

**МЕТОД ОЦЕНКИ ДОСТОВЕРНОСТИ
ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОПЕРИРУЮЩЕЙ
СТОРОНЫ
В ОПЕРАЦИИ ПО НЕСКОЛЬКИМ ИСТОЧНИКАМ
ИНФОРМАЦИИ**

к.т.н. А.А. Адаменко, О.В. Десятов
(представила д.т.н., проф. А.А. Александрова)

Предложены понятия информационного ресурса объекта, достоверности ресурса информационной обеспеченности оперирующей стороны, рассмотрен подход к определению вероятности получения достоверного ресурса информационной обеспеченности оперирующей стороны в условиях нестохастической неопределенности.

Постановка проблемы. При проведении операции для принятия решения определенного содержания ЛПР должно обладать информацией о различных характеристиках интересующего объекта. Информация может поступать из различных источников и может отличаться по своему содержанию об одном и том же объекте. В общем случае, любая операция рассматривается в условиях нестохастической неопределенности. Возникает проблема принятия решений по планированию и организации операции в условиях нестохастической неопределенности с учетом возможного информационного обеспечения оперирующей стороны. Ее решение связано с определением достоверности информационного обеспечения оперирующей стороны по нескольким источникам информации.

Анализ литературы. В [1, 5] рассмотрены понятия информации, достоверности информации. Понятие информации связывается со знанием интересующих характеристик рассматриваемой системы, необходимых для достижения цели операции. Понятие достоверности качественно характеризуется соответствием информации полученной ЛПР истинной информации об объекте. Однако в этих работах не сформулирован поход к количественной оценке достоверности ресурса информационной обеспеченности оперирующей стороны об объекте. В [2, 4, 6] рассмотрены вопросы обработки нечеткой информации в интересах выработки рекомендаций для принятия решений в условиях нестохастической неопределенности и последние достижения в решении ряда задач математического моделирования. Материалы, приведенные

в указанной литературе, позволяют сформулировать цель предлагаемой статьи и изложить решение поставленной задачи, обеспечивающее достижение цели.

Цель работы. Целью данной работы является разработка методического подхода к численной оценке достоверности информационного обеспечения оперирующей стороны по нескольким источникам получения информации в условиях нестохастической неопределенности.

Решение поставленной задачи. *Информация об объекте* – суть множество следующего вида

$$I_j = \{I_{j,1}, I_{j,2}, \dots, I_{j,i}, \dots, I_{j,n}\}, \quad j = \overline{1, k}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (1)$$

где $I_{j,i}$ – содержание информации об i -й характеристике j -го объекта.

В таком представлении множество I_j следует трактовать как информационный ресурс j -го объекта, а $I_{j,i}$ – элемент информационного ресурса объекта.

Под *ресурсом информационной обеспеченности* оперирующей стороны (А) об интересующем объекте понимается множество вида

$$I_{jA} = \{I_{jA,1A}, I_{jA,2A}, \dots, I_{jA,iA}, \dots, I_{jA,nA}\}, \quad j_A = \overline{1, k_A}, \quad i_A = \overline{1, n_A}, \quad (2)$$

где $I_{jA,iA}$ – элемент множества (ресурса) информационной обеспеченности оперирующей стороны об i -й характеристике j -го объекта.

Если в интересах принятия решения определенного содержания оперирующая сторона приобретает элемент информационного ресурса $I_{j,i}$, то следует говорить о пополнении ресурса информационной обеспеченности стороны А и о расходовании (уменьшении) информационного ресурса j -го объекта. Под расходованием информационного ресурса j -го объекта следует понимать то, что данный элемент информационного ресурса объекта перестает интересовать оперирующую сторону. Множества информационной обеспеченности (1) оперирующей стороны об j -м объекте в зависимости от содержания задачи, решение которой рассматривается в интересах ЛПП, могут быть различной размерности и содержать различные элементы $I_{j,i} \in I_j$. Ресурсу информационной обеспеченности оперирующей стороны ставится в соответствие понятие достоверности по совокупности источников получения информации.

Под достоверностью I_{jA} , согласно [1], понимается правильность выводов о интересующем объекте, сделанных на основании сбора и обработки сведений, т.е. $I_{j,i} \sim I_{jA,iA}, \quad \forall i = \overline{1, n}, \quad \forall i_A = \overline{1, n_A}$.

Оценка достоверности ресурса информационной обеспеченности стороны А основывается на введении принципа оценки, который состоит в том, что I_{jA} является достоверным, если результаты обработки совпадают хотя бы по двум источникам получения информации.

Такой подход к описанию информации правомерен в различных сферах деятельности. Пусть, например, существует фирма, которая заинтересо-

вана в продвижении своего товара на новые рынки сбыта. Для нее представляет интерес информация о ситуации, которая сложилась на неосвоенных рынках сбыта. Это информация о количестве конкурентных фирм, о ценах на однотипные товары, предлагаемые конкурентами, о возможных реализаторах продвигаемого товара, о платежеспособности потенциальных покупателей. Множество этих сведений – информационный ресурс j -го рынка сбыта. Сведения, которые будут собраны фирмой – ресурс информационной обеспеченности фирмы (оперирующей стороны) о j -м рынке сбыта.

Имеется четыре источника получения информации: q_1 – агентурные источники; q_2 – маркетинговое исследование; q_3 – средства массовой информации; q_4 – информация, распространяемая конкурентами. Согласно принятой выше посылки о том, что информация считается достоверной, если она совпадает хотя бы по двум источникам получения информации, вводится в рассмотрение событие D_{jA} , состоящее в том, что полученная информация о j -м рынке сбыта достоверна, а также событие $D_{jA,q}$, $j = \overline{1, k_A}$, $q = \{q_s\}$, $s = \overline{1, 4}$, которое состоит в том, что информация о j -м рынке сбыта, полученная фирмой А от q -го источника информации, достоверна. Тогда

$$D_{jA} = U - \left(\overline{D_{jA,1} D_{jA,2} D_{jA,3} D_{jA,4}} + \overline{D_{jA,1} D_{jA,2} D_{jA,3} D_{jA,4}} + \overline{D_{jA,1} D_{jA,2} D_{jA,3} D_{jA,4}} + \overline{D_{jA,1} D_{jA,2} D_{jA,3} D_{jA,4}} + \overline{D_{jA,1} D_{jA,2} D_{jA,3} D_{jA,4}} \right) \quad (3)$$

События, состоящие в получении достоверной информации от каждого из источников получения информации независимые, ибо вероятность события, состоящего в том, что q_m -й источник информации передаст достоверную информацию о j -м рынке сбыта, не зависит от того, передаст или нет достоверную информацию о j -м рынке сбыта q_l -й источник информации. Исходя из этого, имеем, что

$$P(D_{jA}) = 1 - \left(P(\overline{D_{jA,1}})P(\overline{D_{jA,2}})P(\overline{D_{jA,3}})P(\overline{D_{jA,4}}) + P(\overline{D_{jA,1}})P(\overline{D_{jA,2}})P(\overline{D_{jA,3}})P(\overline{D_{jA,4}}) + P(\overline{D_{jA,1}})P(\overline{D_{jA,2}})P(\overline{D_{jA,3}})P(\overline{D_{jA,4}}) + P(\overline{D_{jA,1}})P(\overline{D_{jA,2}})P(\overline{D_{jA,3}})P(\overline{D_{jA,4}}) \right) \quad (4)$$

Приемлемым подходом к оценке $P(D_{jA,qs})$ в условиях нестохастической неопределенности является введение лингвистической переменной $\beta_s = < \text{"Значение вероятности события } D_{jA,qs} \text{"} >$. Согласно [3] лингвистическая переменная – это кортеж $< \beta, T(\beta), X, G, M >$, где β – название лингвистической переменной; $T(\beta)$ – терм-множество лингвистической переменной β , элементы которого α_i , $i = \overline{1, n}$ – суть наименование нечеткой переменной $< \alpha, X, \tilde{C}(\alpha) >$ как лингвистических значений лингвисти-

ческой переменной, где X – область определения нечеткой переменной, $\tilde{C}(\alpha) = \left\{ \mu_{\tilde{C}(\alpha)}(x) / x \right\}$, $x \in X$, $\mu_{\tilde{C}(\alpha)}(x)$ – значение функции принадлежности; G – синтаксическое правило, порождающее наименование переменной $\alpha \in T(\beta)$ как вербальных значений лингвистической переменной; M – семантическое правило, которое ставит в соответствие каждой переменной $\alpha \in T(\beta)$ нечеткое множество $\tilde{C}(\alpha)$. Исходя из субъективного представления ЛПР о возможностях рассматриваемых источников информации, для введенных в рассмотрение лингвистических переменных могут быть определены терм-множества, содержащие следующие значения нечеткой переменной α :

α_1 – "*незначительное*" значение вероятностей события D_{jA,q_s} ;

α_2 – "*среднее*" значение вероятности события D_{jA,q_s} ;

α_3 – "*значительное*" значение вероятности события D_{jA,q_s} ;

α_4 – "*высокое*" значение вероятности события D_{jA,q_s} .

В [3] приведены условия, которым в силу своей семантики должны удовлетворять формируемые для каждого значения нечеткой переменной α функции принадлежности. Учитывая эти условия, основываясь на практических приложениях ожидаемого результата и физических (технических) возможностях рассматриваемых источников информации, исследователь согласует с ЛПР область определения лингвистической переменной β в виде $X = (0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,45; 0,5; 0,55; 0,6; 0,65; 0,7; 0,75; 0,8; 0,85)$.

Значения $P(D_{jA,q_s}) < 0,05$ в приложениях информационного обеспечения об объектах практически не представляются интересными, а $P(D_{jA,q_s}) > 0,9$ – технически нереализуемые рассматриваемыми источниками информации.

Нечеткие множества $\tilde{C}(\alpha_i)$, $i = \overline{1,4}$ нечеткой переменной α могут быть сформированы на основе постановки экспертизы и обработки экспертных данных, порядок которой описан в [3]. Рассматривается источник получения информации q_1 . В результате постановки и обработки экспертизы определены нечеткие множества $\tilde{C}(\alpha_i)$, $i = \overline{1,4}$, нечеткой переменной α :

$$\tilde{C}_{(\alpha_1)} = \{1/0,05; 0,78/0,1; 0,65/0,15; 0,4/0,2; 0,1/0,25\};$$

$$\tilde{C}_{(\alpha_2)} = \{0,24/0,25; 0,3/0,3; 0,71/0,35; 1/0,5; 0,84/0,45\};$$

$$\tilde{C}_{(\alpha_3)} = \{0,1/0,45; 0,15/0,5; 1/0,7; 0,64/0,6; 0,4/0,65\};$$

$$\tilde{C}_{(\alpha_4)} = \{0,06/0,65; 0,3/0,7; 0,46/0,75; 0,65/0,8; 1/0,85\}.$$

На основании полученных значений возможно определение интервала вероятности рассматриваемого события для любого уровня значения функции принадлежности. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Значения нечетких переменных лингвистической переменной при различных уровнях значений функции принадлежности для источника получения информации q_1

$T(\beta)$ $\mu_{\tilde{C}(\alpha)}$	α_1 – "незначительная"	α_2 – "средняя"	α_3 – "значительная"	α_4 – "высокая"
1	0,05	0,5	0,7	0,85
0,9	0,05 ÷ 0,08	0,485 ÷ 0,51	0,67 ÷ 0,705	0,835 ÷ 0,85
0,8	0,05 ÷ 0,12	0,475 ÷ 0,515	0,66 ÷ 0,71	0,825 ÷ 0,85
0,7	0,05 ÷ 0,15	0,46 ÷ 0,525	0,65 ÷ 0,715	0,805 ÷ 0,85
0,6	0,05 ÷ 0,19	0,44 ÷ 0,53	0,63 ÷ 0,72	0,789 ÷ 0,85
0,5	0,05 ÷ 0,23	0,43 ÷ 0,55	0,625 ÷ 0,725	0,775 ÷ 0,85

Аналогично могут быть получены значения нечетких переменных рассматриваемой лингвистической переменной для источников получения информации q_2, q_3, q_4 , результаты представлены в табл. 2, 3, 4 соответственно.

Таблица 2

Значения нечетких переменных лингвистической переменной при различных уровнях значений функции принадлежности для источника получения информации q_2

$T(\beta)$ $\mu_{\tilde{C}(\alpha)}$	α_1 – "незначительная"	α_2 – "средняя"	α_3 – "значительная"	α_4 – "высокая"
1	0,05	0,45	0,6	0,85
0,9	0,05 ÷ 0,11	0,43 ÷ 0,46	0,585 ÷ 0,615	0,825 ÷ 0,85
0,8	0,05 ÷ 0,13	0,425 ÷ 0,475	0,575 ÷ 0,62	0,81 ÷ 0,85
0,7	0,05 ÷ 0,16	0,04 ÷ 0,478	0,57 ÷ 0,63	0,79 ÷ 0,85
0,6	0,05 ÷ 0,17	0,385 ÷ 0,485	0,56 ÷ 0,64	0,775 ÷ 0,85
0,5	0,05 ÷ 0,20	0,375 ÷ 0,5	0,55 ÷ 0,65	0,75 ÷ 0,85

Таблица 3

Значения нечетких переменных лингвистической переменной при различных уровнях значений функции принадлежности для источника получения информации q_3

$T(\beta)$ $\mu_{\tilde{C}(\alpha)}$	α_1 – "незначительная"	α_2 – "средняя"	α_3 – "значительная"	α_4 – "высокая"
1	0,05	0,375	0,5	0,85
0,9	0,05 ÷ 0,07	0,365 ÷ 0,385	0,485 ÷ 0,515	0,815 ÷ 0,85

0,8	0,05 ÷ 0,09	0,35 ÷ 0,395	0,48 ÷ 0,525	0,785 ÷ 0,85
0,7	0,05 ÷ 0,12	0,33 ÷ 0,405	0,47 ÷ 0,53	0,752 ÷ 0,85
0,6	0,05 ÷ 0,14	0,325 ÷ 0,42	0,465 ÷ 0,55	0,73 ÷ 0,85
0,5	0,05 ÷ 0,17	0,375 ÷ 0,43	0,45 ÷ 0,56	0,7 ÷ 0,85

Таблица 4

Значения нечетких переменных лингвистической переменной при различных уровнях значений функции принадлежности для источника получения информации q_4

$\Gamma(\beta)$ $\mu_{\tilde{C}(\alpha)}$	α_1 – "незначительная"	α_2 – "средняя"	α_3 – "значительная"	α_4 – "высокая"
1	0,05	0,3	0,45	0,85
0,9	0,05 ÷ 0,07	0,28 ÷ 0,315	0,438 ÷ 0,461	0,801 ÷ 0,85
0,8	0,05 ÷ 0,08	0,265 ÷ 0,327	0,43 ÷ 0,473	0,76 ÷ 0,85
0,7	0,05 ÷ 0,9	0,25 ÷ 0,34	0,42 ÷ 0,481	0,725 ÷ 0,85
0,6	0,05 ÷ 0,11	0,235 ÷ 0,36	0,41 ÷ 0,485	0,68 ÷ 0,85
0,5	0,05 ÷ 0,12	0,225 ÷ 0,375	0,4 ÷ 0,5	0,65 ÷ 0,85

Для принятия решения ЛПР могут быть рекомендованы уровни функции принадлежности $\mu_{\tilde{C}(\alpha)} \geq 0,5$.

Результаты, представленные в табл. 1 – 4, отвечают возможностям получения достоверной информации, от источников получения информации об информационном ресурсе j -го рынка сбыта.

Получив значения из области определения введенной лингвистической переменной, соответствующие каждому из рассматриваемых термов, возможно выявление термина, который в наибольшей степени соответствует каждому из рассматриваемых источников получения информации.

Решение данной задачи возможно путем проведения экспертного оценивания на основе нечетких бинарных отношений предпочтения, схема организации которой описана в [6]. Экспертам предлагается высказать свое суждение о том, какой терм в наибольшей степени соответствует возможностям q -го источника в получении достоверной информации о интересующих рынках сбыта.

Результатом обработки экспертных данных является множество вида

$$\mu_{M_{\tilde{R}_{>}}^{q_s}} = \left\{ \mu_{M_{\tilde{R}_{>}}^{q_s}}(\alpha_i) \right\}, \quad i = \overline{1,4}, \quad q = \{q_s\}, \quad s = \overline{1,4},$$

где $\mu_{M_{\tilde{R}_{>}}^{q_s}}(\alpha_i)$ – значение функции принадлежности ядра нечеткого отношения строгого предпочтения α_i термина источнику получения информации q_s .

Значение вероятности получения достоверной информации от q_s -го источника получения информации рассматривается в интервале области

определения термина лингвистической переменной, который имеет максимальное значение функции принадлежности ядра нечеткого отношения строгого предпочтения q_s -му источнику получения информации, трактуется как уровень недоминируемости соответствующего термина, т.е.

$$\alpha_1 = \text{Arg max} \left\{ \mu_{M_{\tilde{R}_s}}^{q_s}(\alpha_i) \right\}.$$

Определив таким образом термины лингвистической переменной, которые соответствуют каждому из источников получения информации, получена интервальная оценка вероятности получения достоверной информации от каждого из рассматриваемых источников:

$$P(D_{jA,q_s}) = \left\{ P_1(D_{jA,q_s}), P_2(D_{jA,q_s}) \right\}, \quad j_A = \overline{1; k_A}, \quad q = \{q_s\}, \quad s = \overline{1, 4},$$

где $P_1(D_{jA,q_s})$ – минимальное значение термина, соответствующего источнику получения информации, которое можно трактовать как пессимистическую оценку значения вероятности события, состоящего в получении достоверной информации от q_s -го источника; $P_2(D_{jA,q_s})$ – максимальное значение термина, соответствующего источнику получения информации, которое можно трактовать как оптимистическую оценку значения вероятности события, состоящего в получении достоверной информации от q_s -го источника. Результаты постановки и обработки экспертизы представлены в табл. 5.

Таблица 5

Интервальная оценка вероятности получения достоверной информации от источников получения информации

Источники получения информации	Терм, соответствующий источнику получения информации	Интервал вероятности при различных уровнях $\mu_{\tilde{C}(\alpha)}$	
		$\mu_{\tilde{C}(\alpha)}$	Интервал вероятности
Агентурные источники	«высокая»	0,5	0,775 – 0,85
		0,9	0,835 – 0,85
Маркетинговое исследование	«значительная»	0,5	0,55 – 0,65
		0,9	0,585 – 0,615
Средства массовой информации	«значительная»	0,5	0,45 – 0,56
		0,9	0,485 – 0,515
Информация от конкурентов	«средняя»	0,5	0,225 – 0,375
		0,9	0,28 – 0,315

Используя результаты, представленные в табл. 4, и выражение (4), возможно определить вероятность события, состоящего в получении достоверной информации от 4 источников получения информации, при

различных уровнях уверенности в результате с пессимистических и оптимистических позиций принятия решения ЛПР, в виде интервала вероятности получения достоверной информации об интересующем рынке сбыта. Результаты выглядят следующим образом:

$$\text{при } \mu_{\tilde{C}(\alpha)} = 0,5 \quad P(D_{jA}) = 0,69 - 0,841;$$

$$\text{при } \mu_{\tilde{C}(\alpha)} = 0,9 \quad P(D_{jA}) = 0,777 - 0,812.$$

Выводы. Предложенный методический подход к численной оценке достоверности информационного обеспечения оперирующей стороны по нескольким источникам получения информации позволяет получить количественную оценку достоверности ресурса информационной обеспеченности оперирующей стороны в условиях нестохастической неопределенности. Иллюстративный пример подтверждает работоспособность предложенного метода. Дальнейшие исследования связаны с применением метода при численной оценке возможных информационных состояний оперирующей стороны, которые характеризуются достоверностью, полнотой и своевременностью ресурса информационной обеспеченности оперирующей стороны в операции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудрявцев А.М. *Обработка разведывательной информации.* – Л.: ВАС, 1989. – 323 с.
2. Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П. *Принятие решений на основе нечетких моделей: Примеры использования.* – Рига: Зинатне, 1990. – 184 с.
3. Бильчук В.М., Александрикова Н.А., Десятов О.В., Николаева И.С. *Метод оценки вероятности информационного обеспечения объектов источниками информации // Системы обробки інформації.* – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2002. – Вып. 6(22). – С. 158 – 165.
4. Мелихов А.Н. и др. *Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой.* – М.: Наука, 1990. – 272 с.
5. Алексеева И.Ю. и др. *Информационные вызовы национальной и международной безопасности / Под общ. ред. А.В. Федорова, В.Н. Цыгичко.* – М.: ПИР-Центр, 2001. – 328 с.
6. *Надежность и эффективность в технике / Под. ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова.* – Справочник в 10 томах. Т. 3. – М.: Машиностроение, 1988. – 328 с.

Поступила 20.05.2003

АДАМЕНКО Анатолий Анатольевич, канд. техн. наук, старший помощник начальника отдела ХВУ. В 1996 году окончил ХВУ. Область научных интересов – системный анализ эффективности функционирования сложных систем и операций.

ДЕСЯТОВ Олег Валерьевич, адъюнкт ХВУ. В 1999 году окончил ХВУ. Область научных интересов – системный анализ эффективности функционирования сложных систем и операций.
