



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.83

## КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСТЕНСИВНОЙ И НОРМАЛЬНОЙ ФОРМ АНАЛИЗА РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ РИСКА

**Балашов О.В., Кондратова Н.В.**

*Смоленский филиал Российского университета кооперации, Россия, (214018, г. Смоленск, проспект Гагарина, дом 58); e-mail: smolensk@rucoop.ru*

---

**Вводится понятие комбинированного показателя анализа решений в условиях риска. Предлагается комплексное использование экстенсивной и нормальной форм анализа решений в условиях риска.**

---

Ключевые слова: принятие решений, риск, вероятность, ценность, полезность, граф переходов.

## COMPLEX USE OF EXTENSIVE AND NORMAL FORMS OF THE ANALYSIS OF DECISIONS IN THE CONDITIONS OF RISK

**Balashov O.V., Kondratova N.V.**

*Smolensk branch of the Russian university of cooperation, Smolensk, Russia (214018, Smolensk, Gagarin ave., 58); e-mail: smolensk@rucoop.ru*

---

**The concept of the analysis of decisions combined indicators in the conditions of risk is entered. Complex use of extensive and normal forms of the analysis of decisions in the conditions of risk is offered.**

---

Key words: decision-making, risk, probability, value, utility, a transition graph.

При принятии управленческих решений, когда начальной информацией для принятия решения являются вероятностные характеристики реализации множества альтернатив в конечном множестве исходов, то говорят, что решение принимается в условиях риска [1, 2] или статистической неопределенности. Следовательно, в условиях статистической неопределенности, кроме определенного множества исходов и альтернатив, известны ещё и законы распределения вероятностных характеристик связей между альтернативами и исходами.

Вследствие того, что при принятии решения в реальных условиях обстановки всегда существует фактор случайности, а исходная информация часто не полностью определена и получена, то справедливо считать условия риска более близкими к реальным условиям, чем условия определённости, а условия неопределённости – ещё большим приближением к объективной реальности. Непременным условием решения задачи принятия решения является то, что для оценки исходов, альтернатив и существующих между ними связей должны быть выбраны количественные или качественные показатели, а для выбора лучшей альтернативы – критерий (или множество критериев).

В теории принятия решений существуют два подхода к постановке и решению задачи выбора в условиях статистической неопределенности.

Первый подход [3], называемый анализом решений в экстенсивной форме, реализует простую одноиндексную задачу принятия решений (рисунок 1). При анализе решений в экстенсивной форме альтернативы отображаются в исходы в каждой информационной ситуации  $S$ .

В такой постановке задачи выбора множество  $S$  в явном виде в анализе решений не присутствует. Статистическая неопределенность описывается распределениями вероятностей появления исходов, соответствующих альтернативам из множества  $A$ .

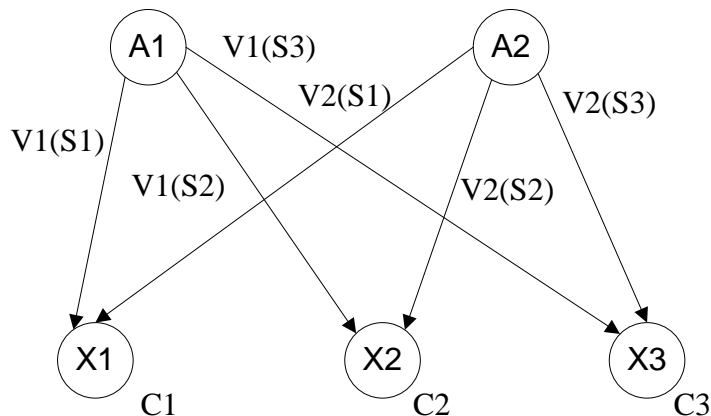


Рисунок 1 – Одноиндексная задача принятия решений

При одноиндексной задаче вероятность реализации  $j$ -й альтернативы в  $i$ -й исход ( $V_{ij}$ ) равна вероятности появления этого исхода в  $k$ -ой ситуации  $V(x_{ik})$ . Лучшая та альтернатива, показатель ожидаемой ценности исходов которой по всем ситуациям максимален (минимален)

$$A^* \rightarrow I^*, A^* \subset A, VC(A^*) = \max (\min) \left\{ \sum_{k=1}^K [V(x_k) \times C(x_k)] \right\}, \quad (1)$$

где  $V(x_k)$  – вероятностная характеристика получения исхода в  $k$ -й ситуации;

$C(x_k)$  – ценность исхода в  $k$ -й ситуации.

Другой подход и принятие решений по схеме Сэвиджа [4], называемый анализом решений в нормальной форме, базируется на предположении, что один и тот же исход может быть получен в результате реализаций нескольких альтернатив в различных информационных ситуациях.

При анализе решений в нормальной форме альтернатива  $A$  определяется как отображение состояний в исходы, а статистическая неопределенность описывается с помощью одного распределения вероятностей на множестве состояний ( $V(S_k)$ ). Это распределение не зависит от выбора той или иной альтернативы. Функция ценности (полезности), по Сэвиджу, строится на множестве пар «альтернатива – состояние»  $\{C(A_i; S_{kj})\}$ . Выбор на множества альтернатив основан на максимизации показателя ожидаемой ценности (полезности) альтернатив по зависимости:

$$A^* \rightarrow I^*, A^* \subset A, VC(A^*) = \max (\min) \left\{ \sum_{k=1}^K [V_{ij}(S_k) \times C(A_i, S_k)] \right\}, \quad (2)$$

где  $V_{ij}(S_k)$  – вероятностная характеристика получения реализаций  $i$ -й альтернативы в  $j$ -й исход в  $k$ -й ситуации;

Подход реализует двухиндексную задачу ПР (рисунок 2).

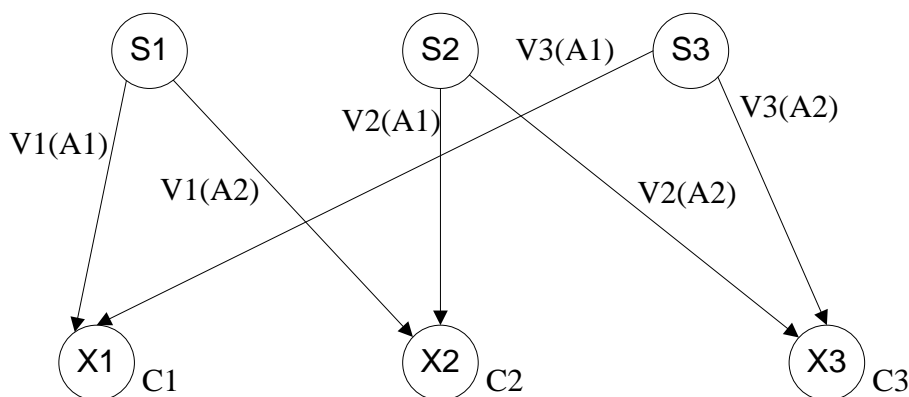


Рисунок 2 – Двухиндексная задача принятия решения

Поскольку при двухиндексной задаче возможно появление одного исхода в результате реализации различных альтернатив, то значения ожидаемой ценности альтернатив будут зависеть как от ценности исходов, так и от вероятности реализации альтернатив в конкретной ситуации.

Экстенсивная и нормальная формы анализа решений требуют получения распределений вероятностей либо на множестве альтернатив, либо на множестве ситуаций. В общем случае каждое из распределений влияет не только на оценку альтернативы, но и определенным образом воздействует на оценку исхода.

В реальных условиях принятия решений полезность исхода в различных ситуациях должна меняться даже при неизменной ценности каждого из исходов. Поэтому направлениями дальнейшего совершенствования моделей принятия решений в условиях, адекватных реальным, должны быть: развитие способов представления и учета показателей  $C$  и  $V$ , соответствующим условиям задачи принятия решения; комплексное использование различных форм анализа решений в моделях принятия решений.

При принятии управленческих решений рассматриваются полученные на основе обработки данных экспертных оценок:  $u_j$  – полезность  $j$ -го исхода и  $S_{ji}$  – соответствующая субъективная вероятность. В зависимости от источников получения количественных значений величин  $V$  и  $C$  возможны четыре варианта определения показателя  $VC$  (таблица 1):

- объективная ожидаемая ценность  $[P_{ji} \times w_i]$
- субъективная ожидаемая ценность  $[s_{ji} \times w_i]$
- объективная ожидаемая полезность  $[P_{ji} \times u_i]$
- субъективная ожидаемая полезность  $[s_{ji} \times u_i]$

Рассматриваемые показатели образуют полную группу объективно-субъективных характеристик для всех возможных вариантов информации в условиях статистической неопределённости и могут использоваться как в одноиндексной, так и в двухиндексной задачах принятия решений.

Показатели принятия решений в условиях риска и полученные на их основе комбинированные показатели применяются для решения сложных задач в соответствии с принятыми схемами выбора.

В том случае, когда решение принимается применительно к нескольким ситуациям, в которых численные значения показателей  $V$  и  $C$  могут изменяться от ситуации к ситуации, схемы выбора могут информационно взаимодействовать между собой, причём в нормальную

форму может входить экстенсивная форма, позволяющая заранее определить значения ожидаемой функции ценности  $C(A_i, S_k)$  или полезности  $u(A_i, S_k)$  для каждого из состояний  $S$ .

Таблица 1 – Показатели оценки альтернатив для условий риска

		Численное значение вероятности реализации $i$ -й альтернативы ( $A_i$ ) получено:	
		объективно $\langle p_i \rangle$	субъективно $\langle s_i \rangle$
Численное значение ценности $j$ -го исхода ( $I_j$ ), полученное по:	результатам опытов (объективно) $\langle w_i \rangle$	Объективная ожидаемая ценность (математическое ожидание ценности) $[P_i \times w_i]$	Субъективная ожидаемая ценность $[s_i \times w_i]$
	оценкам экспертов (субъективно) $\langle u_i \rangle$	Объективная ожидаемая полезность $[P_i \times u_i]$	Субъективная ожидаемая полезность $[s_i \times u_i]$

В целях получения более точных оценок альтернатив при наличии информации о вероятности появления ситуаций, вероятности реализации альтернатив в каждой из ситуаций и численных значений ценности (полезности), получаемых при этой реализации исходов, выражение (2) преобразовывается к виду

$$VC(A) = \max \{ VC(A_i) = \sum_{k=1}^K C(X_j, A_i, S_k) V(A_i, S_k) V(S_k) \}, \quad (3)$$

где  $V(A_i, S_k)$  – вероятность реализации  $i$ -й альтернативы при условии, что имеет место  $k$ -я ситуация;

$C(X_j, A_i, S_k)$  – ценность  $j$ -го исхода, к которому приводит  $i$ -я альтернатива в  $k$ -й ситуации;  
 $V(S_k)$  – вероятность появления  $k$ -й ситуации.

В выражении (3) учитываются оценки исходов в каждой информационной ситуации. Вероятность реализации альтернатив описывает схему отображений множества альтернатив в исходы для каждой ситуации. Ситуации описываются с помощью функции распределения вероятности их появления.

В качестве примера рассматривался задача выбора с использованием критерия (3).  
 Задаются непустые множества:

- исходов  $\{X1, X2, X3, X4\}$ ;
- альтернатив  $\{A1, A2, A3\}$ ;
- ситуаций  $\{S1, S2, S3\}$ .

Значения показателей задачи принятия решения показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Значения показателей для рассматриваемого примера

Ситуация S1	Ситуация S2	Ситуация S3
$V(A1, S1) = 0,3$ $V(A2, S1) = 0,2$ $V(A3, S1) = 0,5$	$V(A1, S2) = 0,4$ $V(A2, S2) = 0,5$ $V(A3, S2) = 0,1$	$V(A1, S3) = 0,3$ $V(A2, S3) = 0,3$ $V(A3, S3) = 0,4$
$C(X1, A1, S1) = 5$ $C(X2, A2, S1) = 4$ $C(X3, A3, S1) = 1$	$C(X2, A1, S2) = 4$ $C(X3, A2, S2) = 3$ $C(X4, A3, S2) = 3$	$C(X1, A1, S3) = 5$ $C(X4, A2, S3) = 3$ $C(X3, A3, S3) = 2$

В соответствии с информационными ситуациями строятся графы отображений альтернатив в исходы (рисунок 3) и присваиваются значения показателям:  $C(X_j, A_i, S_k)$ ,  $V(A_i, S_k)$ ,  $V(S_k)$ .

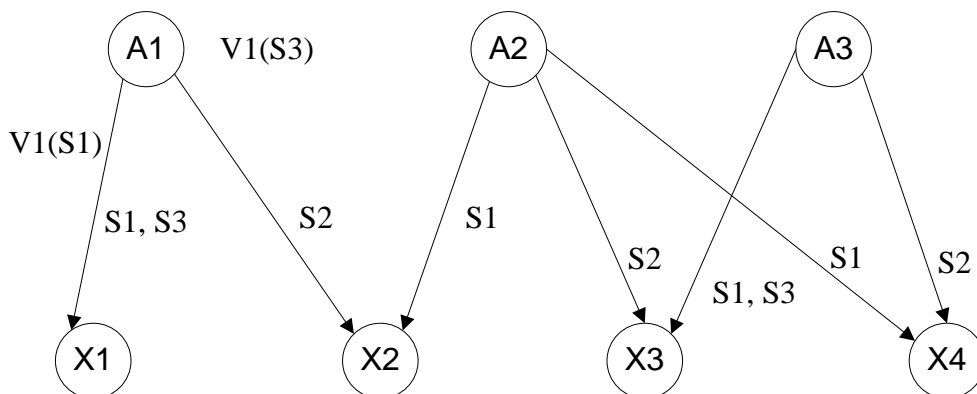


Рисунок 3 – Графы отображений альтернатив в исходы по ситуациям

Выбор наилучшей альтернативы проводится по критерию максимума численных значений ожидаемой ценности альтернатив в соответствии с выражением  $VC(A^*) = \max \{VC(A_i)\}$ ;

$$VC(A^*) = \max \{VC(A1) = 1,51; VC(A2) = 0,92; VC(A3) = 0,63\}.$$

Из расчетов следует, что лучшей альтернативой является A1.

Предложенная формальная модель решения задач в условиях статистической неопределённости может быть использована только при условии получения множества стохастических оценок для полной группы событий. Отсутствие объективно полученных значений показателей может быть скомпенсировано проведением экспертного опроса и обработки субъективных данных [5].

Однако субъективно полученные оценки позволяют решить задачу принятия решения и выбора на множестве альтернатив с меньшей степенью точности, чем объективно полученные оценки.

Переход к более сложным формальным моделям показателей функции полезности, учитывающим физическую природу предпочтений на множестве альтернатив для каждого конкретного случая представления исходной информации и определенных условий принятия решения, может существенно повысить качество принимаемых решений.

### Список литературы

1. Трухаев Р. И. Модели принятия решений в условиях неопределенности. – М.: Наука, 1981.
2. Блюмин С. Л., Шуйкова И.А. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности. – Липецк: Изд-во ЛЭГИ, 2001.
3. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные методы реализации экономических и информационных управленческих решений. В 2-х томах. Том 1. Методы и средства. – М.: СИНТЕГ, 2009.
4. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. – М.: Логос, 2002.
5. Балашов О.В., Кондратова Н.В. Подход к формированию начального множества альтернатив в системах поддержки принятия решений// Материалы международной научно-практической конференции. – Смоленск: СФ РУК, 2012. – С. 188-193.

### References

1. Trukhayev R. I. Decision-making models in the conditions of uncertainty. – М.: Science, 1981. (in Russian)

2. Blumin S. L. Shyikova I. A. Models and methods of decision-making in the conditions of uncertainty. - Lipetsk: publishing house LEGY, 2001. (in Russian)
  3. Trakhtengerts E. A. Computer methods of realisation of economic and information administrative decisions. In 2 volumes. Volume 1. Methods and means. - M: SINTEG, 2009. (in Russian)
  4. Larichev O. I. Theory and methods of decision-making. – M.: Logos, 2002. (in Russian)
  5. Balashov O.V., Kondratova N.V. The approach to formation of initial set of alternatives in systems of support of decision-making//Materials of the international scientifically-practical conference. - Smolensk: publishing house Smolensk branch of the Russian university of cooperation, 2012. – P. 188-193. (in Russian)
-