

мер, коллективный или индивидуальный вид принятия решений; минимальный объем требуемой информации; минимальный объем факторов, которые следует учитывать при принятии решения. Действительно, судья принимает решение на основе анализа конкретной ситуации, а законодатель видит ситуацию шире, рассматривает более сложный комплекс общественных отношений, и ему требуется значительно больше исходной информации, которая для ее успешной обработки обобщается. В случае ускорения изменений общественных отношений правовые институты, использующие юридический прецедент в качестве источника права, могут оказаться более предпочтительными (при условии высокой квалификации судей) по причине последовательности принимаемых судами решений и адаптации принятых ранее принципов к изменяющимся обстоятельствам.

Таким образом, совокупность факторов, связанных с информационным обеспечением (например, недостаток информационного обеспечения, выбор неадекватного к данному уровню информационной неопределенности механизма регулирования рекламной деятельности, неподходящие принципы принятия решений в условиях неопределенности информации) снижает эффективность управляющих воздействий. На практике нередко можно наблюдать следующие закономерности – сочетание блестящей критики государственной политики, механизма регулирования рекламной деятельности и тривиальных предложений по совершенствованию ситуации либо совмещение разумных, на первый взгляд, предложений и низкой эффективности предлагаемых действий. Особый интерес, на взгляд авторов, представляет именно второе явление, которое свидетельствует о переоценке или недооценке определенных факторов влияния на ситуацию на рекламном рынке и очень часто связано именно с недостатком информации, способной уменьшить неопределенность результатов принимаемых решений.

Литература

1. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. М, 1981
2. Зеньков В.С., Тихоленко Т.И. Регулирование рекламной деятельности // Вестн. Белорус. госуниверситета. экон. ун-та. 1999 № 3.

Т.А. ТКАЛИЧ

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

В сфере автоматизации и интенсификации деятельности любого предприятия часто возникают процессы, требующие принятия решений в условиях нечетко заданных целей, ограничений и выбираемых альтернатив.

В частности, оценка эффективности функционирования информационных технологий (ИТ) предлагает следующие методы [1].

1). Оценка материального и качественного преимущества и риска, связанного с построением новой информационной системы;

2). Оценка индекса эффективности ИТ (совокупности показателей эффективности ИТ):

- встроенность в бизнес (доля бюджета ИТ в средних доходах организации до 30 %);
- рыночная ценность технологии (до 15 %);
- прибыль организации за последние 5 лет использования ИТ (до 10 %);

- стоимость персонала ИТ и расход на обучение персонала (до 10 %);

- удовлетворенность потребителя (до 15 %).

Как видно, методики предполагают сопоставление качественных и количественных показателей, которые могут быть заданы нечетко. Однако каждый из показателей имеет свой набор параметров, которые также могут быть нечетко заданы и не поддаются формализации, например, опыт проектировщиков, конъюнктура рынка и т.д.

В работе предлагается применить алгоритм нечетких множеств для оценки показателей эффективности информационных систем и оценки рисков, а также сопоставить полученные результаты с традиционным выбором.

Применение алгоритма нечетких множеств. Каждый из показателей эффективности информационных технологий может быть представлен в виде нечеткого множества. Набор элементов может быть различным, в данном случае он определен показателями, представленными в табл. 1. Значения элементов множества могут быть заданы экспертно или рассчитаны.

Таблица 1. Множества, задающие показатели эффективности информационных технологий

Множество	Обозначение
Доходы, <i>A</i>	1. Срок окупаемости вложений 2. Коэффициент эффективности затрат 3. Годовой экономический эффект 4. Годовой прирост прибыли
Вложения, <i>B</i>	1. Единовременные – на создание АСУ 2. Текущие – на поддержание и развитие системы
Качество, <i>C</i>	1. Уровень сервисного обслуживания 2. Достоверность информации
Научно-технический уровень, <i>D</i>	1. Количество решаемых задач 2. Количество подсистем 3. Доступ пользователя 4. Загрузка сети 5. Скорость прохождения информации 6. Модульность 7. Масштабируемость
Надежность, <i>E</i>	1. Простота в эксплуатации 2. Достоверность информации
Рыночная ценность, <i>F</i>	1. Общие затраты 2. Соответствие научным и техническим критериям качества 3. Удовлетворенность потребителя 4. Годовой экономический эффект 5. Соответствие научным и техническим критериям надежности
Удовлетворенность потребителя, <i>G</i>	1. Полезность для пользователя 2. Качество 3. Надежность 4. Доступ пользователя

В соответствии с табл. 1 имеем набор нечетких множеств

$$A_i = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}; B_i = \{b_1, b_2\}; C_i = \{c_1, c_2\}; D_i = \{d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6, d_7\}; \quad (1)$$

$$E_i = \{e_1, e_2\}; F_i = \{f_1, f_2, f_3, f_4, f_5\}; G_i = \{g_1, g_2, g_3, g_4\} \quad (i \in \{1, N\}),$$

которые представляют собой N оценок показателей эффективности информационной технологии.

Каждое из перечисленных нечетких множеств определяется функцией принадлежности, например, для множества A – это $\mu_A(a)$, и энтропией, характеризующей меру неупорядоченности множества. Функция принадлежности определена на интервале, границами которого являются пессимистические и оптимистические экспертные оценки по следующей оценочной шкале:

0 – несравнимый элемент по значимости;

0,1 – безразличность в значимости;

0,3 – слабая значимость элемента;

0,5 – существенная значимость;

0,7 – очевидная значимость;

0,9 – абсолютная значимость;

0,2; 0,4; 0,6; 0,8 – промежуточные оценки между соседними оценками.

Энтрония определяется как оценка неупорядоченности множества A по всем элементам для выбранных решений, например, A_1 относительно A_2 :

$$\delta(A_1, A_2) = d(A_1, A_2) / A, \quad (2)$$

где $d(A_1, A_2) = \sum_{j=1}^A |\mu_{A_1}(a_j) - \mu_{A_2}(a_j)|$; A – число элементов множества A .

В работе [2] предлагается метод оценки абсолютной меры нечеткости множества (например, A):

$$dd = 1 - \frac{1}{A} \sum_{j=1}^A |2\mu_A(a_j) - 1|. \quad (3)$$

Мера нечеткости изменяется от 0 при $\mu_A(a) = 1$ (абсолютно четкое подмножество) до 1 при $\mu_A(a) = 1/2$ (максимальная степень неопределенности, нечеткости). Мера нечеткости (3) может служить критерием отбора экспертных оценок (пессимистической оценкой).

Рассматриваемые множества, согласно табл. 1, находятся в следующих соотношениях:

$$E \in G; C \in G; G \in F; D \cap G = d_3 = g_4; \quad A \cap F = f_4 = a_3; C \cap E = c_2 = e_2; v(D, F) = \&(\mu_D(d) \rightarrow \mu_F(f_2)) = t, \quad (4)$$

где $v(D, F)$ – нечеткое включение множества D в множество F задается порогом t [1].

Границы множеств определяются из условий:

$$\mu_{C \cap E} = \min(\mu_C, \mu_E); \quad \mu_{A \cap F} = \min(\mu_A, \mu_F); \quad \mu_{D \cap G} = \min(\mu_D, \mu_G); \quad (5)$$

$$\mu_C(g_3) = \mu_E(e); \quad \mu_C(g_2) = \mu_C(c); \quad \mu_F(f_3) = \mu_G(g).$$

С учетом (5) совокупный индекс эффективности имеет следующий вид:

$$Z = A \cup F; \quad \mu_A(a_3) = \min(a_3, f_4); \quad v(D, F) = \&(\mu_D(d) \rightarrow \mu_F(f_2)) = t, \quad (6)$$

ему соответствует функция принадлежности, определенная в табл. 2. Полагаем, что отобранные элементы множества $Z = \{a_1, a_2, a_3, a_4, f_1, f_2, f_3, f_4\}$ полностью соответствуют условию (4).

Разработанная методика была использована при проведении оценки эффективности АСУ МТЗ, необходимость которой была обусловлена тем, что в настоящее время на предприятии ведутся работы по переоснащению производства и совершенствованию существующей АСУ. Это потребовало применения альтернативных методов оценки эффективности для получения более точных результатов. Набор показателей, отобранных для проведения эксперимента, приведен в табл. 2.

Таблица 2. Показатели оценки эффективности для проведения эксперимента

Множество	Базовый показатель	Альтернативный показатель	Экспертная оценка			
			Оптимальная	T_1	T_2	T_3 ; T_4
a_1 – срок окупаемости вложений	1,1 лет	2,1 лет				
a_2 – коэффициент эффективности затрат	0,906	0,906				
a_3 – годовой экономический эффект	до 854 481,725 млн р.	до 954 481,725 млн р.				
a_4 – годовой прирост прибыли	до 1 023 997,883 млн р.	до 1 023 997,883 млн р.				
d_1 – количество решаемых задач	40	45				
d_2 – количество подсистем	7	6				
d_3 – доступ пользователя	0,46	0,75				
d_4 – загрузка сети	0,93	0,83				
d_5 – скорость прохождения информации	100 Мбит/с	120 Мбит/с				

Множество	Базовый показатель	Альтернативный показатель	Экспертная оценка			
			Оптимальная	T_1	T_2	T_3 T_4
d_k – модульность	Есть	Есть				
d_r – масштабируемость	Есть	Есть				
f_1 – затраты	до 1 230 258,628 млн р.	до 1 230 258,628 млн р.				
f_2 – соответствие научным и техническим критериям качества	Соответствует	Соответствует				
f_3 – удовлетворенность пользователя	Высокая	Высокая				
f_4 – годовой экономический эффект	854 481,725 млн р.	954 481,725 млн р.				
f_5 – соответствие научным и техническим критериям надежности	Соответствует	Соответствует				

Допустим, отобраны два варианта экспертных оценок эффективности новой технологии: $Z_1 = \{A_1, B_1, C_1, D_1, E_1, F_1, G_1\}$; $Z_2 = \{A_2, B_2, C_2, D_2, E_2, F_2, G_2\}$, и по отобранным показателям проводится сравнение технологий T_1, T_2, T_3, T_4 .

Множества экспертных оценок Z , согласно [1], могут быть ранжированы по мере нечеткости dd_z , в этом случае экспертное решение Z_1 является самым пессимистическим, а решение Z_2 – самым оптимистическим.

Таблица 3. Адекватные показатели эффективности функционирования технологий T_1, T_2, T_3, T_4

Оценка	a_1	a_2	a_3	a_4	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	$\mu_p(d)$	dd
Z_1	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,1	0,6
Z_2	0,5	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,9
T_1	0,1	0,4	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,08
T_2	0,2	0,3	0,05	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,2	0,14
T_3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,1	0,1	0,5	0,3	0,3	0,5	0,64
T_4	0,5	0,5	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,5	0,76

Отбор технологических решений можно проводить

- по контуру компетенции. В этом случае по формуле (3) рассчитываются абсолютные значения меры нечеткости для множеств T_1, T_2, T_3, T_4 и сравниваются с экспертными решениями. Из табл. 2 следует, что показатели T_1, T_2 не соответствуют экспертным оценкам и отбраковываются, отобранные показатели проранжированы по убыванию значения меры нечеткости:

$$dd(T_4) = 0,76; \quad dd(T_3) = 0,64; \quad (7)$$

- на основании оператора отбора. Множества T_1, T_2, T_3, T_4 отбираются по сравнению с экспертными решениями по мере нечеткости, критерий пессимизма записывается в следующем виде:

$$\bar{T}_i = \begin{cases} Z_{opt} - T_i \\ Z_{opt} - Z_{песс} \end{cases}$$

и по нему осуществляется ранжирование отобранных решений, что полностью соответствует (7).

Оценка риска при принятии решений в условиях неопределенности. В экономике меру нечеткости можно интерпретировать как степень риска при прогнозировании результата. Автором предлагается следующая схема оценивания риска эффективности функционирования информационной технологии.

Пусть ψ – относительная мера возможного отказа в эффективности технологии; ϑ – относительная мера ущерба для предприятия (дополнительные и непредвиденные затраты, возможные потери); Ω – область принятия решений; Z – вычисленные экспертные решения для определенного уровня риска по конкретной технологии.

Для выбора управляющего воздействия анализируются 3 ситуации:

наличие больших значений индекса ψ (относительной меры отказа в эффективности) при любых значениях индекса ϑ (масштаба потерь);
 наличие аномально больших наблюдаемых значений индекса ϑ (меры потерь) при любых значениях индекса ψ (отказ в эффективности);
 попадание вычисленных оценок относительного риска R в ту или иную область принятия решений (ω_i).

Индекс оценки эффективности информационных технологий определяется формулой (6). Риск оценивается сравнением входной ситуации на нечеткое включение с некоторым набором эталонных нечетких ситуаций, которым соответствуют выходные варианты $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5, \omega_6$.

Ситуацию оценки риска можно представить нечетким графом, приведенным на рисунке, зоны риска подразделяются на допустимую, критическую и зону катастроф.

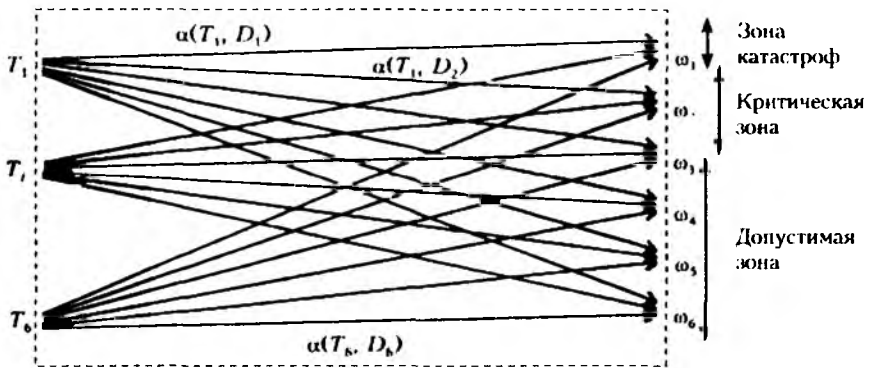


Рис. Нечеткий граф оценки риска эффективности функционирования информационных технологий

Допустим, факторы риска определяются состоянием ситуации $D_i = \{d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6, d_7\}$.

Рассматриваются следующие примерные деления областей (ω_i) по видам управляющих решений в случае попадания оценки риска в одну из них:

ω_1 — нужна полная модернизация существующей технологии, соответствует нечеткое включение $\nu(D_i, D) = \&(\mu_{D_i}(d) \rightarrow \mu_D(d)) = t$ в эталонную D с порогом $t > 0,3$;

ω_2 — требуется детальное диагностическое обследование функционирования системы, соответствует нечеткое включение с порогом оценки риска $0,2 < t < 0,3$;

ω_3 — необходима частичная модернизация системы (подсистемы), соответствует нечеткое включение с порогом $0,1 < t < 0,2$;

ω_4 — требуется частичная модернизация, соответствует нечеткое включение $0,05 < t < 0,1$;

ω_5 — необходимо усиленное наблюдение за функционированием, соответствует нечеткое включение $0,01 < t < 0,05$;

ω_6 — возможно продолжение эксплуатации в обычном режиме, соответствует нечеткое включение $t < 0,01$.

Литература

1. Мелюхин И.С. Информационные технологии как фактор успеха в бизнесе // ИТИ, сер. 1. 1995. № 6.
2. Мелихов А., Бернштейн Л., Корюхин С. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. М., 1990.