаимодействие ИТ-службы и подразделений предприятия на основе предоставления услуг в сфере ИТ, соответствующих требованиям бизнеса и пользователей. Услуги описываются и характеризуются согласно требованиям и потребностям подразделений, бизнес-процессов и пользователей.

Сложное взаимодействие ИТ-службы и подразделений предприятия можно рассматривать как управление функционированием активной системы. Теория активных систем (ТАС) используется для поиска оптимального управления и является разделом теории управления социально-экономическими системами, изучающим свойства механизмов их функционирования, обусловленные проявлениями активности участников системы [1].

В ТАС приняты следующие понятия:

- активная система (АС) обладает свойством активности и свободного выбора состояния, включает активные элементы и управляющие центры, активно взаимодействующие;
- активный элемент (АЭ) — базовый элемент системы, обладающий свойством формировать свою стратегию;
- управляющий центр (УЦ) — элемент АС, обладающий свойствами формировать свою стратегию и воздействовать на состояние АЭ;
- главный управляющий центр (Метацентр), формирующий стратегию АС.

Задачи управления АС — стимулирование и управление требованиями участников, анализ поведения, возможных и допустимых реакций на воздействия. Задачи ИТ-управления в рамках ТАС — согласование уровня требований к предоставлению ИТ-услуг, аудит-требований качества этих услуг и к вводу новых ИТ-услуг.

Предпочтения АЭ задаются функциями полезности, целевыми функциями или отношениями предпочтения.

Задача УЦ заключается в выборе такого допустимого управления, которое максимизирует его эффективность, удовлетворяет запросы АЭ и не превосходит резерва требований УЦ:

$$\begin{cases} G(\eta) = H_i(\eta, u_i) - C(u_i, \eta) \rightarrow \max, \\ G(\eta) > \sum_i H_i(\eta, u_i), \\ \sum_i H_i(\eta, u_i) \rightarrow \max, \end{cases} \quad (1)$$

где $u_i \in U$ — текущее состояние i -го АЭ, $\eta \in U$ — управляющие воздействия УЦ, от которых зависит состояние АЭ в момент t , $t \in [1, T]$; $H(\eta, u_i)$ — функционал эффективности i -го АЭ; $G(\eta)$ — функционал эффективности УЦ; $C(u_i, \eta)$ — затраты УЦ.

Участниками модели управления бизнес-требованиями к услугам информационных технологий (ИТ-услуги) являются АЭ — пользователи и подразделения предприятия, УЦ — ИТ-служба предприятия и Метацентр как служба административного управления. УЦ распределяет ресурс ИС между подразделениями (АЭ) с затратами c , контролирует потребность ресурсов, минимизирует и не допускает перерасхода ресурсов. Предполагается, что суммарная потребность АЭ в ИТ-услугах не превышает имеющийся в распоряжении УЦ ресурс.

Алгоритм формирования целевой функции участника АС:

Подходы к формированию целевых функций представлены нами [2] на основании регрессионных моделей. Примеры некоторых сформированных зависимостей для задачи оптимизации бизнес-требований пользователей (АЭ) к техническому документообороту приведены в табл. 1.

Таблица 1. Примеры целевых функций, задающих бизнес-требования АЭ (или УЦ) к техническому документообороту

Бизнес-требование АЭ	Целевая функция
Уровень требований по времени согласования и утверждения КД	$U_1(x_1) = 0,25EXP(0,1825x_1)$
Уровень требований по унификации КД	$U_2(x_2) = 0,4EXP(0,1145x_2)$
Требования по качеству КД — снижение доли рекламаций	$U_3(x_3) = 0,278EXP(0,161x_3)$
Удовлетворенность по связи с ИТ-службой и службами Заказчика	$U_4(x_4) = 0,379EXP(0,21x_4)$
Требования к службам рассылки, обмена сообщениями, организации коллективной работы	$U_5(x_5) = 0,026EXP(0,5x_5)$
Поддержка регулируемого пользовательского интерфейса	$U_6(x_6) = 0,37EXP(0,0838x_6)$
Поддержка управляющих функций коллективной работы и средств ведения проектов	$U_7(x_7) = 00,237EXP(0,517x_7)$
Интеграция КД с внешними приложениями для просмотра, редактирования и печати документов разных типов	$U_8(x_8) = 0,367EXP(0,2329x_8)$

Из табл. 1 видно, что целевая функция представляет ценность некоторого требования и определена на интервале $[0, 1]$. Требования нормированы в некоторых диапазонах, пример которых приведен в графе 3 табл. 2.

УЦ имеет такой же набор целевых функций, отражающий его бизнес-требования к техническому документообороту, но эти целевые функции имеют уже другие параметры (рис. 1).

Целевые функции АЭ и УЦ взаимонезависимы, поэтому функционалы эффективности АЭ и УЦ задаются мультипликативной сверткой. Для ее формирования использован метод Р. Кини и Х. Райфа [3], который модифицирован нами в виде поэтапного построения многомерной функции полезности путем разбиения независимых предпочтений или целевых функций на группы от 1 до

10. Ранее [3, 269–271] рассчитаны шкалирующие коэффициенты для построения многомерных функций полезности, имеющих до 10 предпочтений.

Алгоритм построения многомерной функции полезности:

1. Бизнес-требования (целевые функции) разбиваются на группы не более 10 (табл. 1), внутри они ранжируются по значимости.

2. Для базового критерия (наивысшего ранга) назначается шкалирующий коэффициент (по Р. Кини $k = e/4 = 0,6795$). В табл. 2 в качестве базового принят критерий № 2 “Уровень требований по унификации КД”.

3. Рассчитываются коэффициенты равноценного эквивалента функций полезности относительно базовой для всех функций полезности и определяются шкалирующие коэффициенты остальных критериев [3, 269–271]. Сумма их в табл. 2 составляет 2,3744.

4. При всех известных k_i определяется генеральный шкалирующий коэффициент и по формуле (2) — мультипликативная функция полезности:

$$1 + kU(x) = \prod_{i=1}^n [1 + k \cdot k_i \cdot u_i(x_i)], \quad (2)$$

где $u \in [0,1]$, $u_i \in [0,1]$, $i \in [1,n]$, $k = const$, $k \neq 0$, $k > -1$, n — количество функций полезности, построенных с помощью шкалы 0–1.

Таблица 2. Расчет значения шкалирующих коэффициентов для функции полезности АЭ на примере требований к техническому документообороту

Критерий	Значимость	Диапазон	Равноценный эквивалент	Относит. значения коэффициентов	Коэффициент пересчета
U_1 — уровень требований пользователя по времени согласования и утверждения КД	4	0–10	$3x_1 \cong 2x_2$	$k_1 = 0,4k_2$	0,271
U_2 — уровень требований по унификации КД	1	0–5	—	k_2	0,679
U_3 — требования к качеству КД — снижение доли рекламаций	5	0–10	$6x_3 \cong 1,7x_2$	$k_3 = 0,2k_2$	0,136
U_4 — удовлетворенность связи с ИТ-службой и службами Заказчика	6	0–5	$8x_4 \cong 3x_2$	$k_4 = 0,6k_2$	0,4074
U_5 — требования к службам рассылки, обмена сообщениями, организации коллективной работы	7	0–8	$5x_5 \cong 2,6x_2$	$k_5 = 0,3k_2$	0,204
U_6 — поддержка регулируемого пользовательского интерфейса	2	0–7	$7x_6 \cong 2x_2$	$k_6 = 0,6k_2$	0,4074
U_7 — поддержка управляющих функций коллективной работы и средств ведения проектов	8	0–15	$8x_7 \cong 2x_2$	$k_7 = 0,2k_2$	0,136
U_8 — уровень требований к возможности работы с КД в электронном виде	3	0–3	$3x_8 \cong 1,6x_2$	$k_8 = 0,4k_2$	0,271

В табл. 2, графе 3 приведен диапазон изменения показателя x_i для всех U_i , $\in [0, 1]$, равноценный эквивалент (графа 4) представляет собой коэффициент приведения требования U_1 к базовому требованию U_2 и определяется экспертно; относительные значения шкалирующих коэффициентов (графа 5) находятся по методу замещений для пар критериев по методу Р. Кини и Х. Райфа [3, 272]. Полученные мультипликативные функции полезности могут создать группу до 10 функций и образовать новую мультипликативную свертку.

При построении графика зависимости $U(x)$ оказалось, что она аппроксимируется полиномиальной функцией $U(x) = 0,0017x^2 + 0,0199x + 0,429$ с уровнем достоверности $R^2 = 0,999$ (рис. 1).

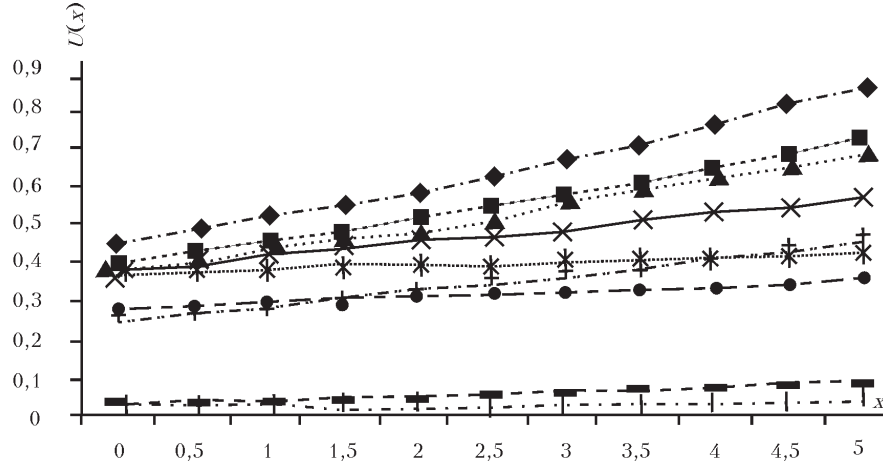


Рис. 1. Обобщенная мультипликативная функция полезности для данных табл. 1, 2.:
 ◆— $U_1(x_1)$; ···· $U_2(x_2)$; ▲— $U_3(x_3)$; ×— $U_4(x_4)$; *— $U_5(x_5)$; ···· $U_6(x_6)$; -+— $U_7(x_8)$; ■— $U_8(x_8)$; -|— $U_7(x_7)$

Аналогично получают мультипликативную функцию полезности УЦ. Установленные зависимости будут использованы для решения задачи по формуле (1) согласования целевых функций АЭ и УЦ.

Построение мультипликативной функции полезности также реализовано в программном комплексе, приведенном на рис. 2, 3.



Рис. 2. Окно редактирования функций полезности участников АС

Проблема управления согласованием ИТ-услуг, предоставляемых УЦ, и требований пользователей состоит в разработке механизмов управления бизнес-требованиями к ИТ-услугам в части:

- согласования предпочтений АЭ и УЦ, которое не изменяет функцию полезности АЭ, но определяет пороговый уровень требований к ИТ-услугам;
- управления изменением предпочтений АЭ Центром, осуществляемого путем изменения функции полезности АЭ.

Постановка задачи управления бизнес-требованиями к ИТ-услугам:

Пусть в системе имеется M подразделений, представляющих собой АЭ $_i$ -элементы АС ($i \in \overline{1, M}$) и потребляющих ресурсы одной и той же ИС.

Обозначим:

$y_i \in Y$ — требование i -го АЭ, в котором задействован ИТ-ресурс;

c_i — затраты ИТ-ресурса на производственную деятельность i -го АЭ;

θ_i — прибыль выпускаемой продукции;

$r_{ij} \in \overline{1, R}$ — потребность j -го ИТ-ресурса в деятельности i -го АЭ;

k_{ij} — добавленная ценность ИТ-услуги по j -й целевой функции i -го АЭ;

$n \in N$ — количество требований и целей i -го АЭ, N — максимальное количество требований во всей ИС;

$j \in n$ — целевые функции i -го АЭ;

D_i — затраты i -го АЭ на корректировку своей деятельности;

S_i — затраты УЦ на корректировку деятельности i -го АЭ;

$p_j(u_i)$, $p_j(G(u_i))$, $p_j(P(u_i))$ — вероятности корректировок и уступок соответственно для i -го АЭ, УЦ и Метacentра на требования i -го АЭ.

Алгоритм взаимодействия АЭ и УЦ для одной целевой функции:

Типовая результативная деятельность автоматизированного АЭ описывается производственной функцией $x = \frac{1}{P} = y^B$ [2]. В этом случае для типового

АЭ затраты ИТ-ресурсов будут постоянными и равны $\frac{1}{2r_i}$.

Коэффициент 2 принадлежит к интервалу $[\overline{2, 7}]$, аналогично оценке степени неопределенности в теории игр определяет степень неизвестности действий АЭ со стороны УЦ или Метacentра [4, 216].

Капиталовложения определяются y_i^B , тогда $c_i(y_i) = \frac{1}{2r_i} y_i^B$.

Цель каждого АЭ состоит в обеспечении выполнения планов в объеме r_i с минимальными затратами.

УЦ решает две задачи — управляет пороговым уровнем требований АЭ или корректирует функцию полезности АЭ.

В первом случае управления пороговым уровнем требований АЭ задача УЦ состоит в принуждении АЭ формировать корректировки целевых функций согласно ограничениям УЦ, которые указывают, что для АЭ план деятельности $y_i \in Y$ выходит за пределы предоставляемого ресурса $r_i \in \overline{1, R}$ и требуется внутреннее перераспределение ресурса.

В этом случае АЭ генерирует собственную оптимальную корректировочную функцию $y_i^* = \theta_i r_i$. Тогда согласно (1) задача корректировки действий i -го АЭ и согласования интересов i -го АЭ и УЦ имеет вид

$$\left\{ \begin{array}{l} G(y_i) = -\frac{1}{2} \sum_{j=1}^n \theta_i^2 r_{ij} \rightarrow \max, \\ u_i(y_i) = \theta_i y_i (1 + k_{ij}) - \frac{1}{2} p(u_i) \sum_{j=1}^n \theta_i^2 r_{ij} \geq 0 \rightarrow \max, \\ \left| \frac{1}{2} p(u_i) \sum_{j=1}^n \theta_i^2 r_{ij} - D_i \right| \rightarrow \min, \\ \sum_{j=1}^n r_{ij} \leq R, \end{array} \right. \quad (3)$$

где $u_i(y_t) = \theta_i y_t (1 + k_{ij}) - \frac{1}{2} p(u_i) \sum_{j=1}^n \theta_i^2 r_{ij}$ — целевая функция i -го АЭ, в которой отражены добавленная ценность ИТ-услуги и вероятные уступки АЭ по корректировке бизнес-требований.

Формула показывает, что существует возможность корректировки параметров целевой функции i -го АЭ. Выбор компромиссного решения для корректировки параметров функции полезности рассмотрен нами ранее в виде задачи целевого программирования [5].

Алгоритм взаимодействия одного АЭ и УЦ для многих целевых функций:

В задачах исследования результативности ИС постоянно отмечается проблема трудности оценки результативности и дефицитности ИТ-ресурсов.

Введем следующие понятия:

- *трудность оценки результативности* ИТ-ресурса рассматривается как характеристика неопределенности в потребности ресурса, которая учитывает свойства ресурса и требования, предъявляемые к нему АЭ и УЦ;
- *степень дефицитности ИТ-ресурса* рассчитывается как отношение $q = 1/(1 - \text{трудность оценки})$.

Задача учета свойств оценок при изучении социально-экономических систем рассматривалась в работе [6] и применялась для исследования экономических систем.

Пусть существуют и определены способы измерения потребности и значимости ИТ-услуги и ИТ-ресурса по результату целевой функции АЭ, тогда:

- $\mu_{ij} \in [0, 1]$ — имеющиеся возможности реализации j -й ИТ-услуги, где 0 и 1 — предельные уровни существенности ресурса для достижения цели;
- k_{ij} — выдвигаемые целевые требования к j -му ИТ-ресурсу, $0 \leq k_j \leq 1$, определяемые целевыми функциями АЭ;
- d_{ij} — трудность получения результата, определяемая как мера несоответствия между измерением j -го ИТ-ресурса (уровень SLA, резерв УЦ и т.д.) и требованием, которое предъявляет к нему АЭ;
- q_{ij} — дефицит j -го ИТ-ресурса.

Задача согласования действий АЭ и УЦ по целевым функциям представлена формулой

$$\left\{ \begin{array}{l} G(y_i) = -\frac{1}{2} \sum_{j=1}^n (p_j(G(u_i)) \theta_i^2 r_{ij}) \rightarrow \max, \\ u_i y_t = \sum_{j=1}^n \theta_i y_t (1 + k_{ij}) - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n (p_j(u_i) \theta_i^2 r_{ij}) \geq 0 \rightarrow \max, \\ \left| \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n (p_{ij}(u_i) \theta_i^2 r_{ij}) - S_i \right| \rightarrow \min, \\ \sum_{j=1}^n r_i \leq R. \end{array} \right. \quad (4)$$

Очевидно, чем выше вероятность достижения частных целей, тем больше вероятность выполнения требований к результату, но достижение цели выполняется только в рамках резерва УЦ.

Для определения вероятностей уступок по целям АЭ и УЦ нами использован метод оценки трудности получения результата [6]. Адаптированная формула трудности реализации требований к j -му ИТ-ресурсу имеет вид

$$d_{ij}(k_{ij}, \mu_{ij}) = \frac{k_{ij}(1 - \mu_{ij})}{\mu_{ij}(1 - k_{ij})}. \quad (5)$$

Из формулы видно, что трудность d_{ij} максимальна, когда максимальны требования по целевой функции, и минимальна μ_{ij} , а также трудность максимальна при предельно низком требовании к целевой функции.

Дефицитность ИТ-ресурса определяет вероятную необходимость уступок со стороны УЦ и Метацентра. Вероятная необходимость уступок со стороны АЭ в зависимости от трудности реализации требований АЭ определена нами по формуле

$$p(u_i) = 1 - e^{-\prod_{j=1}^n d_{ij}}. \quad (6)$$

Функция ограничена сверху, верхняя граница при $\min p(u_i) = 1$ и определяет точку полного дефицита, нижняя граница $\min p(u_i) = 0$ — точку удовлетворения запросов:

$$\left\{ \begin{array}{l} G(y_i) = -\frac{1}{2} \sum_{j=1}^n (1 - \prod_{j=1}^n (1 - q_{ij}) \theta_i^2 r_{ij}) \rightarrow \max, \\ u_i(y_t) = \sum_{j=1}^n \theta_i y_t (1 + k_{ij}) - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n ((1 - e^{-\prod_{j=1}^n d_{ij}}) \theta_i^2 r_{ij}) \geq 0 \rightarrow \max, \\ \left| \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n ((1 - e^{-\prod_{j=1}^n d_{ij}}) \theta_i^2 r_{ij}) - S_i \right| \rightarrow \min, \\ \sum_{j=1}^n r_i \leq R. \end{array} \right. \quad (7)$$

Полученная формула позволяет скорректировать все требования АЭ к уровню ИТ-услуг, также уточнить и сделать допустимые уступки со стороны УЦ, исследовать их по целевым функциям и дефицитности ресурса.

Постановки задач (3), (4) и (7) реализованы в программном комплексе, для которого интерфейс согласования целевых функций АЭ и УЦ приведен на рис. 3.



Рис. 3. Окно оценки согласованности функций полезности АЭ и УЦ

На рис. 3 обобщенная мультипликативная функция полезности АЭ обозначена U_1 и U_2 и ее максимум находится левее функции полезности УЦ, функции имеют определенный диапазон совпадения. Функция полезности АЭ может

быть согласована и адаптирована к требованиям УЦ, для этого необходима корректировка исходных требований и соответствующих им функций полезности АЭ, схема корректировки приведена на рис. 2 и рассматривалась ранее [5].

Таким образом, методика управления эффективным функционированием бизнес-требованиями к уровню ИТ-услуг позволяет оценивать уровень зрелости ИТ-управления и управлять целевыми бизнес-требованиями. Программная реализация методики опробована при разработке “Инструкции по формированию бизнес-требований к информационным технологиям”, корпоративных стандартов оценки рисков ИТ и аудита ИТ в Центре банковских технологий Национального банка Республики Беларусь.

Практической ценностью разработанных моделей является возможность их использования для разработки ТЭО ИТ-проектов на крупном предприятии. Разработанные модели и программный комплекс применены для анализа сценариев принятия управленческих решений в НИР “Исследование и разработка типовой ведомственной информационно-коммуникационной инфраструктуры для реализации функций автоматизации деятельности структурных подразделений НАН Беларуси (в части разработки Концепции комплексной автоматизации НАН Беларуси)” ГКПНИ “Инфотех” (№ ГР 20073791, 2007).

Литература

1. *Бурков, В.Н.* Применение игрового имитационного моделирования для оценки эффективности экономических механизмов / В.Н. Бурков и [др.]. — М.: ИПУ РАН, 2003.
2. *Ткалич, Т.А.* Оценка уровня информатизации белорусских организаций / Т.А. Ткалич // *Вестн. Беларус. дзярж. экан. ун-та.* — 2008. — № 1.
3. *Кини, Р.Л.* Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Р.Л. Кини, Х. Райфа. — М.: Радио и связь, 1981.
4. *Чертовский, В.Д.* Управление предприятием / В.Д. Чертовский. — Минск: Университетское, 1996.
5. *Ткалич, Т.А.* Методология оценки эффективности корпоративных информационных систем / Т.А. Ткалич // *Вестн. Беларус. дзярж. экан. ун-та.* — 2003. — № 5.
6. *Каплинский, А.И.* Моделирование и алгоритмизация слабоформализованных задач выбора наилучших вариантов системы / А.И. Каплинский, И.Б. Руссман, В.М. Умывакин. — Воронеж: Изд-во ВГУ, 1990.

И.Н. КУРОПАТЕНКОВА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТАРИФОВ НА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ПЕНСИОННОЕ СТРАХОВАНИЕ

Происходящие в Республике Беларусь рыночные преобразования предопределили необходимость реформирования сложившейся в советский период системы распределительных отношений, в том числе и пенсионного обеспечения.

Ирина Николаевна КУРОПАТЕНКОВА, зав. сектором развития системы страхования и социальной помощи НИИ труда Министерства труда и социальной защиты.